

# AIST

## 平成19年度

# 産業技術総合研究所年報



独立行政法人  
産業技術総合研究所  
<http://www.aist.go.jp>

## 目 次

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| I. 総 説                | 1   |
| 1. 概 要                | 1   |
| 2. 動 向                | 3   |
| 3. 幹部名簿               | 12  |
| 4. 組 織 図              | 13  |
| 5. 組織編成               | 14  |
| II. 業 務               | 17  |
| 1. 研 究                | 17  |
| (1) 研究ユニット            | 19  |
| 1) 研究センター             | 19  |
| ①活断層研究センター            | 19  |
| ②化学物質リスク管理研究センター      | 26  |
| ③ライフサイクルアセスメント研究センター  | 36  |
| ④パワーエレクトロニクス研究センター    | 44  |
| ⑤生物情報解析研究センター         | 46  |
| ⑥ヒューマンストレスシグナル研究センター  | 52  |
| ⑦強相関電子技術研究センター        | 55  |
| ⑧次世代半導体研究センター         | 60  |
| ⑨界面ナノアーキテクトニクス研究センター  | 63  |
| ⑩グリッド研究センター           | 66  |
| ⑪年齢軸生命工学研究センター        | 71  |
| ⑫デジタルヒューマン研究センター      | 77  |
| ⑬近接場光応用工学研究センター       | 85  |
| ⑭ダイヤモンド研究センター         | 87  |
| ⑮バイオニクス研究センター         | 89  |
| ⑯太陽光発電研究センター          | 93  |
| ⑰システム検証研究センター         | 97  |
| ⑱ナノカーボン研究センター         | 100 |
| ⑲健康工学研究センター           | 102 |
| ⑳情報セキュリティ研究センター       | 110 |
| ㉑固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 116 |
| ㉒コンパクト化学プロセス研究センター    | 121 |
| ㉓バイオマス研究センター          | 127 |
| ㉔デジタルものづくり研究センター      | 133 |
| ㉕水素材料先端科学研究センター       | 136 |
| ㉖糖鎖医工学研究センター          | 140 |
| ㉗新燃料自動車技術研究センター       | 147 |
| ㉘生命情報工学研究センター         | 154 |
| ㉙生産計測技術研究センター         | 160 |
| 2) 研究部門               | 164 |
| ①計測標準研究部門             | 164 |



|                         |     |
|-------------------------|-----|
| ②地圏資源環境研究部門             | 185 |
| ③知能システム研究部門             | 191 |
| ④エレクトロニクス研究部門           | 197 |
| ⑤光技術研究部門                | 206 |
| ⑥人間福祉医工学研究部門            | 213 |
| ⑦脳神経情報研究部門              | 224 |
| ⑧ナノテクノロジー研究部門           | 229 |
| ⑨計算科学研究部門               | 242 |
| ⑩生物機能工学研究部門             | 250 |
| ⑪計測フロンティア研究部門           | 265 |
| ⑫ユビキタスエネルギー研究部門         | 278 |
| ⑬セルエンジニアリング研究部門         | 282 |
| ⑭ゲノムファクトリー研究部門          | 297 |
| ⑮先進製造プロセス研究部門           | 300 |
| ⑯サステナブルマテリアル研究部門        | 318 |
| ⑰地質情報研究部門               | 325 |
| ⑱環境管理技術研究部門             | 348 |
| ⑲環境化学技術研究部門             | 367 |
| ⑳エネルギー技術研究部門            | 377 |
| ㉑情報技術研究部門               | 386 |
| 3) 研究ラボ                 | 394 |
| ①メタンハイドレート研究ラボ          | 394 |
| ②シグナル分子研究ラボ             | 396 |
| ③超高速光信号処理デバイス研究ラボ       | 399 |
| ④器官発生工学研究ラボ             | 401 |
| ⑤創薬シーズ探索研究ラボ            | 403 |
| ⑥バイオセラピューティック研究ラボ       | 405 |
| 4) 研究コア                 | 408 |
| ①爆発安全研究コア               | 408 |
| ②深部地質環境研究コア             | 408 |
| 5) フェロー                 | 411 |
| (2) 内部資金                | 412 |
| (3) 外部資金                | 434 |
| 1) 国からの外部資金             | 436 |
| ① 経済産業省                 | 436 |
| ② 文部科学省                 | 469 |
| ③ 環境省                   | 496 |
| ④ その他省庁                 | 513 |
| 2) 国以外からの外部資金           | 516 |
| 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 | 516 |
| 3) その他の収入               | 590 |
| 2. 研究関連・管理業務            | 795 |
| (1) 企画本部                | 797 |
| (2) 業務推進本部              | 797 |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| (3) 評 価 部 .....            | 798 |
| (4) 環境安全管理部 .....          | 799 |
| (5) 広 報 部 .....            | 800 |
| (6) 法 務 室 .....            | 828 |
| (7) 情報公開・個人情報保護推進室 .....   | 828 |
| (8) 男女共同参画室 .....          | 828 |
| (9) イノベーション推進室 .....       | 829 |
| (10) 次期情報システム研究開発推進室 ..... | 830 |
| (11) 監 査 室 .....           | 830 |
| (12) 研究コーディネータ .....       | 831 |
| (13) 情報化統括責任者 .....        | 831 |
| (14) 産業技術アーキテクト .....      | 831 |
| (15) 先端情報計算センター .....      | 832 |
| (16) 特許生物寄託センター .....      | 832 |
| (17) ベンチャー開発センター .....     | 833 |
| (18) 地質調査情報センター .....      | 836 |
| (19) 計量標準管理センター .....      | 841 |
| (20) 技術情報部門 .....          | 842 |
| (21) 産学官連携推進部門 .....       | 848 |
| (22) 知的財産部門 .....          | 867 |
| (23) 国際部門 .....            | 869 |
| (24) 研究業務推進部門 .....        | 885 |
| (25) 能力開発部門 .....          | 887 |
| (26) 財務会計部門 .....          | 887 |
| (27) 研究環境整備部門 .....        | 888 |
| 3. 地域拠点 .....              | 891 |
| (1) 東京本部・つくば本部 .....       | 891 |
| (2) 北海道センター .....          | 891 |
| (3) 東北センター .....           | 892 |
| (4) つくばセンター .....          | 893 |
| (5) 臨海副都心センター .....        | 895 |
| (6) 中部センター .....           | 895 |
| (7) 関西センター .....           | 896 |
| (8) 中国センター .....           | 898 |
| (9) 四国センター .....           | 898 |
| (10) 九州センター .....          | 899 |
| 4. 総合センター .....            | 901 |
| (1) 地質調査総合センター .....       | 901 |
| (2) 計量標準総合センター .....       | 903 |
| Ⅲ. 資 料 .....               | 925 |
| 1. 研究発表 .....              | 926 |
| 2. 兼 業 .....               | 928 |
| 3. 中期目標 .....              | 929 |



|               |      |
|---------------|------|
| 4. 中期計画 ..... | 941  |
| 5. 職 員 .....  | 1044 |

# I . 総 説

## I. 総 説

### 1. 概 要

任 務：

独立行政法人産業技術総合研究所（産総研）は、通商産業省工業技術院に属する試験研究機関15研究所と通商産業省計量教習所を統合して平成13年4月に発足した。

第1期中期目標期間では、産業科学技術の研究開発における自らの使命と社会への責任を認識し、「本格研究」の理念を産総研全体で共有するとともに、独立行政法人という新しい枠組みの中でそのメリットを最大限に活かすべく組織や制度を柔軟に変更できる仕組みを整え、研究並びに支援業務の質の向上と効率化を推進した。

第2期中期目標期間では、産業技術、科学技術における技術革新を通じ、持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化、産業政策の地域展開への貢献、産業技術政策の立案等に貢献することを目的とする研究開発実施機関として更なる飛躍を目指す。このため、社会的要請を踏まえた研究戦略の下、研究の重点化を図り、健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発、知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスを創出する研究開発、産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発、環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を実現するための研究開発、産業基盤を構築する横断技術としての計測評価技術の研究開発、知的基盤整備に資する地質の調査や計量の標準の整備等において「本格研究」を強力に推進する。また、多様な分野における産業技術、科学技術に関する豊富な技術的知見、科学的知識を有する研究開発実施機関としての特徴を活かし、我が国が取り組むべき産業技術政策の進む具体的な方向を提示するなどの政策提言を行う。

上記の活動を効率的かつ効果的に遂行し、質の高い成果の創出とその社会への還元を最大化するため、研究資源の最適活用と諸制度の整備を図る。具体的には、策定する研究開発戦略により研究テーマの選択と研究資源の重点的配分を行うとともに、非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを活用した柔軟で弾力的な人事制度を構築することにより、人材の育成、産業界、学界との人材交流等による連携などを促進する。

また、事業の推進に当っては、役職員が組織の社会的責任を深く認識し、社会の一員として高い倫理観を持って社会全体の調和のとれた発展に貢献できるよう意識の徹底を図る。

これらの一連の活動を通して、産業技術における技術革新の中核的な研究拠点としての役割を発揮することにより、我が国の産業創造の推進役を果たす。

特に質の高い研究成果を戦略的に創出するため、成果の科学技術的又は社会経済的な価値が実現した状態である「アウトカム」を意識した中長期的な研究開発戦略を策定・推進する機能を強化する。策定する研究戦略に、中長期的な観点を踏まえつつ、国内外の科学技術動向や政策的要請等に機動的に対応できるよう常に見直す。また、中長期的な研究開発戦略及び社会、産業界のニーズに基づく機動的な政策対応の観点などから重要な研究課題及び必要な技術融合課題の設定を行い、それを踏まえて重点化する。

さらに、ミッション遂行に最適な研究体制の構築のために、研究組織については定期的に評価を行い、その結果に基づき、必要に応じて再編・改廃などの措置を講じ、機動的、柔軟かつ効果的な組織形態を維持することとしている。

そのため、社会的要請や科学技術の進展の把握に努め、常に研究所としての位置づけを確認しつつ、研究のアウトプットを中心とした評価に加えて、アウトカムの視点からの評価を実施することとし、その結果を産総研の自己改革に適切に反映させる等、研究組織間の競争的環境を整備し、研究開発業務の向上に努める。併せて非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを最大限に活かした柔軟な人事制度のもとで、産業ニーズと直結した研究開発の推進や研究成果の産業界への効率的な移転等を図るために、産業界からの人材の受け入れや産総研から産業界への人材派遣等による産業界との交流を強力に推進する。また、業務効率化の観点から、研究関連部門等の業務内容の妥当性を点検し無駄のない業務運営を行うこととする。

研究開発の成果を産業界や社会に移転するための取り組みとして、知的財産権の実施許諾、共同研究、ベンチャー起業支援、技術相談、技術研修等の多様な仕組みを活用した産業界との連携を第1期中期目標期間に引き続いて推進する。

組 織：

産業技術総合研究所は、理事長の指揮の下、研究実施部門（研究ユニット）と研究関連・管理部門とが配置された、



フラットな組織構造を有する。研究ユニットとしては、時限的・集中的に重要テーマに取り組む「研究センター」、中長期戦略に基づき継続的テーマに取り組む「研究部門」、研究センター化を目指し分野融合性の高いテーマ等に機動的・時限的に取り組む「研究ラボ」がある。また、理事長直属部門として、「企画本部」、「業務推進本部」、「評価部」、「環境安全管理部」、「広報部」、「法務室」、「情報公開・個人情報保護推進室」、「監査室」、「男女共同参画室」、「イノベーション推進室」、「次期情報システム研究開発推進室」が、研究関連部門として、「技術情報部門」、「産学官連携推進部門」、「国際部門」、「知的財産部門」が、管理部門として「研究業務推進部門」、「能力開発部門」、「財務会計部門」、「研究環境整備部門」がある。他に、世界屈指の先端的情報資源を有する「先端情報計算センター」、特許庁指定の寄託機関である「特許生物寄託センター」、公的研究機関の技術シーズをもとにしたベンチャーを創出する戦略に係る業務を行う「ベンチャー開発センター」などがある。

平成17年度より非公務員型の独立行政法人に移行したことに伴い、柔軟な人材交流制度を構築するなど、そのメリットを最大限活用することにより組織のパフォーマンス向上を図っているところである。

平成20年3月31日現在、常勤役員13名、研究職員2,463名、事務職員690名の合計3,166名である。

沿 革：

① 平成13年1月

中央省庁等改革に伴い、「通商産業省」が「経済産業省」に改組。これにより工業技術院の本院各課は産業技術環境局の一部として、また工業技術院の各研究所は産業技術総合研究所内の各研究所として再編された。

② 平成13年4月

一部の政府組織の独立行政法人化に伴い、旧工業技術院15研究所と計量教習所が統合され、独立行政法人産業技術総合研究所となった。

③ 平成17年4月

効率的・効果的な業務運営を目的とし、特定独立行政法人から非公務員型の非特定独立行政法人へと移行した。

産業技術総合研究所の業務の根拠法：

- ① 独立行政法人通則法 (平成11年7月16日法律第103号)  
(最終改正：平成17年11月7日 (平成17年法律第113号))
- ② 独立行政法人産業技術総合研究所法 (平成11年12月22日法律第203号)  
(最終改正：平成16年6月9日 (平成16年法律第83号))
- ③ 独立行政法人通則法等の施行に伴う関係政令の整備及び経過措置に関する政令  
(平成12年6月7日政令第326号)
- ④ 独立行政法人産業技術総合研究所の業務運営並びに財務及び会計に関する省令  
(平成13年3月29日経済産業省令第108号)

主務大臣：

経済産業大臣

主管課：

経済産業省産業技術環境局技術振興課

産業技術総合研究所の事業所の所在地（平成19年3月31日現在）：

- ① 東京本部 〒100-8921 東京都千代田区霞ヶ関1-3-1
- ② 北海道センター 〒062-8517 北海道札幌市豊平区月寒東2条17-2-1
- ③ 東北センター 〒983-8551 宮城県仙台市宮城野区苦竹4-2-1
- ④ つくばセンター 〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1（代表）
- ⑤ 臨海副都心センター 〒135-0064 東京都江東区青海2-41-6
- ⑥ 中部センター 〒463-8560 愛知県名古屋市中区大下志段味字穴ヶ洞2266-98
- ⑦ 関西センター 〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31
- ⑧ 中国センター 〒737-0197 広島県呉市広末広2-2-2
- ⑨ 四国センター 〒761-0395 香川県高松市林町2217-14
- ⑩ 九州センター 〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町807-1

## 2. 動 向

産総研の分野別年間研究動向の要約

### I. ライフサイエンス分野

#### 1. 分野の目標

ライフサイエンス分野の研究は、高齢社会における生活の質(QOL)の向上、また循環型社会実現のための産業を育成するために必要不可欠なものであり、第三期科学技術基本計画(平成18-22)の重点推進4分野の一つに位置づけられている。当分野では「健康長寿を達成し質の高い生活を実現する」ための研究開発を行うとし、バイオテクノロジー分野及び医工学・福祉分野において先端的研究及び基盤的研究を推進している。

#### 2. 分野の組織構成

当分野は、7つの研究センター(生命情報工学研究センター、生物情報解析研究センター、ヒューマンストレスシグナル研究センター、年齢軸生命工学研究センター、バイオニクス研究センター、健康工学研究センター、糖鎖医工学研究センター)、5つの研究部門(人間福祉医工学研究部門、脳神経情報研究部門、生物機能工学研究部門、セルエンジニアリング研究部門、ゲノムファクトリー研究部門)、4つの研究ラボ(シグナル分子研究ラボ、創薬シーズ探索研究ラボ、器官発生工学研究ラボ、バイオセラピューティック研究ラボ)で構成されている。研究戦略として、ポストゲノム研究における医薬・診断薬の新規シーズ、個々の人の状態に適合した精密医療を実現するための医工学技術、脳神経・人間科学研究における人間生活向上技術、生物機能を利用した効率的物質生産のための技術等を開発することを柱としている。

#### 3. 主な研究動向

以下に平成19年度の主な研究動向を示す。

##### (1) 早期診断技術の開発による予防医療の促進とゲノム情報に基づいたテーラーメイド医療の実現

- ・メタボリックシンドロームの治療薬候補として期待される FGF21分子の分子機構に関する発見をした。
- ・遺伝情報を細胞質で安定に発現できるシステム「持続発現型 RNA レプリコン」を開発し、慢性肉芽腫症やファブリ病などの遺伝性代謝疾患の原因遺伝子を持続的に発現させることに培養細胞レベルで成功した。
- ・ヒト疾病患者の検証試験として、非アルコール性肝障害、アルツハイマー病、パーキンソン病などの神経変性疾患、生活習慣病に関してバイオマーカーの測定をほぼ終了し、疾患に応じた特徴的な数値変動を見出した。
- ・遺伝子発現プロファイル検索システム CellMontage がグラスゴー大学のグリッドサーバーシステムに実装された。SAMURAI 遺伝子モジュール探索法を用いた解析法が国際マイクロアレイ解析アセスメント会議で日本初の口頭発表に選抜された。
- ・独自の創薬アプローチから生み出された化合物ライブラリを用い、疾患診断法と治療法の実現に向けた取り組みを製薬企業と行い、権利を共有する創薬候補化合物全て(約400種)の導出を実現した。
- ・ポリラクトサミン合成酵素遺伝子ノックアウトマウスにおける CD19並びに CD28分子上のポリラクトサミンの欠損とシグナルの亢進・リンパ球活性化の亢進を確認した。
- ・ヒト疾患の動物モデル構築と精査により、最初の年令軸恒常性分子機構、ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節分子機構がヒトでも確かに機能する事を証明した。

##### (2) 精密診断および再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

- ・ES 細胞に発現する Sox2あるいは Nanog 遺伝子を産総研で保有するヒト間葉系幹細胞に導入し、増殖と分化能(骨分化)が維持できることを発見し、あらたな再生医療技術となることを確認した。
- ・心臓形成、神経形成に関する新規遺伝子については機能解析も進め、実際に器官形成に必要とされていることを明らかにした。
- ・従来のセルソータと原理が全く異なる、輻射圧を用いて細胞を回収するマイクロチップ型セルソータの試作機を開発した。

##### (3) 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

- ・膝関節等の痛みを主に運動によって軽減する機能改善プログラムを検討し、その有効性や機能改善に伴う生活行動への好影響を確認した。
- ・眼球の輻輳開散運動を精密に制御しているのが大脳の後頭・頭頂連合野の一部である大脳皮質 MST 野(頭頂の間溝付近)であることを初めて明らかにした。

##### (4) 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産

- ・木部を作る遺伝子を産総研が開発した独自技術を用いて発見した。
- ・遺伝暗号を介さないでアミノ酸をタンパク質に結合する酵素の謎を X 線結晶構造解析、生化学的解析により明らかにした。

- ・化学合成で主に製造されているカルシウム代謝異常時に投与されるビタミンD製剤について、微生物による高生産を可能とする技術を開発した。
- (5) 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備
  - ・全自動二次元電気泳動システムとたんぱく質転写装置を一体化したたんぱく質解析装置を開発した。
  - ・プロトンポンプである V-ATPase や基質を結合したシャペロニンについて、極低温電子顕微鏡を用いた立体構造解析を行った。
  - ・熱弾性応力測定法は、熱弾性効果による対象物の表面温度変化の分布を赤外線サーモグラフィで測定し、表面主応力和の分布へ換算・表示する方法である。その適切な測定方法に関する規格、NDIS3425「熱弾性応力測定法」を、日本非破壊検査協会との連携で策定した。
  - ・猛毒リシンをテロ現場で判定するために、科学警察研究所と共同で小型の毒素検知器を試作・設計した。

## II. 情報通信・エレクトロニクス分野

### 1. 分野の目標

情報通信・エレクトロニクス分野においては、持続的発展可能な社会の実現に向けて分野の担うべきミッションを「IT(情報技術)によって誰もが知的活動を安全に支援され、それによって新たな価値や産業が生み出される活力ある社会の実現」と定めて研究開発を行っている。このミッションを実現するために以下の4つを分野の戦略目標として定めている。

- (1) 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスを創造する。
- (2) ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスを創造する。
- (3) 信頼性の高い情報基盤技術の開発により安全・安心な生活を実現する。
- (4) 次世代情報産業を創出するためにフロンティア技術を開発する。

### 2. 分野の組織構成

当分野の研究組織は、異分野融合領域も含めると、6つの研究センター(次世代半導体研究センター、グリッド研究センター、デジタルヒューマン研究センター、近接場光応用工学研究センター、システム検証研究センター、情報セキュリティ研究センター)、4つの研究部門(知能システム研究部門、エレクトロニクス研究部門、光技術研究部門、情報技術研究部門)、1つの研究ラボ(超高速光信号処理デバイス研究ラボ)で構成されている。

### 3. 主な研究動向

平成19年度の主な研究動向は以下の通りである。

- (1) 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出
  - ・グリッド研究センターは、グリッドミドルウェア技術の開発や大規模高速計算システムの活用によるグリッドテストベッドの構築と実証システムの開発などグリッド技術の高度化と体系化に関する研究開発を行ってきた。最終年度においては、国際的な大規模グリッド上で実証実験を行うとともに、グリッド通信ライブラリ(GridRPC)の標準化活動を積極的に推進し、グリッド技術標準化団体(Open Grid Forum)初の標準仕様として承認された。また、このようなグリッド技術を応用した、地球科学のための学術基盤システム GEOGridの研究を引き続き推進し、地球観測衛星 TERRA に搭載された ASTER(高性能光学センサ)のデータ約150TBをデータグリッド上に実装し、地すべり災害危険地域抽出などの環境・減災用アプリケーションを GEO Grid上に実装した。
  - ・デジタルヒューマン研究センターでは、計算機上に人間の機能を実現し、それを利用して人間の機能と行動を記述・分析・シミュレート・予測することを目的として、人間の計算機モデルの研究開発を行っている。本年度は、乳幼児の行動を見守り事故を予防する目的で、乳幼児行動モデルを構築し事故を予測・可視化する技術などを開発した。
  - ・情報技術研究部門では、生活世界の意味をデジタル情報化し、それを実問題に適用することで新たな意味や価値を創造し、人間の安心・安全・快適な生活に寄与する知的な情報技術を構築するための研究開発を行っている。本年度は、カメラ映像から異常動作などを自動検出する産総研独自技術 CHLAC(立体高次局所自己相関特徴法)を10倍高速化するとともに、動画像処理システムを容易に開発可能な環境を構築し、企業への技術移転を行うなどの成果が上がっている。
- (2) ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出
  - ・知能システム研究部門では、人間の行う知的な運動や物理的操作を支援・代行する知能システム技術の原理、要素技術、システム化技術の研究開発を行っている。本年度は、産総研で開発した RT ミドルウェアの基本要素である RT コンポーネントの仕様が、国際的なソフトウェア標準化団体 OMG において国際標準として承認され、

仕様提案のための参照実装として開発してきた **OpenRTM-aist-0.4.0** を初版としてリリースした。また、このようなロボットの機能要素のモジュール化の枠組みの標準化活動が認められ、「今年のロボット」大賞2007の優秀賞を受賞した。

- ・エレクトロニクス研究部門では、情報処理デバイス技術について、新電子現象・材料の発見・解明から個別デバイス、さらには応用システムへの一貫した研究開発を行っている。本年度は、量産化に優れた装置で高性能 **MgO 障壁 TMR** 素子を作製し、スピン注入トルクの直接観察に世界で初めて成功するなどの成果をあげた。
- ・光技術研究部門では、光の特性を最大限に生かすことによる情報・通信システムおよびセンサなど実世界とのインタフェースの高度化に資する技術の研究開発を行っている。本年度は、光信号再生技術（光3R 再生）に関しては、光クロック抽出技術を高度化し、分周成分を含まない40 Gb/s データ信号から20 GHz クロック抽出を可能した。プリンタブル有機光エレクトロニクスの研究に関しては、マイクロコンタクトプリント法によるプリンタブル有機薄膜トランジスタ（TFT）の大面积（世界最大）かつサブミクロンパターン化作製技術の開発に成功するなどの成果を上げている。
- ・次世代半導体研究センターでは、次世代の極微細デバイスに必須の技術の研究開発を行っている。本年度は、シリコンと酸化ハフニウム高誘電率膜界面の安定化技術開発による世界最薄ゲート絶縁膜トランジスタの動作実証、Ge チャネルとゲート絶縁膜との界面順位密度低減によるゲート長60 nm の世界最小 Ge トランジスタの動作実証を行うなどの成果をあげた。

#### (3) 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

- ・システム検証研究センターでは、現在、社会で広く使われているソフトウェアを含む情報処理システムの動作の数理的技法(形式的技法、**formal method**)による検証技術の研究開発を行っている。本年度は、業務システムの信頼性向上ツールの開発や、モデル検査の中級研修コースを開発するなどの成果が上がっている。
- ・情報セキュリティ研究センターでは、情報化社会で重要となる総合的な情報セキュリティ技術の研究開発・人材育成を行っている。本年度は、暗号モジュールに対する物理的な攻撃による情報漏えいの危険性を評価するための標準サンプルボードを開発して、国内外へ配布するなどの成果が上がっている。
- ・超高速光信号処理デバイス研究ラボでは、超高速全光スイッチの研究開発を行っている。本年度は、サブバンド間遷移スイッチに基づく多重分離・光信号処理技術の開発を行い、160 Gbps から10 Gbps へのエラーフリー多重分離光信号処理に成功するなどの成果を上げている。

#### (4) 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

- ・近接場光応用工学研究センターでは、光による情報記録を波長の数分の一程度の微細領域で可能にするため近接場光を応用した微小光学素子の研究開発を行っている。本年度はナノ加工技術を応用してシリコン酸化膜を用いた分子センシング用センサーチップを開発し、従来のセンサーより一桁高い感度を達成した。

### Ⅲ. ナノテクノロジー・材料・製造分野

#### 1. 分野の目標

ナノテクノロジー・材料・製造分野では、材料および製造技術の飛躍的な革新により、製造産業の国際競争力を強化し、社会における安心・安全な生活、環境と調和した持続発展可能な社会の実現を支える技術基盤の確立を目標としている。中でも、ナノメートルレベルの領域を対象とするナノテクノロジーにおいては、個々の要素技術を集積化し、産業界に導入できる技術として成熟させることによって、ナノインダストリーともいえるべき産業基盤の確立を目指してきた。また、サステナブル社会の実現に資するため、環境負荷が従来に比べて著しく低い材料、高効率省エネルギー製造技術に代表される「ミニマルマニュファクチャリング」技術の開発や、ものづくり基盤技術の高度化、高度技術を有する人材の育成にも注力して取り組んだ。

#### 2. 分野の組織構成

当該分野は平成19年度末において5つの研究センター(強相関電子技術研究センター、界面ナノアーキテクニクス研究センター、ダイヤモンド研究センター、ナノカーボン研究センター、デジタルものづくり研究センター)、4つの研究部門(ナノテクノロジー研究部門、計算科学研究部門、先進製造プロセス研究部門、サステナブルマテリアル研究部門)の計9研究ユニットで構成されている。

#### 3. 主な研究動向

当該分野の先端研究の代表例を以下に示す。

当該分野では積極的に産業界と連携して研究開発を実施している。その代表的なものとして **NEDO** プロジェクトがあり、そのうち「ナノテクノロジープログラム」では、精密高分子技術プロジェクト、カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト等がある。また、「革新的部材産業創出プログラム」においてはマグネシウム鍛造部



材技術開発プロジェクト、セラミックリアクター開発等、「新製造技術プログラム」では、高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト等を実施している。また、経済産業省の「希少金属代替材料開発プロジェクト」において、超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発および代替材料開発等を実施している。

平成19年度の主な研究動向は以下の通りである。

(1) 低環境負荷型の革新的ものづくり技術の実現

- ・小型セラミックスブロックの組合せにより大型構造物が形成できるステレオフィブリック接合技術においては、ブロック間接合をケイ素スラリーの反応焼結により行い、母材強度比0.9と高い強度を実現した。局所加熱接合においては、従来に比べ速度を5倍、温度を10 %低下できる触媒を見出した。また、現状の気孔率50～80 %程度から90 %超の高強度多孔質セラミックスの製造方法を確立した。
- ・省エネルギー型製造プロセスの技術開発では、製品の多様化に応じるため、少量かつ変量製造に対応可能な MEMS 製造装置を試作した。従来システムと比較して、床面積1/30～1/100、消費電力1/45、製造時間1/10を実現し、ミニマルマニファクチャリングの実現に向けて一歩を進めた。

(2) ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

- ・カーボンナノチューブ (CNT) の大量合成技術開発では、コロイド溶液合成に基づくナノ微粒子触媒の製造並びに大面積塗布技術を開発し、A4サイズニッケル合金基板上に、均一に単層 CNT を高密度合成することに成功した。高密度単層 CNT を電極材とするキャパシター開発では、CNT 先端の開口処理により60 %の電気容量の増加を達成した。
- ・密度勾配遠心分離法を用いて、金属型 CNT、半導体型 CNT とともに99 %以上の純度で、mg オーダーの分離量を世界で初めて達成した。同分離技術を用いて、直径の違いによるシアン、マゼンタ、イエローの3原色を持つ金属型 CNT の分離精製に成功した。
- ・有機ナノチューブの技術開発では、内表面を蛍光基で化学修飾した有機ナノチューブを用いて、極微量の球状タンパク質がその中に取り込まれる現象を可視化することに成功した。さらに、有機ナノチューブを用いて1フェムトリットル以下の溶液徐放が行えるナノピペットを開発した。
- ・プリンタブルエレクトロニクスの研究開発では、ドナー、アクセプタ分子を有機溶媒にそれぞれ溶解し、その微細液滴を基板上の同位置に吐出して導電性薄膜を合成するダブルショット・インクジェット法を開発し、面伝導度10ジーメンズに及ぶ TTF・TCNQ 薄膜を得ることに成功した。さらに上記薄膜を電極として用いたペンタセン薄膜トランジスタが、著しく低い閾ゲート電圧(従来の金電極の場合の1/70)で駆動できることを明らかにした。

(3) 機能部材の開発による輸送機器及び住居から発生する CO<sub>2</sub>の削減

- ・調光ミラーでは、保護膜の追加により鏡状態と透明状態のスイッチング寿命を2000回から3000回に向上させるとともに、80 cm×120 cm の大型調光ミラーガラス膜を作製し、建物の窓に実装した状態でのスイッチングに成功した。自律型調光ガラスでは、従来の無機酸化物系とは異なり高分子を用いたサーモクロミックガラスを新たに開発した。また、電氣的にスイッチングできる全固体調光ミラーフィルムを新たに開発した。

(4) ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

- ・レア金属不要の熱電素子の開発においては、粉末冶金法を利用したプロセス技術の開発により、現状より100 °C程度低温で低熱伝導・高強度ナノ結晶ホイスラーの緻密な成形体を作製した。形成体をベースとする熱電素子は、民間企業、大学と共同で二輪車へ搭載された。
- ・加工技術データベースにおいては、切削、研磨、アーク溶接等の技術情報を拡充し、1487の新規ユーザを獲得した。鋳造・鍛造・めっき・熱処理の4加工法を対象に技術ノウハウを記述するために必要な情報を検討し、手技に近い技能を数値化する測定装置を開発・援用した。そして、記述の雛形であるソフトウェアツール（加工テンプレート）を開発し、協力企業で検証を行った。
- ・共用ナノプロセッシング施設では、180件の研究開発支援、講義カリキュラム受講90名(内、約5割が産業界から)、59名の実習参加、各種インターンシップ5名、そして600件を越える要素技術トレーニングを実施した。また、物質・材料研究機構との協業体制確立、都立産業技術研究センターとの人材育成等に関する相互協力協定の締結など、ネットワークの構築に成功した。

(5) ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

- ・蛋白質など巨大分子の電子状態計算を可能とするフラグメント分子軌道計算法 (FMO) に基づいた時間依存密度汎関数法を開発した。量子・古典融合法の開発の第一段階として、FMO のエネルギー微分計算を高精度化した。可分極連続体モデル (PCM) の FMO 法バージョン (FMO/PCM) 法により、蛋白質とリガンドの結合に及ぼす溶媒効果を解析した。上記に加えて、FMO 法による NMR 化学シフト計算法を開発し、蛋白質の計算で



十分な精度が得られることを確認した。

#### IV. 環境・エネルギー分野

##### 1. 分野の目標

産総研では環境・エネルギー分野を重点分野の一つと位置づけ、安心・安全な環境、資源循環システム、環境と調和した新しいエネルギー需給システムからなる「持続・共生が可能な循環型社会」を構築することを分野の社会的目標と定めている。その目標達成のために環境・エネルギー分野においては、以下の4項目の戦略目標を策定し、これに沿った研究開発を実施している。

- (1)「環境・安全対策の最適ソリューションの提供」においては、産業活動や社会生活に伴う環境負荷低減を図る観点から、産総研が高いポテンシャルを有する化学物質リスク評価技術、ライフサイクルアセスメント技術、地球環境影響評価技術、爆発安全評価技術に加え、極微量の環境負荷物質が検出可能な環境計測・モニタリング技術、広く拡散した環境負荷物質にも対処可能な環境浄化・修復技術のシーズ確立に努めている。また、これらの要素技術をさらに発展させ、計測・評価・対策技術が三位一体となった新しい予測・対策技術の開発を実施している。
- (2)「低環境負荷型化学産業の創出」では、第1期における環境負荷の低い原料、反応系、分離プロセス研究の成果を基に、エネルギーと資源を効率的に利用することにより、化学産業の省エネルギー化・省資源化を実現しようとするものである。具体的な戦略課題としては、バイオマスを原料とする化学製品の製造技術、副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術、省エネルギー型の気体製造プロセス技術の開発等を実施している。
- (3)「分散型エネルギーネットワークの開発」については、CO<sub>2</sub>排出削減とエネルギーの安定供給確保を図る観点から、今後大幅な伸びが見込まれる燃料電池及び水素等の分散エネルギー源の効率的なネットワーク構築にかかわる研究開発を進めることによって、再生可能エネルギーの大規模導入と高効率燃料電池やシステムマネジメントによる省エネルギー化を目指す。具体的な戦略課題として、分散型エネルギーの効率的な運用技術、小型高性能燃料電池技術、太陽光発電の大量導入促進に寄与する技術、水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術、等の開発を実施している。
- (4)「バイオマスエネルギーの開発」では、再生可能エネルギーであるバイオマスの利用を拡大し、CO<sub>2</sub>削減や地球温暖化防止に貢献するための技術開発を進める。戦略課題として、木質系バイオマスからの液体燃料製造技術、バイオマス利用最適化のための評価技術の開発等を実施している。

##### 2. 分野の組織構成

環境・エネルギー分野では、9つの研究センター(化学物質リスク管理研究センター、ライフサイクルアセスメント研究センター、パワーエレクトロニクス研究センター、太陽光発電研究センター、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター、コンパクト化学プロセス研究センター、バイオマス研究センター、水素材料先端科学研究センター、新燃料自動車技術研究センター)、4つの研究部門(ユビキタスエネルギー研究部門、環境管理技術研究部門、環境化学技術研究部門、エネルギー技術研究部門)、1つの研究ラボ(メタンハイドレート研究ラボ)を中心に研究開発を行っている。本年度はこのうち、新燃料自動車技術研究センターが設立された。このほか、ナノテク・材料・製造分野および情報通信・エレクトロニクス分野、ライフサイエンス分野に属する研究ユニットにおいても、本分野と関連の深い、省エネルギー・物質循環に関わる研究開発を実施している。

##### 3. 主な研究動向

環境・エネルギー分野の研究戦略のもと、特に経済産業省・(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のプログラムにかかわる主な事業として、以下の事業を実施している。

- ・地球温暖化防止新技術プログラム：ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発、革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト
- ・化学物質総合評価管理プログラム：有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発、ナノ粒子特性評価手法の研究開発、化学物質の最適管理をめざすリスクトレードオフ解析手法の開発
- ・省エネルギー技術開発プログラム：革新的次世代低公害車総合技術開発、エネルギー使用合理化技術戦略の開発、パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発
- ・新エネルギー技術開発プログラム：燃料電池先端科学研究、固体酸化物形燃料電池システム技術開発、固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発、水素安全利用等基盤技術開発、水素貯蔵材料先端基盤研究事業、太陽光発電システム未来技術研究開発、バイオマスエネルギー高効率転換技術開発、次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発、系統連系円滑化蓄電システム技術開発

- ・ 燃料技術開発プログラム：メタンハイドレート開発促進事業、石炭利用次世代技術開発調査
- ・ 革新的部材産業創出プログラム：革新的マイクロ反応場利用部材技術開発、等

これらの経済産業省および NEDO の委託費だけではなく、文部科学省や環境省等からの委託費による研究開発も実施している。長期的視点を持ちつつ早期実用化を目指したシナリオドリブンの研究開発を基本としているが、同時に環境・エネルギー技術を産み出すための先導的研究を運営費交付金等によって実施している。

また、平成19年度の主な成果としては以下が挙げられる。

- (1) 予測・評価・保全技術の融合により、環境・安全対策の最適ソリューションを提供する
  - ・ 30種以上の化学物質について詳細リスク評価書を作成
  - ・ 環境効率指標を取り入れた新しい LCA 評価手法を完成
  - ・ 環境汚染物質測定のための高感度・高精度な水晶振動子式免疫センサーシステムを開発
  - ・ 廃小型電子・電気機器等から希少金属を回収するための選択粉碎・粒子分離技術を開発
- (2) 環境効率最大の化学技術により高い国際競争力を持つ低環境負荷型化学産業を創出する
  - ・ 膨張黒鉛と粘土膜の複合化したアスベスト代替ガasketを開発
  - ・ 過酸化水素水を酸化剤とした低環境負荷酸化プロセスを開発
  - ・ 水素分離用パラジウム膜の高耐久化を実現
- (3) 分散型エネルギーネットワーク技術により、CO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上に資する
  - ・ 世界最高効率のタンデム構造色素増感太陽電池を開発
  - ・ 5質量%以上の水素貯蔵量を持つ水素貯蔵材料を開発
  - ・ 界面活性剤を利用して循環ポンプ動力の65 %の省エネを達成
  - ・ アンモニアボランによるダイレクト燃料電池を開発
- (4) バイオマスエネルギーの開発により、地球温暖化防止へ貢献する
  - ・ 木質系バイオマスからのワンバッチ式バイオエタノール製造技術を開発

## V. 地質分野

地質分野は、社会基盤分野、フロンティア分野からエネルギー・環境分野に関わる幅広い領域をカバーし、その中心となる「地質の調査」は、産業技術総合研究所が我が国唯一の総合的な地質調査研究機関として実施する責務を負っている。「地質の調査」を確実に実施するため、研究コーディネータを代表とし、地質調査総合センター (Geological Survey of Japan, AIST) として、地質・海洋・資源環境関連の研究ユニット (活断層研究センター、地圏資源環境研究部門、地質情報研究部門)、深部地質環境研究コア、同関連部署 (地質調査情報センター、広報部 地質標本館) 等から構成される連携体制を構築している。また、国際的にもこの体制の下で、東・東南アジア地球科学計画調整委員会 (CCOP) 等の国際機関や世界地質調査所会議 (ICOGS)、万国地質図会議 (CGMW) 等に対して、我が国を代表して対応している。

平成12年12月に閣議決定された「経済構造の変革と創造のための行動計画」において、地質情報は国が整備すべき知的基盤の重点分野に取り上げられた。これを受けて、産業技術総合研究所地質調査総合センターは、平成13年6月の産業構造審議会産業技術分科会・日本工業標準調査会合同会議 知的基盤整備特別委員会で、平成22年を目途に世界最高水準を目指した地質情報整備を推進することが要請された。平成18年11月に第三期科学技術基本計画の策定及び知的基盤整備10年計画の中間点にあたることを受け、同委員会による大幅な整備目標の見直し (例えば、地質図幅等の数値目標や重点の整備等) がなされた。この知的基盤整備計画の下に、地質情報の整備を計画的・継続的に実施してきている。

以上の政策的な方針を踏まえ、地質分野では、安全・安心で持続的発展可能な社会の実現に向けて、陸域及び海域における「地質の調査」を通じて様々な地質情報を整備するとともに、それを基盤として地震・火山災害等の国土の安全に係る研究、高レベル放射性廃棄物地層処分や地圏・水圏等における環境保全に係る研究、エネルギー・資源の安定供給に係る研究等を実施している。

### 地質分野の重点課題

- (1) 地質情報の統合化と共有化・国土及び周辺域の高度利活用
  - ・ 最新の地球科学的知識に基づき、5万分の1地質図幅 (陸域)、20万分の1地質図 (陸域・海域)、地球物理図、地球化学図、火山関連図、地震関連図など各種地球科学基本図、地球科学主題図等の網羅的・系統的な整備を行い、知的基盤として整備・公表している。
  - ・ 国の要請に基づき、国連に提出する大陸棚画定のための科学的根拠に関する調査研究を進めるとともに、衛星画

像情報に関する技術開発と情報の統合化を行っている。

- ・社会への貢献という視点で、外部の研究者・機関等での地質情報の高度な利活用を促進するために、これまで網羅的に整備された地質図・地球科学図等を標準化・数値化・統合化し、付加価値の高い地球科学データベースの構築を進めている。
- ・整備されたデータベースとしては、全国統一の凡例による20万分の1日本数値地質図(シームレス地質図全国版)、地層・岩体・火山事典、活火山データベース、活断層データベースなどの研究開発成果を取りまとめたデータベースのほかに、日本地質文献データベース(GEOLIS+)、世界地質図データベース(G-MAPI)等の、これまで長年にわたって地質調査総合センターが収集してきた文献情報を取りまとめたデータベース等がある。これらはインターネット上で公開しており、いずれのデータベースも、所内外から広く利用されている。

(2) 地圏循環システムの解明と解析技術の開発による地球と人間との共生社会の実現

- ・地質分野では、地質学、地球化学、地球物理学等の地球科学的手法を駆使し、人間活動が陸域・海域に及ぼす環境影響問題に対して、土壌・地質汚染、沿岸域の物質循環・生態系と環境評価・修復技術、温暖化等地球規模環境変動の要となる炭素循環研究、地圏・水圏環境にかかわる知的基盤情報の整備・提供等の研究を実施している。
- ・沿岸域地下水挙動の把握や深部岩盤の応力測定などの深部地質環境に関わる知見の収集、高精度の地下水センサーや高分解能の物理探査技術など調査手法の開発等の、廃棄物処分場にかかわる調査研究を実施している。
- ・国際的な資源流通経済は長期的に安定し続ける保障はなく、常に資源ショックの危険性が潜在している。このような資源問題に対処することを基本に、地圏及び海洋に賦存する様々な資源に関する研究や技術開発等を行っている。具体的には、国土(領海)及び経済水域におけるガスハイドレート等の未利用資源の開発研究、資源・エネルギーに関する知的基盤情報の整備・提供等の研究や資源産出国に対する鉱物資源開発海外協力を実施している。
- ・平成9年に採択された京都議定書を履行するために CO<sub>2</sub>を地中に貯留・隔離する技術開発が進められる中で、地質分野では CO<sub>2</sub>発生源に近い沿岸域における地質及び帯水層モデリングなどによる長期地中挙動予測手法や貯留モニタリング技術、安全評価手法などの開発を行っている。
- ・東・東南アジア地域を含めた CO<sub>2</sub>貯留に係る地質情報の収集・整備とともに貯留ポテンシャル評価技術の高度化を実施している。

(3) 地質現象の将来予測と評価技術の開発による災害リスクの最小化と安全・安心な社会の構築

- ・国土の安全を目指した自然災害に関する研究では、地震及び火山に関する研究を重点的に実施している。日本の地震・火山に関する研究については、災害軽減のための国の各施策(地震に関する観測・測量・調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策、地震予知のための新たな観測研究計画、火山噴火予知計画等)に基づいて、関連機関が相互に連携を取りつつ分担・実施する体制が取られている。産業技術総合研究所では主要活断層調査、地震地下水の観測、活断層・平野地下構造データベースの整備、短期的・長期的火山噴火予知・予測の研究のほか、地震発生及び火山噴火メカニズム等にかかる基礎的研究を実施している。
- ・高レベル放射性廃棄物地層処分の安全評価に資するため、行政対応課題から基礎的課題まで幅広い研究を実施している。特に安全規制を所管する原子力安全・保安院への技術支援は、深部地質環境研究コアを設置して対応しており、地層処分に係る地質現象の長期変動の影響評価と、天然バリア領域の隔離性能評価を2大テーマにして、体系的に実施している。また、原子力安全基盤機構、日本原子力研究開発機構との協力協定を締結し、この連携の下で規制支援の共同研究等を実施している。さらに米国の放射性廃棄物規制解析センターとの研究協力協定(平成16年10月から5年間)やスイスの放射性廃棄物管理共同組合の主宰する国際共同研究への参画を通じ、国際的な人事交流とともに地層処分に係る地下水流動評価技術の研究協力を実施している。

(4) グローバルな地質情報ネットワークにおけるイニシアティブの発揮

- ・東アジア地域における地質情報の標準化と数値化の作業を各国の関係機関と協力して進め、東・東南アジア地球科学計画調整委員会(CCOP)については国の代表としての役割を果たすと同時に、CCOP 国内支援委員会を開催し、関連機関間のハブの役目を担っている。また、地球科学に関する国際プロジェクトへ積極的に参画し、国際機関との協調を推進するとともに、相手国の人材育成にも貢献している。

(5) 分野融合研究の推進

- ・地質分野における分野融合研究の目的は、従来の研究手法では解決困難な課題に対して、他分野との融合により問題解決を図り、社会の要請に応えることである。地質分野は、地球を対象とした分野融合研究に積極的に取り組むことにより、地球が抱える諸問題解決の一翼を担うことができる。第2期の研究戦略では、地質情報の統合システムの開発として「最新の情報技術を活用した地質基盤情報データベースの構築」、地球微生物プロセ



スの解明と利用技術の開発として「地球システムにおける微生物のメタン生成・消費プロセスの解明と利用技術の開発」の2課題を分野融合研究として実施している。前者は、国の地球観測推進施策に対応して衛星画像情報と地質情報の統合化を目指し、「GEO Grid プロジェクト」として、地質調査情報センター、グリッド研究センター、地質情報研究部門及び環境管理技術研究部門を中核とする融合研究として推進している。

(6) 研究支援部門の活動

- ・地質調査情報センターは、産総研2号業務「地質の調査」を推進し、地質情報を整備・発信する地質調査総合センターの事務局機能を果たすとともに、当分野に関わる国際連携活動の中心的役割を担っている。また、産業技術総合研究所の広報及び産学官連携活動機能の一翼をも担い、地質分野の研究ユニット、地質標本館及び産学官連携推進部門と連携して業務を行っている。

## VI. 標準・計測分野

計量標準と計測技術及びその標準化は、あらゆる科学技術活動、財・サービスの生産等の経済活動、さらには社会生活全般において最も基本となる基盤技術である。私たちが客観的・科学的な根拠に基づいて適正な試験データを取得できるように、標準・計測分野では、国が一元的・組織的・効率的に提供することを要請されている計量標準と標準物質の整備、および我が国の産業技術競争力の向上に必要な計測技術とその標準化の研究を行っている。これらを通して主として次の3点の効果が期待される。①わが国の基準認証制度が円滑に運用され、その試験データが国際的に認知されて、技術的障壁のない自由な国際通商が促進されること。②我が国オリジナルでレベルの高い製品や技術が適正に評価されて、国内外の市場で円滑に受け入れられること。③環境の汚染や変動の正しい評価を促進し、これに基づいて環境が適切に保全され、また医療検査の妥当性や食品等の安全性が適正に認識され、これに基づいて国民生活・社会の安心・安全を高めること。

当分野の研究組織は、2つの研究部門(計測標準研究部門、計測フロンティア研究部門)、1つの研究センター(生産計測技術研究センター)の計3つの研究ユニットで構成されている。平成19年度の主な研究動向は以下の通りである。

### 1. 計量標準

計量標準整備については、計測標準研究部門がわが国の中核として担い開発・供給を行っている。第1期途中では、当初の整備計画に対する産業界からの強い要請に基づいてその数値目標を200種類へと上方修正したうえで、第1期終了時点において220種類の新規供給を実現し、その目標をも上回る成果を挙げることができた。平成19年度の実績としては、物理標準19種類及び標準物質12種類、合計31種類の新たな標準の供給を開始した。また特定二次標準器の校正319件、特定副標準器の校正は14件、依頼試験は388件であった。認証標準物質の頒布数は535件であった。特定計量器の型式承認は85件、基準器検査は2437件、比較検査53件、検定14件、各種計量教習のべ約736人を行った。同時に国家計量標準の相互承認を目的とし、計量標準の国際比較、国際基準に準拠した標準供給のための品質システムの整備と ISO/IEC 17025および ISO ガイド34認定(ASNITE-NMI)取得、他国の専門家による技術審査(Peer review)受入等を進めた。国際関係ではメートル条約と国際法定計量条約における調整活動への参加を通して我が国の計量技術を代表した責務を果たすと同時に、アジア太平洋地域では計量組織での調整活動や各国の計量技術者に対する教習等を通して計量先進国としてのプレゼンスを発揮した。

研究開発面での成果例としては、以下のようなものが挙げられる。

- (1) 基本的な計量標準を世界最高水準で整備することにより、わが国の国際通商、生産・品質管理、基準認証制度の発展を支援する
  - ・原子力発電所の熱出力の測定の不確かさは主に給水流量計によって支配されており、給水流量計の不確かさを小さくすることにより、発電所効率を高めることが可能になる。実際の原子力発電所と同じレイノルズ数において給水流量計を0.08 %の不確かさで校正できる試験設備を世界で初めて完成させた。
  - ・日本国家標準である圧力(気体差圧)標準の遠隔校正(e-trace)の実証実験に初めて成功した。これにより、仲介器を利用する遠隔校正(e-trace)技術の実用化に向けて大きな一歩を踏み出したことになる。
  - ・ディーゼル車から排出されるナノ粒子に対して、欧州を中心に、個数濃度基準での規制が行われることが確実視されることなどから、気中浮遊ナノ粒子の個数濃度測定装置の校正に必要な、個数濃度一次標準を開発した。
  - ・高周波物理標準の中でも、最も基本とされる高周波インピーダンス標準を3.5 mm コネクタにおいて高水準で実現し、JCSS 供給を開始した。33 GHz の標準が供給できる計量機関は世界的にも数が少ない。これで、高周波物理量のすべてが JCSS 供給可能となり、産業界の予てからの要望であった高周波機器の JCSS トレーサビリティが可能となった。
- (2) ニーズに即応した計量標準を開発・供給することにより、我が国産業の競争力強化と国民の安心・安全の確保を支援する



- ・1～数個の光子を含む超微弱光パルスのエネルギーを観測できる超伝導光検出器を開発した。本検出器は、300 ns の応答時定数を持ち、世界最高速度で光子数識別を行うことが可能である。本技術は、光子の量子干渉を用いた情報通信や、生体からの超微弱発光など様々な分野に応用することが可能である。
- ・燃料効率の向上や燃料の多様化に伴って、新しい標準が必要とされている。そこで、燃料の低硫黄化に対応する、SI にトレーサブルな低濃度硫黄標準液を開発し供給した。
- ・陽電子寿命法による高分子やガラスの自由体積空孔測定が行われているが、測定装置やデータ解析の妥当性を確認するための、標準がなく問題となっていた。世界初の陽電子寿命測定のための認証標準物質を開発し、頒布を開始した。

## 2. 計測技術

計測技術に関しては、計測フロンティア研究部門と生産計測技術研究センターを中心に研究開発を行っている。前者は、産業技術に主要な役割を果たす「遷移・変移現象」の解明・制御・利用を対象として、その計測・評価技術とそこから派生する制御技術の開発を目標とする。後者は、品質・生産性の向上、製品不具合対処、安全確保、環境保全などに資する新たな計測技術を生産現場へオンタイムで提供することや企業の生産現場に精通した技術者であるマイスターとの連携によって産業界の計測ニーズに沿った研究開発を推進することを目的としている。

平成19年度の2ユニットにおける計測・評価技術の主な研究成果として以下が挙げられる。

### (1) 先端計測評価技術の開発とそれらの規格化により、産業競争力の強化と国際市場の獲得を支援する

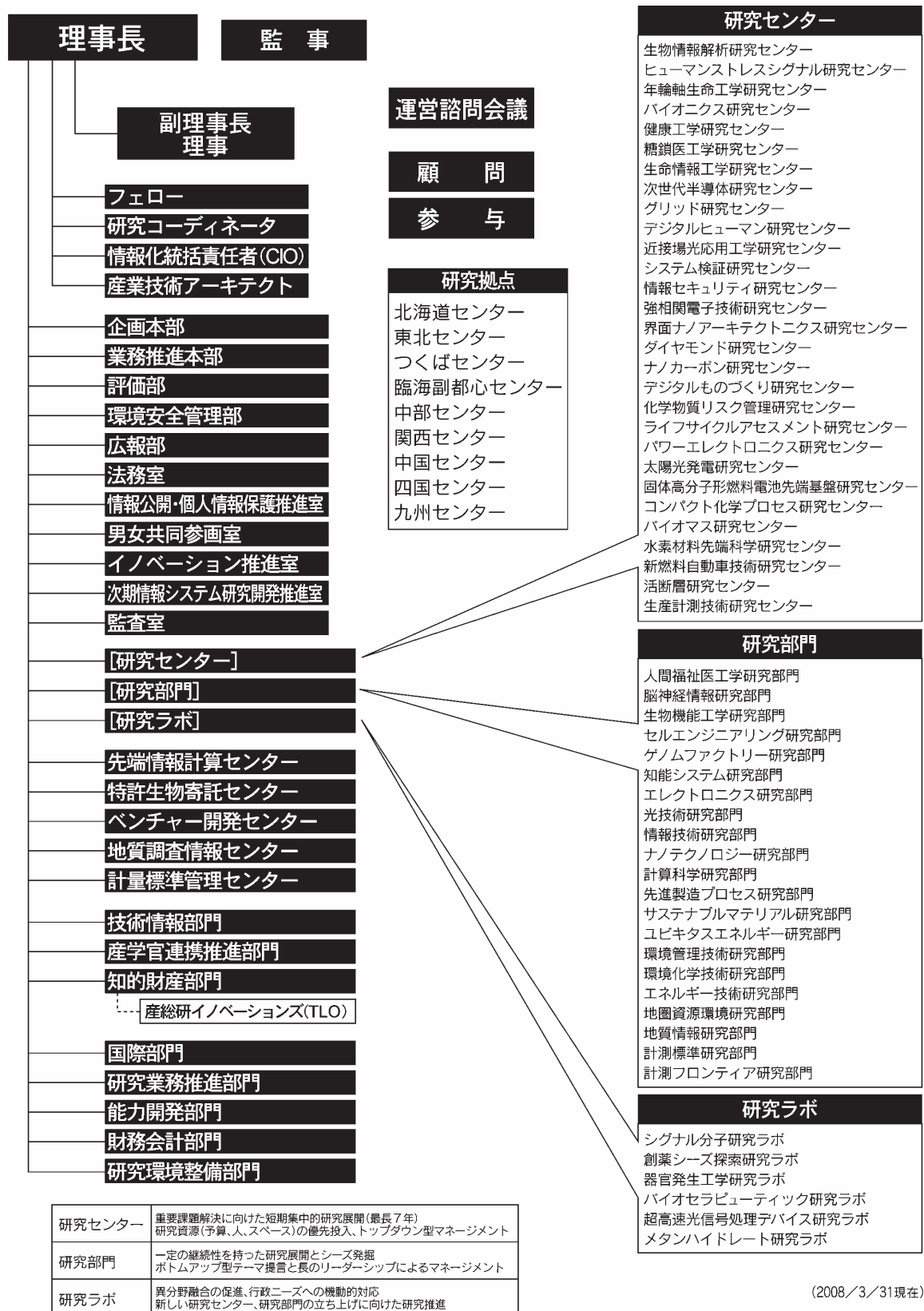
- ・長さの国家標準にトレーサブルな厚さ計測用の物差しとなる3.49 nm 厚の  $\text{SiO}_2$  膜の候補標準物質の供給を行った。また、光励起オゾン酸化法により多結晶シリコン上に6 nm $\pm$ 0.1 nm (2 %) の均一酸化膜を作製し、熱酸化膜ゲート同等の絶縁特性であることを示した。
- ・高分子検出のために超伝導アレイ検出器を開発し、平成18年度以前に比べて分析時間を1/50にするために十分な有感面積3 mm<sup>2</sup>以上を実現した。この検出器を用いることにより中性粒子をイオン化することなく質量分析することに成功した。極低温用 GaAs FET を開発し、発熱量0.8 mW とこれまでにない低発熱を実現した。さらに、超伝導ナノサイズストリップライン検出器を開発して、時間分解能360 ps を達成し、タンパク質の超高速検出に成功した。
- ・C バンド小型電子加速器で3 MeV 以上に電子ビームが加速できるシステムを構築し、電子ビームの発生を確認した。乾電池で動作し、本体部が手のひらサイズのポータブル電子加速器の開発に成功し、これを用いて分単位の時間で X 線非破壊検査が可能であることを実証した。陽電子ビーム高輝度化装置の改良を行い、陽電子ビームを50  $\mu\text{m}$  以下に集束する技術を開発した。
- ・耐熱温度が従来のエンジン計測用センサよりも400  $^{\circ}\text{C}$  高く、かつ安価に作製するのに適した高耐熱薄膜圧力センサを試作した。センサの応答性評価を行うためにエンジンにとりつけ、燃焼圧変動に対する応答特性の評価を行った。その結果、試作したセンサは単結晶を用いた高価な検査用市販センサと同等の応答特性を示すことを実証した。
- ・シリコン・ウエハ表層内に形成したマイクロラック（例：幅0.2  $\mu\text{m}$ 、深さ100 nm）等をレーザ照射と超音波印加により検出し、その画像化に成功した。

### 3. 幹部名簿

| 役職（本務）  | 役 職（兼務）                                             | 氏 名   | 就任期間  | 就任年月日      | 備 考                          |
|---------|-----------------------------------------------------|-------|-------|------------|------------------------------|
| 理事長     | ベンチャー開発センター長                                        | 吉川 弘之 | 7年    | 平成13年4月1日  |                              |
| 副理事長    | つくばセンター所長                                           | 曾良 達生 | 1年    | 平成19年4月1日  |                              |
| 理事      | 企画本部長                                               | 脇本 真也 | 0年8ヶ月 | 平成19年7月31日 |                              |
| 理事      | 業務推進本部長                                             | 古賀 茂明 | 0年7ヶ月 | 平成19年8月20日 |                              |
| 理事      | 評価部長                                                | 中島 尚正 | 2年6ヶ月 | 平成17年10月1日 | ※H17. 4. 1～9. 30<br>までは非常勤理事 |
| 理事      | 環境安全管理部長                                            | 小林 直人 | 5年    | 平成15年4月1日  |                              |
| 理事      | 広報部長<br>つくばセンター所長代理<br>情報化統括責任者<br>次期情報システム研究開発推進室長 | 小野 晃  | 2年    | 平成18年4月1日  |                              |
| 理事      |                                                     | 加藤 碩一 | 2年    | 平成18年4月1日  |                              |
| 理事      |                                                     | 一村 信吾 | 1年1ヶ月 | 平成19年2月16日 |                              |
| 理事      | 産業技術アーキテクト                                          | 伊藤 順司 | 1年    | 平成19年4月1日  |                              |
| 理事      |                                                     | 山崎 正和 | 2年    | 平成18年4月1日  |                              |
| 理事（非常勤） |                                                     | 渡邊 浩之 | 3年    | 平成17年4月1日  |                              |
| 監事      |                                                     | 鈴木 安雄 | 3年    | 平成17年4月1日  |                              |
| 監事      |                                                     | 石野 秀世 | 0年8ヶ月 | 平成19年7月31日 |                              |

（平成20年3月31日現在）

## 4. 組織図



## 5. 組織編成

| 年月日        | 組 織 規 程                                             | 組 織 規 則                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 平成19年4月1日  | 東北センターに、仙台青葉サイトを設置<br>九州センターの長崎サイト及び北九州サイトを廃止       | 環境安全管理部の安全衛生管理室の名称を安全企画室に、生命倫理管理室の名称をライフサイエンス実験管理センターに変更し、同部に管理推進室を設置<br>深部地質環境研究センターを廃止<br>生命情報科学研究センターを廃止<br>次世代半導体研究センターの第5研究チームを廃止<br>爆発安全研究センターを廃止<br>システム検証研究センターに研修コース研究チームを設置<br>健康工学研究センターにバイオマーカー解析チームを設置<br>デジタルものづくり研究センターの加工応用技術研究チームを廃止<br>糖鎖医工学研究センターの細胞機能制御解析チームを廃止<br>新燃料自動車技術研究センターを設置し、同研究センターに新燃料燃焼チーム、新燃料製造チーム、省エネルギーシステムチーム、排出ガス浄化チーム及び計測評価チームを設置<br>生命情報工学研究センターを設置し、同研究センターにRNA 情報工学チーム、配列解析チーム、創薬分子設計チーム、分子機能計算チーム、細胞機能設計チーム及び生体ネットワークチームを設置<br>地圏資源環境研究部門に地質特性研究グループ及び地下環境機能研究グループを設置<br>計算科学研究部門の複合モデリング研究グループの名称を第一原理シミュレーション研究グループに変更<br>サステナブルマテリアル研究部門の自然エネルギー制御・評価研究グループを廃止<br>地質情報研究部門に長期変動研究グループ及び深部流体研究グループを設置<br>環境管理技術研究部門の浄化触媒研究グループを廃止し、同研究部門に爆発衝撃研究グループ、高エネルギー物質研究グループ、気相爆発研究グループ、爆発利用環境安全研究グループ及び高密度エネルギー研究グループを設置<br>エネルギー技術研究部門のクリーン動力グループ及び水素化精製触媒グループを廃止<br>情報技術研究部門に適応型システム研究グループを設置<br>地質調査情報センターに地質情報統合化推進室を設置<br>高選択酸化技術連携研究体及び超臨界流体エンジニアリング連携研究体を廃止<br>地質調査情報センターに次長の職制を設置<br>特別の組織として、アジア・バイオマスエネルギー研究コア、爆発安全研究コア、深部地質環境研究コアを設置 |
| 平成19年4月15日 |                                                     | パワーエレクトロニクス研究センターの結晶成長・評価チームの名称をウェハ・評価チームに、デバイスプロセスチーム1の名称を SiC パワーデバイスチームに、デバイスプロセスチーム2の名称を GaN パワーデバイスチームに変更<br>サステナブルマテリアル研究部門の金属部材構造制御研究グループを廃止し、同研究部門に融合部材構造制御研究グループを設置<br>ブラディオン医用機器開発連携研究体を設置                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 平成19年5月1日  | ベンチャー開発戦略研究センターの名称をベンチャー開発センターに変更<br>東京本部の丸の内サイトを廃止 | ゲノムファクトリー研究部門の核酸工学研究グループ、界面生体工学研究グループ及び生体分子利用デバイス研究グループを廃止し、同研究部門に生物材料工学研究グ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |



産業技術総合研究所

|            |                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | ベンチャー開発戦略研究センター長の職制をベンチャー開発センター長に変更                                                                                  | ループ及び生体分子工学研究グループを設置<br>財務会計部門の予算室を廃止<br>研究環境整備部門に建設部を設置し、同部に建設第一室、建設第二室及び施設管理室を設置し、並びに同部門の施設計画室の名称を計画室に、施設プロジェクト室の名称をプロジェクト室に変更し、並びに同部門の建設室及び施設管理室を廃止<br>広報部の地質標本館に地質標本館副館長の職制を設置 |
| 平成19年6月1日  |                                                                                                                      | エネルギー技術研究部門の熱流体システムグループの名称を熱・流体システムグループに、同研究部門の超電導材料技術グループの名称を超電導技術グループに変更し、並びに同研究部門の熱利用グループ及び高温エネルギー材料グループを廃止<br>財務会計部門に制度・審査室を設置                                                 |
| 平成19年7月1日  | 東京本部に秋葉原事業所、八王子事業所及び小金井事業所を設置<br>九州センターに福岡西事業所を設置<br>東京本部の秋葉原サイト、小金井サイト及び八王子サイトを廃止し、同本部に大田サイトを設置<br>九州センターの福岡西サイトを廃止 | 環境安全管理部に放射線管理センターを設置<br>地圏資源環境研究部門の地圏流体ダイナミクス研究グループを廃止し、同研究部門に地圏環境システム研究グループを設置                                                                                                    |
| 平成19年8月1日  |                                                                                                                      | 生産計測技術研究センターを設置し、同研究センターに応力発光技術チーム、アダプトロニクスチーム、表面構造計測チーム、プロセス計測チーム、環境計測チーム及び計測基盤情報チームを設置<br>実環境計測・診断研究ラボを廃止<br>環境調和型材料連携研究体を廃止                                                     |
| 平成19年9月1日  |                                                                                                                      | 生物情報解析研究センターの発現頻度解析チームを廃止                                                                                                                                                          |
| 平成19年9月18日 |                                                                                                                      | 評価部に評価企画室及び研究評価推進室を設置                                                                                                                                                              |
| 平成19年10月1日 |                                                                                                                      | 地圏資源環境研究部門の有機地化学研究グループを廃止し、同研究部門に地圏化学研究グループ及び地圏微生物研究グループを設置                                                                                                                        |
| 平成19年12月1日 |                                                                                                                      | 地圏資源環境研究部門の地質バリア研究グループ及び地下水環境研究グループを廃止し、同研究部門に地下水研究グループを設置                                                                                                                         |
| 平成20年1月1日  | 九州センターの福岡サイトを福岡県福岡市中央区から同市博多区に移転                                                                                     | 糖鎖医工学研究センターにグライコプロテオーム解析チームを設置<br>セルエンジニアリング研究部門にバイオインターフェース研究グループを設置<br>ベンチャー開発センターのベンチャー戦略研究室を廃止                                                                                 |
| 平成20年2月1日  |                                                                                                                      | 環境化学技術研究部門の機能性高分子グループを廃止                                                                                                                                                           |
| 平成20年3月1日  |                                                                                                                      | 能力開発部門にバリアフリー推進室を設置                                                                                                                                                                |

## Ⅱ. 業 務

## Ⅱ．業 務

### 1. 研 究

産業技術総合研究所（産総研）は、産業界、学界等との役割分担を図りつつ、【鉱工業の科学技術】、【地質の調査】、【計量の標準】という各研究開発目標を遂行して、産業技術の高度化、新産業の創出及び知的基盤の構築に貢献し、我が国経済の発展、国民生活の向上に寄与する。そのため、各分野における社会的政策的要請等に機動的に対応するために、最新の技術開発動向の把握に努め、重要性の高い研究課題や萌芽的な研究課題の発掘、発信を行うとともに、研究体制の構築等の必要な措置を講じ、研究開発を実施し、産業競争力の強化、新規産業の創出に貢献する。

また、外部意見を取り入れた研究ユニットの評価と運営、競争的研究環境の醸成、優れた業績をあげた個人についての積極的な評価などにより、研究活動の質的向上を担保する。

さらに、研究活動の遂行により得られた成果が、産業界、学界等において、大きな波及効果を及ぼすことを目的として、特許、論文発表を始めとし、研究所の特徴を最大限に発揮できる、様々な方法によって積極的に発信する。同時に、産業界、大学と一体になったプロジェクトなど、産学官の研究資源を最大限に活用できる体制の下での研究活動の展開へ貢献するものとする。

独立行政法人産業技術総合研究所法において産総研のミッションとして掲げられた研究目標は以下の通りである。

#### 1. 鉱工業の科学技術

鉱工業の科学技術の研究開発については、研究課題を科学技術基本計画、国家産業技術戦略、産業技術戦略等に基づき重点化することとし、学界活動を先導して科学技術水準の向上に寄与するか、経済産業省の政策立案・実施に貢献するか、産業界の発展に貢献するか、国民生活の向上に寄与するか等の観点から決定するものとし、また、科学技術の進歩、社会・経済情勢の変化は絶え間ないことから、これら外部要因に基づいて研究課題を柔軟に見直すよう努めるものとする。併せて、新たな産業技術の開拓に資する研究開発課題・研究分野の開拓を目指し、経済産業省、総合科学技術会議等における産業技術に関する戦略等の検討に反映させるものとする。

#### 2. 地質の調査（知的な基盤の整備への対応）

我が国の産業の発展、国民生活の安寧はもとより広く人類の持続的発展に貢献するため、我が国の技術開発及び科学研究に関する基本的な計画の要請に沿って、国土の利用や資源開発・環境保全に必要な不可欠な地質の調査及びこれらに共通的な技術課題について重点的に取り組むものとする。

#### 3. 計量の標準（知的な基盤の整備への対応）

我が国経済活動の国際市場での円滑な発展を担保するため、各種の試験、検査、分析結果の国際同等性を証明する技術的根拠や技術開発・産業化の基盤である計量の標準を整備するとともに、計量法施行業務の適確な実施を確保するものとする。

これらの目的を達成するため、独立行政法人化と同時に、従来の研究所の枠を越えた形での再編成を行い、理事長に直結した形で研究組織を配した。これは、多重構造を排し、研究組織（研究ユニット）長への権限委譲を行うことにより意思決定の迅速化を図り、権限と責任を明確にした組織運営を行うためである。具体的には、研究ユニット内での予算配分、人事、ポストク採用、対外関係（発表、共同研究）についての権限を研究ユニット長に委譲し、研究ユニット長による迅速な意志決定を可能とした。

また、研究組織（研究ユニット）には、一定の広がりを持った研究分野の継続的な課題について研究を進める個別の研究組織（研究部門・研究系）、特に重点的、時限的な研究を実施する個別の研究組織（研究センター）、機動的、融合的な課題を研究する個別の研究組織（研究ラボ）などの適切なユニットを配置している。個々の研究ユニットについては、永続的なものと位置付けず、研究組織の性格の違いを勘案した上で定期的に評価を行い、必要に応じて、再編・改廃等の措置を講ずることとしている。

## 研 究

<凡 例>

研究ユニット名 (English Name)

研究ユニット長：〇〇 〇〇 存続期間：発足日～終了日  
副研究ユニット長：〇〇 〇〇  
総括研究員：〇〇 〇〇、〇〇 〇〇  
所在地：つくば中央第×、△△センター（主な所在地）  
人 員：常勤職員数（研究職員数）  
経 費：執行総額 千円（運営交付金 千円）  
概 要：研究目的、研究手段、方法論等

外部資金：

テーマ名（制度名／提供元）

テーマ名（制度名／提供元）

発 表：誌上発表〇件（総件数）、口頭発表〇件（総件数）  
その他〇件（刊行物等）

〇〇研究グループ（〇〇English Name Research Group）

研究グループ長：氏 名（所在地）

概 要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3

××研究グループ（××English Name Research Group）

研究グループ長：氏 名（所在地）

概要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 7、テーマ題目 8

□□連携研究体（□□ Collaborative Research Team）

連携研究体長：〇〇 〇〇（つくば中央第△、研究職数名）

概要：研究目的、研究手段、方法論

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 7、テーマ題目 8

[テーマ題目 1]（運営費交付金、資金制度（外部）もしくは〇〇研究ユニットと共同研究  
などで行っている「重要研究テーマ」）

[研究代表者] 氏 名 （〇〇研究部門△△研究グループ）

[研究担当者] 〇〇、△△、××、（職員〇名、他〇名）

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆

[テーマ題目 2]（運営費交付金、資金制度（外部）もしくは〇〇研究ユニットと共同研究  
などで行っている「重要研究テーマ」）

[研究代表者] 氏 名 （〇〇研究部門△△研究グループ）

[研究担当者] 〇〇、△△、××、（職員〇名、他〇名）

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆



## (1) 研究ユニット

### 1) 研究センター

#### ①【活断層研究センター】

(Active Fault Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究センター長：杉山 雄一

副研究センター長：岡村 行信

上 席 研 究 員：佐竹 健治

主 幹 研 究 員：栗田 泰夫

所在地：つくば中央第7

人 員：16名 (15) 名

経 費：613, 176千円 (230, 113千円)

#### 概 要：

活断層研究センターは活断層に関する我が国唯一の中核研究機関として、地震調査研究推進本部の施策に基づき、基盤調査観測項目としての活断層調査の推進に努め、活動性評価の精度向上を図ることを第1の目標とする。また、活断層、津波堆積物等の地質学的情報に基づく、特色ある地震及び津波災害予測に関する研究を推進し、社会的により利用価値の高い情報の創成に努める。さらに内外の活断層データを収集・評価し、広く流通・公開する体制を整備し、活断層のナショナルデータセンターとしての機能の充実を図る。また、国際共同研究を活発に行い、国際的研究拠点としての地位を確立することを目指す。

以上のようなミッションを踏まえ、第2期中期目標期間の第3年度に当たる平成19年度には、18年度に引き続き、1) 活断層の活動性評価の研究、2) 地震テクニクスの研究、3) 海溝型地震の履歴と被害予測の研究、4) 地震災害予測の研究、の4つの研究テーマを運営費交付金により実施した。このうち、研究テーマ1)は活断層調査研究チーム、研究テーマ2)は地震テクニクス研究チームがそれぞれ担当した。また、研究テーマ3)は海溝型地震履歴研究チーム、研究テーマ4)は地震災害予測研究チームが担当した。これらの研究テーマの実施に当たっては、国内外から多くの外部研究者を迎え入れ、研究の充実を図った。また、地質調査総合センター (Geological Survey of Japan) の一員として、関連研究ユニット・組織と連携を図り、効率的に研究を進めた。

平成19年度にはこの他に、下に列举する文部科学省、原子力安全基盤機構、応用地質調査株式会社、東京大学、東北大学、日本学術振興会、内閣府原子力安全委員会等からの17件の外部資金による研究・調査を実施した。

研究及び調査の成果は学会及び学術雑誌上で積極的に公表したほか、産総研のウェブページ、ニュースを

はじめ、各種の媒体を通して速やかに発信した。また、「活断層・古地震研究報告」第7号を編集・刊行するとともに、当センターの研究活動の広報のため、ウェブページの運営、センターニュースの発行・配布を行った。

#### 外部資金

文部科学省「活断層の追加・補完調査」

請負研究費「地震・地震動評価のうち伏在断層の評価手法の検討業務 (原子力安全基盤機構)」

請負研究費「活断層帯におけるセグメンテーションと最大地震規模に関する推定」(応用地質株式会社)

委託研究費「地震活断層関連基礎・基盤研究成果の分析と研究ニーズに関する調査」(原子力安全基盤機構)

委託研究費「糸魚川ー静岡構造線断層帯における重点的な調査観測」(東京大学)

委託研究費「宮城県沖地震における重点的調査観測」地質調査・津波シミュレーション (東北大学)

文部科学省 重) 平成19年 (2007年) 能登半島地震に関する緊急調査研究

文部科学省 重) 平成19年 (2007年) 新潟県中越沖地震に関する緊急調査研究

文部科学省委託研究費 (科学技術振興調整費) 我が国の国際的リーダーシップの確保「スマトラ型巨大地震・津波被害の軽減策」

二国間交流事業共同研究「内陸大地震の空白域におけるハザード予測のための活断層詳細情報に関する研究」(日本学術振興会)

二国間交流事業共同研究「アンダマン諸島における古地震調査」(日本学術振興会)

二国間交流事業共同研究「西スマトラ海岸及び陸上の活断層における古地震学」(日本学術振興会)

文部科学省科学研究費補助金特別研究員奨励費「活断層から発生する大地震の連動パターン解明の古地震学的研究」

文部科学省科学研究費補助金「歴史・地質・地球物理学的アプローチが明らかにする想定東海地震震源域の地殻

変動履歴」

文部科学省科学研究費補助金「南海プレート巨大地震時の西南日本堆積盆地における長周期地震動予測に関する研究」

文部科学省科学研究費補助金「長周期地震動とその都市災害軽減に関する総合研究」

請負研究費「大間原子力発電所敷地前面海域 F14断層の地震動評価解析業務」（内閣府原子力安全委員会）

発 表：誌上発表35件、口頭発表141件、その他19件

#### 活断層調査研究チーム

（Active Fault Evaluation Team）

研究チーム長：吉岡 敏和

（つくば中央第7）

概 要：

活断層の過去の活動を把握し、将来の活動を予測するための調査・研究を行う。国の地震調査研究推進本部が選定した「基盤的調査観測の対象活断層」等の重要活断層について、位置・形状、活動度、最新活動時期、活動間隔などを明らかにするための調査・研究を行う。調査の方法は、地形地質調査、トレンチ調査、ボーリング調査、反射法探査などで、調査結果は、既存の文献資料とともに活断層データベースとして整理し、これに基づいて、将来活断層が活動する可能性を確率論的に評価する。また、活断層の評価手法の高度化のため、最近の地震断層に関する詳細な研究や、活動性が低い活断層の研究も併せて行う。

研究テーマ：テーマ項目 1、テーマ項目 5、テーマ項目 6、テーマ項目 8、テーマ項目 14

#### 地震テクトニクス研究チーム

（Active Fault Evaluation Team）

研究チーム長：遠田 晋次

（つくば中央第7）

概 要：

地殻は側方に連続するため、1つの断層運動は地殻中に新たな応力変化をもたらし、周辺の断層に影響を及ぼす。当チームでは、複数の活断層及び広域の地震発生ポテンシャルを評価するために、活断層沿いの地質・地殻構造を解明・モデル化し、隣接する断層同士の影響を数秒から地質学的時間スケールにわたり定量的に評価する。特に、大規模活断層系から発生する地震規模・頻度の評価、静的及び動的連動性の評価、地表地震断層を生じない程度の伏在断層の研究等を重点的に実施する。

研究テーマ：テーマ項目 2、テーマ項目 7、テーマ項目

9、テーマ項目17

#### 海溝型地震履歴研究チーム

（Subduction - zone Recurrence Research Team）

研究チーム長：岡村 行信

（つくば中央第7）

概 要：

海溝型地震の中でもまれに発生する異常に大きな津波を伴う地震は、津波堆積物や大きな地殻変動の痕跡を地層や地形に残すことが知られている。本チームはそのような過去の海溝型地震の地形・地質学的な記録を野外調査によって解明し、履歴を明らかにするとともに、津波堆積物の分布域や地殻変動量などの観察事実を定量的に説明できる断層・津波波源モデルを構築することによって、過去に発生した巨大な海溝型地震像を解明することを目的として研究を進めている。実際に発生した過去の津波の履歴を解明し、シミュレーションで再現することによって、今後の津波被害を予測し、津波防災に貢献することが最終的な目標である。

研究テーマ：テーマ項目 3、テーマ項目10、テーマ項目 11、テーマ項目12、テーマ項目13、テーマ項目15、テーマ項目16、テーマ項目18

#### 地震被害予測研究チーム

（Earthquake Hazard Assessment Team）

研究チーム長：堀川 晴央

（つくば中央第7）

概 要：

地震による被害軽減を目指して、地震動予測手法の高度化に関する研究と断層変位による表層地盤の変形予測研究を主に行っている。前者については、関東平野を主たるモデル地域として、活断層情報を活用した地震シナリオ作成方法の改良を行い、より高度な地震動予測手法の開発を進めている。また、長周期地震動に焦点をあて、海溝沿いで発生する巨大地震の震源モデルの作成や日本の主要平野の地盤構造モデルの作成も進めつつ、長周期地震動評価に関する研究も進めている。後者については、地質情報、活断層情報に基づく断層変位による表層地盤の変位・変形量を数値シミュレーションによって予測する手法の開発を行うとともに、フィールドでのデータ取得も行っている。

研究テーマ：テーマ項目 4、テーマ項目19、テーマ項目 20、テーマ項目21

#### 【テーマ項目 1】活断層の活動性評価の研究

【研究代表者】吉岡 敏和

【研究担当者】吉岡 敏和、栗田 泰夫、遠田 晋次、金田 平太郎、丸山 正、吾妻 崇、宮本 富士香、伏島 祐一郎（地質情報研究部門）（常勤職員7名、他1名）

## 【研究内容】

本研究では、活断層の評価手法を高度化するための基礎的な研究として、地震と断層のスケーリング則の研究、活動繰り返し規則性と連動破壊の研究、南部フォッサマグナ地域のテクトニクスの研究、断層変位量分布と幾何学形状の研究などを実施した。また、平成16年度3月に第1次版を公開した活断層データベースについては、データベース機能を強化するための抜本的な改訂作業を行うとともに、データの追加入力を行った。なお、断層破砕物質を用いた断層活動性評価の研究については、担当者が企画本部に異動となったため、研究を一時中断した。

【分野名】地質

【キーワード】活断層、スケーリング、連動破壊、南部フォッサマグナ、データベース

## 【テーマ題目2】地震テクトニクスの研究

【研究代表者】遠田 晋次

(地震テクトニクス研究チーム)

【研究担当者】遠田 晋次、栗田 泰夫、加瀬 祐子、松浦 旅人、杉戸 信彦 (名古屋大学)、奥村 晃史 (広島大学)、原口 強 (大阪市立大学)、石山 達也 (東北大学)、オメル・エムレ (トルコ鉱物資源調査開発総局・MTA)

(常勤職員3名、他6名)

## 【研究内容】

本研究では大規模活断層系から発生する地震規模予測に向けて、事例研究および数値シミュレーションを同時並行で実施し、セグメント評価手法の一般化を目標としている。また、複数の断層による相互作用、地表地震断層を生じない地震・変形様式を三次元的に解明し、広域地震テクトニクスを考慮した地震規模・頻度予測手法の確立を目指している。以下、具体的な研究項目として、1) 糸魚川ー静岡構造線活断層系の古地震学的研究、2) 長大断層系のセグメンテーション、3) 断層活動モデルの研究、4) 広域地震テクトニクスに関する研究を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】活断層、地震の連鎖、断層間相互作用、内陸地震、断層セグメンテーション

## 【テーマ題目3】海溝型地震の履歴と被害予測の研究

【研究代表者】岡村 行信

(海溝型地震履歴研究チーム)

【研究担当者】岡村 行信、藤原 治、藤野 滋弘、行谷 佑一、宍倉 正展、澤井 祐紀、小松原 純子 (地質情報研究部門)、越後 智雄 (地域地盤環境研究所)、前杵 英明 (広島大学)、西村 裕一 (北海道大学)、谷岡 勇市郎 (北海道

大学)、中村 有吾 (北海道大学)、都司 嘉宣 (東京大学)、村田 昌彦 (アジア防災センター) (常勤職員5名、他9名)

## 【研究内容】

海溝型地震の多様性、特に巨大地震・津波の履歴を明らかにするため、以下の調査研究を実施した。南海トラフ東部および駿河トラフでは駿河湾奥の浮島ヶ原に分布する沖積層でボーリングとハンドコアラーによる調査 (合計約50地点) を実施し、過去1500年間に最大6回の沈降を示唆する堆積層の変化が認められ、南海トラフ東部で発生した歴史地震と年代が近似することを明らかにした。紀伊半島南部では、岩石海岸に分布する隆起生物遺骸群集の調査を行い、1707年宝永地震で隆起した群集を確定することができ、過去5500年間に、400～600年間隔で通常とは異なる大きな隆起を伴った地震が発生していた可能性を見出した。三重県志摩市志島での堆積物調査では、厚さ約5 m の泥炭層中に最大で6層の砂層を見出し、津波堆積物である可能性が高いと推定した。四国の太平洋沿岸では、高知県足摺岬から徳島県の蒲生田岬まで44地域で予備調査を行い、徳島県美波町の沿岸湿地で泥炭層中に挟まる砂層が見つけたが、それ以外では明瞭な津波堆積物は見つからなかった。その他、タイ南部で津波堆積物調査を、ソロモン諸島地震では2007年4月1日の地震による津波波高、隆起沈降量の調査を行った。

【分野名】地質

【キーワード】海溝型地震、津波堆積物、地殻変動、古地震

## 【テーマ題目4】地震災害予測の研究

【研究代表者】堀川 晴央

(地震被害予測研究チーム)

【研究担当者】堀川 晴央、関口 春子、吉見 雅行、吉田 邦一、岡村 行信、杉山 雄一、竿本 英貴 (常勤職員5名、他2名)

## 【研究内容】

本研究は、地震による被害軽減を目指し、地震動予測、断層運動に伴う地表変形、大都市圏の地質災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究の3つの課題を実施している。

地震動予測に関する研究では、関東平野をモデル地域として予測手法の高度化に関する研究と日本全国の堆積盆地における長周期地震動評価研究を進めている。関東平野をモデル地域とする研究では、立川断層系の深部形状を推定した。長周期地震動評価研究では、新潟地域において地質構造モデルの改良を進めるとともに、石狩地域での長周期地震動の特性を考察した。

断層変位に伴う表層地盤の変位・変形予測の研究は、同じく関東平野をモデル地域として予測手法の開発を進めている。今年度は、深谷ー綾瀬川断層周辺の表層地盤

モデルに物性のバラツキを考慮した変形計算を実施し、断層の地表到達位置について考察した。

分野別重点課題である大都市圏の地質災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究では、浅部地盤が地震動に与える影響について、浅部の不均質構造の影響を数値シミュレーション、自然地震観測により検討した。

このほかに、能登半島地震や中越沖地震の発生に対応して、余震観測を行うとともに、当センター独自あるいは他機関と共同して、観測結果や断層モデルなどの情報発信を積極的に進めた。

【分 野 名】地質

【キーワード】地震動予測、変形予測、数値シミュレーション

【テーマ題目5】活断層の追加・補完調査（外部資金）

【研究代表者】吉岡 敏和

【研究担当者】吉岡 敏和、丸山 正、松浦 旅人、吾妻 崇、廣内 大助（信州大学）  
（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

本研究は、地震調査研究推進本部が定めた基盤的調査観測対象断層帯について、新に対象に追加された断層帯、およびこれまでの調査結果に基づく評価で将来活動確率が十分絞り込めなかった断層帯について、追加・補完調査を実施することを目的に、文部科学省からの委託を受けて行われたものである。

平成19年度の調査対象断層帯は、新規追加断層帯として幌延断層帯、補完調査対象断層帯として、神縄・国府津-松田断層帯、森本・富樫断層帯、山崎断層帯、中央構造線断層帯（和泉山脈南縁-金剛山地東縁）、新庄盆地断層帯、十日町断層帯、福井平野東縁東縁断層帯の8断層帯である。このうち、幌延断層帯は北海道立地質研究所に、中央構造線断層帯は財団法人 地域 地盤 環境研究所に、それぞれ再委託して実施した。各断層帯において、断層の位置・形状、活動度、過去の活動履歴等を明らかにするための調査を実施し、地震調査研究推進本部の活断層の長期評価に貢献する資料が得られた。

【分 野 名】地質

【キーワード】活断層、追加・補完調査、文部科学省、地震調査研究推進本部

【テーマ題目6】地震・地震動評価のうち伏在断層の評価手法の検討業務（外部資金）

【研究代表者】岡村 行信

（海溝型地震履歴研究チーム）

【研究担当者】岡村 行信、金田 平太郎、吾妻 崇、宍倉 正展、松浦 旅人、石山 達也（東北大学）、加野 直巳（地質情報研究部門）、山口 和夫（地質情報研究部門）、横倉 隆伸（地質情報研究部門）、

佐藤 比呂志（東京大学）、堤 浩之（京都大学）（常勤職員7名、他4名）

【研究内容】

原子力発電所の安全審査をより信頼性の高いものにするために、伏在断層の適切な評価手法に関する研究を、横ずれ型活断層と縦ずれ断層について実施した。横ずれ型伏在断層については、国内の地表地震断層10例についての検討により、地形の起伏の程度（高度分散量）が高い地域ほど、横ずれ活断層の検知限界（平均変位速度値）が大きい傾向があることが明らかになった。高密度の航空レーザー測量によって、空中写真判読では検知できない植生下の微小活断層地形を多数検出することに成功した。縦ずれ断層についても、地形・地質条件に応じて様々な手法を検討した。堆積速度が大きい場所では、インパクトの S 波を音源とする反射法地震探査によって明瞭な地層の変形を明らかにできた。一方、堆積速度の遅い地域に分布する伏在逆断層でも、潮間帯に堆積する前浜堆積物の高度を詳細に検討することにより完新世の変動を明らかにできた。1914年秋田仙北地震の震源域では後期更新世以降の地殻変動を河成段丘から確認した。

【分 野 名】地質

【キーワード】伏在活断層、検知限界、航空レーザー測量、反射断面、河成段丘

【テーマ題目7】活断層帯におけるセグメンテーションと最大地震規模に関する推定（外部資金）

【研究代表者】栗田 泰夫（主幹研究員）

【研究担当者】栗田 泰夫、加瀬 祐子  
（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究は、原子力安全基盤機構における新しい震源断層の調査手法を検討することを目的とした事業の中において、応用地質（株）が実施した内陸の活断層調査に基づく震源断層評価手法の検討の一環として、一部範囲の業務について役務委託を受けて実施したものである。本研究では、様々な規模・形状の不連続部を介して連なる断層が連動破壊する可能性について、地質学的データと物理学的な理論・シミュレーションの融合を通じた検討を行った。

地質学的データの検討においては、断層のセグメンテーションとスケーリング則に関する研究のレビューをするとともに、セグメント区分された地震断層の新たなスケーリング則に関するデータを取りまとめた。この結果、地震断層に関するスケーリング則と、セグメント区分された地震断層のスケーリング則の相互関係を明らかにするとともに、セグメント境界の規模と断層破壊それを越えて連動する条件を検討できた。さらに、1931年 Fuyun 地震断層の断層形状を衛星画像に基づいて判読



し、乾燥地域における調査手法の有効性を確認するとともに、セグメントの構造に相似性と階層性が存在することが認められた。

物理学的な理論・シミュレーションにおいては、初期応力が低く臨界変位量大きい「非活動的な」領域を挟む2つの断層の運動性について、差分法による計算を実施した。計算は、断層間にオフセットが無いモデルと、オフセット部で2つの非活動的な領域が並行しているモデルで実施した。その結果、非活動的な領域が断層の幅全体にわたって深さ15 km まで存在する場合、その長さが5 km 以上であれば両側のセグメントは運動せず、また、オフセットがある場合では、その幅が小さく、非活動的な領域が深さ10 km 程度までの場合には破壊が乗り移れた。このように、深さ依存性のある応力場に加えて、非活動的な領域を設定することにより、より現実的な破壊過程を再現できることが示された。

【分 野 名】地質

【キーワード】セグメンテーション、連動破壊、スケーリング則、数値シミュレーション

【テーマ題目8】地震活断層関連基礎・基盤研究成果の分析と研究ニーズに関する調査(外部資金)

【研究代表者】吾妻 崇(活断層調査研究チーム)

【研究担当者】吾妻 崇、堀川 晴央、吉見 雅行(常勤職員3名)

【研究内容】

本調査では、独立行政法人原子力安全基盤機構が平成18年度まで実施してきた提案公募研究方式に基づく原子力安全基盤研究の整理分析を行なう「提案公募研究成果の整理と分析」および、それらの成果ならびに関連学会等における現在の研究動向や2007年新潟県中越沖地震等の近年発生した被害地震に関する検討状況を踏まえ今後の原子力耐震安全研究に必要とされる研究課題を見出すための「研究ニーズの分析」を実施した。

【分 野 名】地質

【キーワード】地震、活断層、原子力、耐震安全性、2007年新潟県中越沖地震、(独)原子力安全基盤機構

【テーマ題目9】糸静線活断層帯におけるより詳しい地震活動履歴解明のための地質学および史料地震学的研究(外部資金)

【研究代表者】遠田 晋次(地震テクトニクス研究チーム)

【研究担当者】遠田 晋次、奥村 晃史(広島大学)、原口 強(大阪市立大学)、三浦 大助(電力中央研究所)(常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

糸静線北部と中部の2箇所ではトレンチ掘削調査を実施した。北部では、松本盆地東縁断層帯南部の安曇野市と池田町境界付近を調査地点に選定し、低位段丘面上の低断層崖を掘削した。トレンチ壁面には砂礫層を切断する高角な断層面が断層崖中腹部に露出し、さらにその下盤側約20 m にわたって撓曲変形が確認された。挟在する腐植土層の年代測定の結果、最新活動は3世紀以降に発生したことがわかった。西暦762年もしくは841年の歴史地震で牛伏寺断層だけではなく松本盆地東縁断層も同時に動いた可能性がある。変形帯全体の上下変位は6~8 m におよび、最新活動時のみで生じた可能性がある。中部横ずれ区間では、茅野断層上の茅野市ちの地区で調査を実施し、約2000年前程度の砂礫層および腐植土層の傾動変形を確認した。

【分 野 名】地質

【キーワード】糸静線活断層系、トレンチ掘削調査、松本盆地東縁断層、茅野断層

【テーマ題目10】「宮城県沖地震における重点的調査観測」地質調査・津波シミュレーション

【研究代表者】岡村 行信

(海溝型地震履歴研究チーム)

【研究担当者】佐竹 健治、行谷 佑一、宍倉 正展、小松原 純子(地質情報研究部門)(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

西暦869年に仙台平野を襲った貞観津波の発生間隔、規模、津波波源域を推定するため、完新世地殻変動調査と津波シミュレーションを実施した。仙台平野南部では、東西方向の測線沿いに掘削調査を行い、前浜堆積物の高度分布に基づいて、869年貞観津波の頃からまもなくして1.2~1.3 m の地殻の隆起があり、その後500~600年の間に再び元のレベルまで沈降し、以降大きな変動がなかったと推定した。仙台・石巻平野で明らかになった貞観の津波堆積物の分布域まで浸水する津波を再現するため、日本海溝沿いでいくつかの断層モデルを仮定して、津波のシミュレーションを実施した。その結果、プレート境界に沿った幅100 km、長さ200 km、すべり量7 m の断層モデルで津波堆積物分布域までの浸水が再現できることが明らかになった。

【分 野 名】地質

【キーワード】津波堆積物、津波シミュレーション、仙台平野、貞観地震、日本海溝

【テーマ題目11】重)平成19年(2007年)能登半島地震に関する緊急調査研究

【研究代表者】岡村 行信(副研究センター長)

【研究担当者】(常勤職員1名)

【研究内容】

2007年3月25日に発生した能登半島地震と地質構造と



の関係を明らかにするため、震源域とその周辺で約220 km の測線に沿って高分解能マルチチャンネル音波探査を実施した。その結果、従来から知られていた第四紀の逆断層が長さ18 km 以上の活断層である可能性が高いことが明らかになった。また、同じ海域でピストンコアを用いて堆積物を採取し、堆積物の年代を測定した結果、音波探査で明らかになった活断層は完新世の間に繰り返し活動していることが明らかになった。その平均変位速度は千年で50 cm 以下であると推定した。従来活断層調査が十分に行われていなかった沿岸海域では、本調査で用いた高分解能マルチチャンネル音波探査装置が非常に有効な調査手段であることが実証できた。

【分 野 名】地質

【キーワード】2007年能登半島地震、高分解能音波探査、堆積物採取、海域活断層

【テーマ題目12】重）平成19年（2007年）新潟県中越沖地震に関する緊急調査研究

【研究代表者】杉山 雄一

【研究担当者】杉山 雄一、岡村 行信、村上 文敏  
（地質情報研究部門）  
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

2007年7月16日に発生した中越沖地震の震源断層モデルを構築し、中越地方の地質構造やテクニクスとの関係を明らかにするため、海域高分解能音波探査、津波インバージョンを実施した。高分解能の反射断面でそれらの褶曲構造の浅部構造を明らかにした結果、最終氷期以降成長していない褶曲と成長している褶曲が識別できた。余震域には活断層や活褶曲は分布せず、余震域の北西側に沿って長さ22 km 以上の活背斜が発達することが明らかになった。津波インバージョンでは、余震域の隆起だけでなく、その北西側の海底の隆起が起こったことも明らかになった。それらの結果に、他機関の調査結果を総合的に検討した結果、余震分布に調和的な南東傾斜の震源断層モデルが地殻・地質構造とも調和的であることが確認された。また、本研究で用いた総合的な地殻・地質構造調査が今後発生する可能性のある地震の震源断層位置を推定するために有効であることが確認された。

【分 野 名】地質

【キーワード】2007年新潟県中越沖地震、活褶曲、高分解能音波探査、津波、震源断層モデル

【テーマ題目13】スマトラ型巨大地震・津波被害の軽減策

【研究代表者】佐竹 健治（上席研究員）

【研究担当者】岡村 行信、宋倉 正展、藤野 滋弘、佐竹 健治（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

2007年9月にヤンゴンを訪問し、空中写真の判読を行

なった結果、沈み込み帯における地震に伴って隆起したと推定される段丘面が最大6面認定できた。

2008年1月にはミャンマー西海岸の Mumaung 島で地形断面測量と年代試料の採取を行った。段丘は少なくとも4面に区分され、それぞれの面から年代試料となる現地性のサンゴやカキの化石を採取した。低位のものは段丘地形と対応し、1762年地震で離水したものと考えられる。昨年度までの調査ならびに年代測定から、過去3000年間に3回程度の隆起があったことがわかっていたが、今回の調査により約2000年前にも海岸を隆起させるような地震が発生したことが明らかとなり、その繰り返し間隔は1000年程度であることが推定される。

【分 野 名】地質

【キーワード】ミャンマー、海溝型地震、海成段丘

【テーマ題目14】二国間交流事業共同研究（インド）内陸大地震の空白域における地震ハザード予測のための活断層詳細情報に関する研究（外部資金）

【研究代表者】杉山 雄一（研究センター長）

【研究担当者】杉山 雄一、奥村 晃史（広島大学）、八木 浩司（山形大学）、前杢 英明（広島大学）（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

インド北部の都市デリーの北方には地震空白域が存在し、近未来における M〜8クラスの大規模地震の発生が危惧されている。本研究は、地震ハザード予測の研究が進んでいる日本とまだ十分ではないインドとが、両国の大規模内陸地震の空白域に関する共同研究を通じて、必要な研究技術の移転を図ると共に、地震ハザード評価に不可欠な活断層の詳細情報、特に位置と活動履歴に関するデータの取得を図ることを目的とする。研究期間は平成19年度と20年度の2年間である。

平成19年度には、当初予定していたインド側研究者の来日は、インド側予算の執行ができなかったため、中止となった。日本人研究者のインドへの渡航及びワディア・ヒマラヤ地質研究所における研究指導は予定通り実施することができた。9月の八木と前杢の出張では、日本から持ち込んだ CORONA 画像を用いて、実体視による地形判読作業、活断層認定の指導を行った。この指導を通じて、インドでは航空写真が自由に利用できないため、IRS 画像等の単画像を用いて、影の連続性を重視した活構造の認定が行われてきた結果、主断層に沿った重要な変動地形が把握されずに、それに斜交する副次的な断層が重視されるという問題点が明らかになった。そこで、3月の奥村の出張では、高解像度のラスターデータを用いた調査の有効性と問題点を検討し、変動地形を定量的に検討する方法の一つとして、SRTM90 m DEM データを補助的に利用して変動地形を計測する手法を指導した。さらに、年度の課題として、ASTER 衛

星画像データを用いた30～50 m メッシュの DEM を作成して、より詳細に変動地形計測を進めることを提案した。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕インド、内陸地震、地震ハザード

〔テーマ題目15〕二国間交流事業共同研究（インド）ア  
ンダマン諸島における古地震調査（外部  
資金）

〔研究代表者〕佐竹 健治（上席研究員）

〔研究担当者〕佐竹 健治、岡村 行信、宍倉 正展、  
茅根 創（東京大学）、池田 安隆（東  
京大学）（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

当初計画していたアンダマン諸島での野外調査について、インド側の軍部からの許可が下りず、実行できなかった。また、この影響でインド側での予算配分が遅れたため、インド人研究者を招へいすることもできなかった（旅費はインド側。滞在費は日本側という合意があったため）。そこで、前年度までに別予算で実施した調査で得られた試料の年代測定を行った。また、タイで行われた国際会議の際に、インド側研究者と打ち合わせを行った。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕アンダマン諸島、2004年スマトラ島沖地震、古地震、海岸隆起

〔テーマ題目16〕二国間交流事業共同研究（インドネシ  
ア）スマトラ島西海岸及び陸上の活断層  
における古地震学（外部資金）

〔研究代表者〕栗田 泰夫（主幹研究員）

〔研究担当者〕藤野 滋弘、佐竹 健治  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

インドネシア・スマトラ島西海岸沖のシルエム島およびニアス島において過去のスマトラ島沖地震に伴う津波堆積物の調査を LIPI およびカリフォルニア工科大学等と共同で実施した。その結果、シメルエ島内の Inor・Naibos および Busong の3ヶ所で2004年以前に起きた津波の堆積物を発見でき、1861年地震と一致する年代が得られた。またジャワ島 Cimandiri-Lembang 断層系の東部を占める Lembang 断層において活断層のマッピングと過去の活動履歴の調査を LIPI と共同で実施し、断層によりせき止められた沖積堆積物の2層準において最新およびそれ以前の断層活動イベントが推定できた。また、スマトラ島内陸部の Sumatra 断層系については衛星画像解析等に基づいて古地震履歴調査の候補地を選定した。さらに日本において、津波堆積物の分析データの解析、および山崎断層系での活動履歴調査手法についての意見交換をした。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕スマトラ島、ジャワ島、古地震、活断層、津波堆積物

〔テーマ題目17〕活断層から発生する大地震の連動パ  
ターン解明の古地震学的研究（外部資金）

〔研究代表者〕近藤 久雄

（日本学術振興会特別研究員）

〔研究担当者〕近藤 久雄（常勤職員1名）

〔研究内容〕

トルコ・北アナトリア断層を対象として、過去の大地震像を具体的に復元し、連動パターンの時空間変化を解明するための調査研究を実施する。平成19年度は1942年地震を生じた断層区間を対象として、空中写真判読、地表踏査、およびトレンチ掘削調査を実施した。ニクサル・アイワズ地点におけるトレンチ掘削調査では、三次元的な掘削によって詳細な地質構造を復元し、過去2回の活動と横ずれ量を復元した。以上の成果を広報誌で速報的に公表した。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕活断層、北アナトリア断層、トレンチ掘削調査、横ずれ断層、断層セグメンテーション

〔テーマ題目18〕歴史・地質・地球物理学的アプロ  
ーチが明らかにする想定東海地震震源域の地  
殻変動履歴（外部資金）

〔研究代表者〕藤原 治（海溝型地震履歴研究チーム）

〔研究担当者〕藤原 治、佐竹 健治、宍倉 正展、  
海津 正倫（名古屋大学）、矢田 俊文  
小野 映介（新潟大学）、熊谷 博之  
（防災科学技術研究所）  
（常勤職員3名、他4名）

〔研究内容〕

本研究では、東海地震の発生予測と防災に必要な、過去の東海／東南海地震の履歴や地震像をより詳しく解明することを目的としている。そのため、想定震源域に位置する静岡県西部の海岸低地にて、歴史記録、地形・地層記録に残された地震性地殻変動についてデータ収集を進めている。また、これらの地殻変動データや既存の地球物理モデルを元に、東海地震の断層モデルの改良を目指す。今年度は、掛川市南部（地震隆起域）、湖西市・新居町（沈降域）および磐田市南部（隆起と沈降の変換点付近）について、データ収集を行った。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕南海トラフ、海溝型地震、地殻変動、東海地震、歴史記録

〔テーマ題目19〕南海プレート巨大地震時の西南日本堆  
積盆地における長周期地震動予測に関す

る研究（外部資金）

〔研究代表者〕 関口 春子（地震災害予測研究チーム）

〔研究担当者〕 関口 春子（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究は、西南日本の堆積平野を対象に、国の調査により発生確率が高い東南海地震・南海地震による長周期帯域（2～20秒）の地震動を定量的に予測することを目的としている。その中で、研究担当者は、2秒以上の周期の地震動の発生を精度良く与える震源モデルの構築を担当している。中央防災会議（2003）の想定南海地震の震源モデルをベースに広帯域化した震源モデルを、破壊開始点位置を変えた2ケース設定し、京都大学との共同研究で、大分平野における地震動予測計算を行った。その結果、大分堆積盆地により6-8秒の長周期が大きく増幅する地震動が得られた。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 長周期地震動、南海地震、東南海地震、堆積盆地

〔テーマ題目20〕 長周期地震動とその都市災害軽減に関する総合研究（外部資金）

〔研究代表者〕 関口 春子（地震災害予測研究チーム）

〔研究担当者〕 関口 春子（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究は、長周期地震動に対して、その予測のための震源モデル・地下構造モデル・数値シミュレーション法の確立、および、長周期構造物の被害予測手法の確立を目指している。その中で、研究担当者は、震源のモデル化手法の研究を担当している。今年度は、これまで、センターで開発してきた、海溝型巨大地震の震源のモデル化手法を、2003年十勝沖地震に適用し手法の有効性を検証した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 長周期地震動、海溝型巨大地震、震源モデル

〔テーマ題目21〕 大間原子力発電所敷地前面海域 F14断層の地震動評価解析

〔研究代表者〕 吉見 雅行（地震災害予測研究チーム）

〔研究担当者〕 吉見 雅行（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究は、当時内閣府原子力安全委員会にて審査中であつた大間原子力発電所の地震動評価のうち敷地前面海域 F14断層を対象とした検討を当該委員会からの請負研究として実施したものである。F14断層の不確かさを考慮し、傾斜角やアスペリティ位置等を変動させた場合の敷地近傍での地震動のバラツキについて検討し、当該委員会に報告した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 地震動評価、バラツキ、内閣府原子力安

全委員会

②【化学物質リスク管理研究センター】

(Research Center for Chemical Risk Management)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：中西 準子

副研究センター長：吉田 喜久雄

所在地：つくば西

人 員：24名（23名）

経 費：554,752千円（254,198千円）

概 要：

1. 研究目的

化学物質の利用と規制に関する意思決定をそのリスクと便益を勘案して合理的に行い、化学物質の最適なリスク管理に基づく社会を実現するために、リスクの評価と対策の融合を含む総合的な評価技術を開発する。そして、そのリスク評価技術の概念を普及させるとともに、社会での活用を目指す。この研究目的は、第3期科学技術基本計画における、安心・安全政策の理論的な基礎を提供するものであり、政策目標の中の大政策目標＜理念2＞「環境と経済の両立」、中政策目標（5）「環境と調和する循環型社会の実現」、個別政策目標例⑤「環境と調和する化学物質のリスク管理」の研究目的と適合するものである。

2. 研究手段

当研究センターでは、上記の研究目的を達成するために、第2期中期計画の中で、①リスク便益分析手法の開発、②詳細リスク評価書作成、③評価ツールの開発、④マルチプルリスク管理のための評価手法の開発及び⑤新技術体系とリスク評価・管理手法の開発の5項目のテーマを設定し、これらに関連する研究を重点的に遂行する。これにより、設立当初に設定した目的であつたリスク評価の概念普及のための詳細リスク評価書の作成と公開を促進し、完遂するとともに、設立当初から蓄積してきた技術を基にして代替物質や新技術による製造物質のリスク評価を実施する。さらに、化学物質の最適なリスク管理に基づく社会を実現するために、これまでの個別物質のリスク評価・管理から、多数の化学物質によるリスクへの対処をリスクトレードオフへの対処を目的とした総合的リスク評価・管理のためのマルチプルリスク評価技術を開発する。

以下に5項目のテーマに関する概要を示す。

〔テーマ題目1：リスク便益解析手法の開発〕

リスク対ベネフィットに基づく管理手法を普及させるため、化学物質リスクによる損失余命に生活の質



(QOL)を組み込んだ新しい評価手法と不確実性を  
含む少数のデータからのリスク推論手法を開発する。

[テーマ題目2：詳細リスク評価書作成]

社会とのコミュニケーションの中で行政や事業者が  
リスク評価手法を改善し、リスク評価を定着させ、リ  
スク評価結果を活用することを促進するために、30物  
質の詳細リスク評価書を完成させ、公開する。

[テーマ題目3：評価ツールの開発]

行政、企業及び教育の場での普及と活用を促進する  
ことを目的として、化学物質の詳細リスク評価用に開  
発してきたリスク評価・解析用ツール類を公開する。

[テーマ題目4：マルチプルリスク管理のための評価  
手法の開発]

互いに関連しあう複数物質のリスクトレードオフ関  
係の中で社会が許容し得る総リスクを選択可能とする  
ことを目的としてマルチプルリスク管理のための評価  
手法を確立し、代替物質の開発・導入の合理性評価や  
最適な代替物選択に適用する。

[テーマ題目5：新技術体系とリスク評価・管理手法  
の開発]

ナノテクノロジー等の新規技術体系で製造される化  
学物質のリスクを上市前に評価することを目的として、  
これらの物質に対するリスク評価・管理手法を開発し、  
適用する。

### 3. 方法論等

上記5項目のテーマを遂行するために、平成19年  
度はテーマ毎に下記の研究開発を重点的に実施した。

[テーマ題目1：リスク便益解析手法の開発]

①有害性情報が限定的な物質に対して損失余命や損  
失質調整生存年数の尺度でリスクをその不確実性とと  
もに推定する手法を開発する。19年度は、高環境排出  
量物質や発がんや神経影響等の既報有害性情報が比較  
的多い物質の毒性試験結果のデータベースを構築し、  
データマイニング等の手法を適用して、試験評価項目  
間の関連性の抽出を試みる。

②利他的動機を含めた社会的選好の定義や導出手法  
の開発を行うとともに、公的意思決定やリスクコミュニ  
ケーションを合理的に行うための手法を検討する。

③室内の各種製品からの放散量を換気量とともに測  
定し、放散源推定法の妥当性を検討する。また、製品  
からの放散量をチャンバー法により測定し、室内化学  
物質濃度を低減するために必要な対策を検討する。

④逆解析モデルでは、複数発生源が存在する場合で  
の解析、排出量推計の精度、発生源の形状や高度の影  
響、等を検討する。

[テーマ題目2：詳細リスク評価書作成]

①詳細リスク評価書作成対象の30物質のうち、トリ  
クロロエチレン等5物質のリスク評価作業を継続し、  
完成させる。前年度までに評価を完了した9物質の評  
価書を公開する。

②社会的に注目度の高い物質については、書籍とし  
て出版するとともに、英語版を作成して国際的に公開  
する。

[テーマ題目3：評価ツールの開発]

①次世代 ADMER の開発を進め、新たに原因物質  
のフィールド調査を行い、揮発性有機化合物  
(VOC) の排出削減シミュレーションの妥当性を検  
証する。

②水系暴露解析モデルの適用地域を日本全国の1級  
河川に拡大するとともに、既存の観測データを用いて  
検証を行う。

③海域モデルについては、2次及び3次分解生成物の  
予測や生物蓄積過程を組み込むための研究を行う。

[テーマ題目4：マルチプルリスク管理のための評価  
手法の開発]

①生態毒性について、国内外のデータベースから、  
魚類、藻類、甲殻類ごとに信頼性が高い影響の種類や  
毒性作用機序を収集し、基本データセットを作成する。  
これを基に、無影響濃度 (NOEC) 等の用量-反応  
関係を推論する手法を検討する。

②土地利用、農・飼料作物、乳製品及び肉類等に関  
するデータベースを地理情報システム (GIS) 上に構  
築し、これを基に、空間的相互作用モデルを検討し、  
摂取量分布推計システムを構築する。

③室内のトルエン・キシレンへの暴露と両物質によ  
る神経毒性の用量-反応関係に関する不確実性の低減  
を目指し、室内モデルによる暴露濃度推定と神経毒性  
の作業機序の確認及びトルエンの用量-反応関係のキ  
シレンへの利用可能性について詳細に解析する。溶剤  
代替におけるトレードオフについては、コストの評価  
を中心に、引き続き検討する。

[テーマ題目5：新技術体系とリスク評価・管理手法  
の開発]

①ナノ材料の排出/暴露評価として、気中への排出  
特性を把握する模擬実験を進め、類型化、一般化、デ  
ータベース化を図る。有害性評価としては、*in vitro*  
試験用の培養細胞系の確立と微細化と液中分散化の確  
立に向けた研究開発を行う。社会科学的研究に関しては、  
ナノ材料の利用による潜在的リスクと法規制との  
関係の調査を引き続き行うとともに、一般人の意識調  
査を行い、経年変化について解析を行う。カーボンナ  
ノチューブ、フラーレン、酸化チタンについては初期  
リスク評価を実施する。

上記各テーマの個別研究成果概要については、以下  
を参照されたい。

-----  
外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナ  
ノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーショ  
ン・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」



独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「化学物質の最適管理をめざすリスクトレードオフ解析手法の開発／リスクトレードオフ解析手法の開発」

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発委託費「ナノ粒子の安全性評価方法の標準化」

環境省 地球環境研究総合推進費「世代間・世代内のリスク解析と管理原則」

文部科学省（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業「化学物質リスク評価のための3次元多媒体動態モデルの構築と適用」

経済産業省（石油産業活性化センター経由）「ETBE のリスク評価」

発 表：誌上発表40件、口頭発表64件、その他17件

#### 大気圏環境評価チーム

(Atmospheric Environment Team)

研究チーム長：吉門 洋

(つくば西)

概 要：

事業所等から環境中に排出される化学物質への暴露は主として大気経路である。したがって、そのプロセスを解明し、リスクの定量的評価・管理技術の開発に結びつけることは当研究センターの主要課題であり、プロセスの構成要素と対応する課題は次のようになる。

- 1) 大気への諸排出源の解明と高精度の排出量把握
- 2) 大気中の輸送拡散や大気中での生成変質過程の解明とモデル化
- 3) これらの結果として与えられる大気中濃度や沈着量に対応する暴露量の定量的評価
- 4) モデルにより評価される環境濃度・暴露量の評価に対応した排出源管理手法
- 5) 大気暴露を主要経路とする化学物質の詳細リスク評価

上記の排出量の把握、大気中の濃度分布・暴露量の評価のために開発・高度化した技術を一般化し、マニュアルやモデルソフトとして公開し、広く活用していただくことを目指してきた。19年度は、1)に関連して、リスクトレードオフ解析の基礎となる排出量推計手法開発、4)に関連して、実測濃度情報から大気排出物質の発生源を特定する逆解析手法の定型的ツール化、5)に関連して、ベンゼンとトリクロロエチレンの評価の完了を課題とした。その他、発生源近傍用大気拡散モデル METI-LIS Ver. 3 開発の支援、環境暴露モデリングチームでの次世代広域大気評価モデルシステムの確立とそれを活用したオゾン詳細リスク評価の推進へ

の協力を行った。また、METI-LIS 英語版を、国際協力機構プロジェクトを通じて海外に普及させる取り組みも行った。

#### 1. 排出量推計手法開発

排出シナリオ文書（ESD）ベースの環境排出量推計手法の確立を目指して洗浄剤を担当し、洗浄剤を塩素系、炭化水素系、ハロゲン系、水系、準水系の5系統に分類し、その ESD の策定に向けた調査を開始した。19年度は、洗浄剤使用段階の代表的な工程特性（物性、使用・排出量、洗浄装置、被洗浄物等）を調査した。引き続き、排出原単位を洗浄特性により分類・整理し、工程特性と排出量（排出係数）を関連づけて排出量推定式を導出していく。

#### 2. 逆解析手法の定型的ツール化

METI-LIS を基礎として実測濃度分布情報から大気排出物質の発生源を特定する逆解析ツールの開発を行った。アクリロニトリルのモニタリングデータと現地で実施した短時間濃度測定結果を用いて逆解析ツールの構築と検証を行い、その結果をトリクロロエチレン排出中小事業所群に適用してツールとしての実用性を確認した。引き続き、汎用性に関する検討を行い、一般公開が可能な簡易で定型的なツールとして完成させる。

#### 3. 化学物質の詳細リスク評価

ベンゼンとトリクロロエチレンの詳細リスク評価を完成させ、詳細リスク評価書としての出版に向けた準備を進めた。

研究テーマ：テーマ項目 2、テーマ項目 3、テーマ項目 4

#### リスク解析研究チーム

(Risk Analysis Team)

研究チーム長：吉田 喜久雄

(つくば西)

概 要：

本研究チームは、化学物質の詳細リスク評価やヒト健康リスク評価ツールの開発に加えて、新技術に係る化学物質のリスク評価・管理の一環として、工業用ナノ材料、ETBE 及び太陽光発電の有害性、暴露及び社会経済性に関連した解析手法の開発とそれらを用いた評価を実施してきた。19年度も、詳細リスク評価書の作成と新技術に係る物質のリスク評価研究を継続するとともに、新たに、リスクトレードオフ解析手法の研究開発を開始した。

#### 1. 化学物質の詳細リスク評価

詳細リスク評価を継続し、カドミウムと六価クロムの詳細リスク評価書を完成させ、公開し、キシレンについても公開に向けた準備を進めた。また、フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)の英文評価書を公開するとともに、1,4-ジオキサン、p-ジクロロベンゼ

ンの英文評価書公開に向けた準備も進めた。さらに、詳細リスク評価対象物質の有害性評価についても完成、公開に向けて対応した。

## 2. ETBE のリスク評価

ETBE について、給油所等での大量使用に伴う恒常的な排出による吸入暴露リスク評価を精緻化するとともに、漏洩事故で想定される経口暴露リスクを全国と地域特異的に評価した。その結果、吸入暴露に伴うヒト健康リスクは高大気中濃度域においても懸念されるレベルにないと結論された。また、地下に漏洩した場合でも井戸水の使用に伴う経口暴露と室内吸入暴露のリスクは、日常の在庫管理、漏洩点検、タンク定期検査等により漏洩を発見し、応急対策を実施すれば、全国レベルで懸念されないと結論された。

## 3. 太陽光発電に係るリスクの評価

太陽光発電は、二酸化炭素や有害大気汚染物質等を排出しないクリーンエネルギーとして注目され、需要が急速に増大することが見込まれる。そこで、太陽電池が製造され、廃棄されるまでの各ライフステージでの素材物質によるヒトの健康や生物への有害影響とリスクの評価事例を調査した。また、太陽光発電で、火力発電の一部を代替することによるヒト健康リスク低減効果について取りまとめた。

## 4. 工業用ナノ材料の有害性評価

ナノ材料は、ナノスケールに起因する未知の有害性が懸念されており、特に、「サイズ効果」に現在、最も関心が集まっている。19年度は、代表的なナノ材料を用いたラット気管内投与試験で、肺の炎症と粒子サイズの間に明確な関係がみられないことを確認した。

## 5. リスクトレードオフ解析手法の開発

以下の研究開発を行った。

- 1) 生活・行動パターン情報に関するアンケートの実施に向けた計画立案、データチェック及びクロス集計等のアンケート解析を支援した。
- 2) 環境媒体間移行暴露モデルのパラメータである表層土壌の特性、土地利用、農作物・飼料作物生産量、家畜飼養頭数等のデータを GIS 上にデータベース化し、地域特異的なパラメータの代表値や確率密度関数を決定した。
- 3) ヒト健康に係る有害影響の種類や無毒性量を推論する統計的手法の開発のため、既存の有害性評価書から、反復投与毒性試験の試験条件や発現する影響の種類等をデータ解析に利用可能な形に整理した。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 4、テーマ題目

5

## リスク管理戦略研究チーム

(Risk Management Strategy Team)

研究チーム長：蒲生 昌志

(つくば西)

概要：

### 1. グループの目標

本研究チームは、第二期の中期計画に掲げた5項目のテーマについて研究開発を進めてきた。19年度は、工業ナノ材料のリスク評価に関する研究に加えて、リスク便益分析手法の開発、詳細リスク評価書作成及びマルチプルリスク管理のための評価手法の開発に係る研究にも取り組んだ。

### 2. 工業ナノ材料のリスク評価に関する研究

工業ナノ材料であるフラーレン、カーボンナノチューブ及び二酸化チタンについて、有害性評価に関する文献情報を収集・整理するとともに、有害性評価試験を実施した。フラーレンについては、遺伝毒性試験（エームス試験/染色体異常試験/小核試験）を実施するとともに、コイの脳の脂質過酸化に関する試験を行った。また、カーボンナノチューブについては、フラーレンと同様に遺伝毒性試験を実施するとともに、気管内注入試験を行った。二酸化チタンについては、一次粒子と二次粒子のサイズを変えてラットに気管内注入し、サイズや表面積による有害性への影響を検討した。

一方、工業ナノ材料の暴露評価の一環として、フラーレン使用事業所に対する聞き取り調査を行い、ナノ材料が用いられる主要な製品の使用・廃棄のフローを調査するとともに、カーボンナノチューブ製造現場における様々な工程（製造、剥離、回収、清掃）でのエアロゾル排出状況についても調査した。また、模擬排出試験として、9種のナノ材料の巻き上がり性試験を実施した。さらに、ナノ材料を用いた製品の評価として、カーボンナノチューブ含有プラスチックの破砕片を入手して表面観察を行った。

工業ナノ材料の社会受容に関する研究としては、アンケート調査によりナノテクノロジーに対する認知や態度についての経時変化及び便益認知の構造（使用実感と期待感）を調べた。また、重要と思われる論文について、多様な分野の専門家からコメントを募りホームページ上に公開する「ナノリスクネットパネル」を構築し、公開した。

### 3. リスク便益解析手法の開発

高環境排出量物質や既報有害性情報が比較的多い物質の毒性試験結果のデータベースを構築し、データマイニング等の手法を適用して、試験評価項目間の関連性の抽出し、推論アルゴリズム作成の基礎とするために既存の有害性評価書からデータを抽出した。また、リスク対ベネフィットを基準とした管理手法を広く普及させるために、利他的な選好を、距離と時間の関数としてとらえ、選択実験型のアンケートによって同時推定を試み、時間割引率と社会的

割引率を推定できた。室内調査については、以前に実施した室内調査の換気量と室内濃度のデータ解析を行った。さらに、リスクの定量化手法の開発として、暴露レベルの指標として頭髮中濃度や尿中濃度等を用いた場合に生じる問題点について昨年度に引き続き研究し、国内外での水銀の摂取許容量の設定における問題点と用量反応関係の用量依存性を明らかにした。

#### 4. 詳細リスク評価書作成

社会とのリスクコミュニケーションの中でリスク評価手法を改善し定着させ、行政、産業界での活用を促進することを目的として、アセトアルデヒド、カドミウム及び Co-PCB の3物質の詳細リスク評価書を出版した。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 5

#### 水圏環境評価チーム

(Hydrosphere Environment Assessment Team)

研究チーム長：東海 明宏

(つくば西)

概 要：

##### 1. グループの目標

本研究チームは、陸水・海域の物質動態・暴露解析手法の改良と適用、化学物質管理における生態リスク評価手法開発と適用、ヒト有害性評価手法の整備と適用、資源循環型社会における化学物質リスク管理手法の構築と適用、難燃剤を事例とした代替品開発戦略・技術の社会的受容性の検討といった課題を担いながら、リスク評価手法とリスク管理手法の開発課題を進めた。19年度は、マルチプルリスク評価手法の開発を念頭に置き、各課題に取り組んだ。横糸研究としては、リスク評価書の策定、ならびにそのために必要な手法開発を最優先課題とした。縦糸研究は、ユーザーのニーズに対応したリスク手法開発につながることを明確に位置づけた課題設定とし、ニーズアセスメントも意識し、効率的に推進することとした。

##### 2. 研究手段・方法論

詳細リスク評価書策定は、データの充足状況に応じて、実測データの活用と、モデル解析をバランスよく組み合わせるアプローチで進めた。生態リスク評価に関しては、現地調査に基づいた手法開発を重視し、これはカドミウムの生態リスク評価で展開した。また、ヒト健康に対する有害性評価を、透明性の高い評価結果を得ることを念頭において、デカブプロモジフェニルエーテルとアンチモンを対象に実施した。さらに、環境中の化学種分布の実測値に基づいた生態リスク評価とヒト健康リスク評価をニッケルで実施した。

応用範囲の広い手法の開発、特に、モデル開発に際しては、現象の支配原理に則ったアプローチをとった。また、新たに、リスクトレードオフ解析の基盤となる排出量推計手法の開発に取り組み、排出シナリオ文書（ESD）を作成するためのフレームワークを構築した。

#### 3. 化学物質の詳細リスク評価

ニッケルとデカブプロモジフェニルの詳細リスク評価書を完成させた。また、短鎖短鎖塩素化パラフィンの英語版を完成させ、公表した。さらに、アンチモンの詳細リスク評価についても、完成に向け作業を実施した。

#### 4. リスク評価手法開発

- 1) 沿岸域生態リスク評価モデル：感潮域を対象にモデルの再現性を検討し、今後の課題を明らかにした。
- 2) 環境疫学の視点にもとづく新しい生態リスク評価手法の開発：金属濃度の高い河川を対象として、金属濃度と生物調査を行ない、個体群への影響を、金属濃度から来る分（化学的要因）、河川構造物由来による分（物理的要因）にわけて推定する手法をほぼまとめあげ、調査を終了して、これまでの成果を取りまとめた。
- 3) ヒト有害性評価手法の最新動向の調査：米国 EPA 等で提案されている作用機序に基づく透明性の高い有害性評価手法のプロトコールに基づき、今後、少ない情報の物質を扱う際に活用できる方途を検討した。
5. 排出シナリオ文書（ESD）の開発

プラスチック添加剤を対象に、ESD 策定に向けた調査を開始した。プラスチック添加剤を可塑剤、難燃剤、安定剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤の5細目に分類し、可塑剤の取扱量や物性等の概要調査を完了した。また、製造、加工、使用と廃棄段階に係わる既存の排出状況調査データも収集し、合わせて排出係数に関する海外の知見も収集した。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3、テーマ題目 4

#### 生態リスク解析チーム

(Ecological Risk Analysis Team)

研究チーム長：林 彬勲

(つくば西)

概 要：

生態系の保全と化学物質の有効利用の両立を目指した化学物質の利用と規制に関する環境政策を提案するため、理論的、政策科学的な視点から化学物質による生態系への影響を「生態リスク」として定量的に捉え得る理論構築や手法開発を行なう。具体的に、下記の研究課題に取り組んだ。

1. 化学物質全体の最適管理をめざす生態リスクトレ



## ードオフ解析手法の開発

- 代替物質への転換に伴うリスクトレードオフの結果、化学物質全体のリスクが逆に高くなる可能性の懸念を解消するため、リスクを物質間で比較できる手法開発が望まれる。そこで、生態リスクトレードオフ解析のために、種の感受性分布解析や個体群存続影響解析に基づく共通リスク指標の開発とリスク指標の算出に必要な有害性情報のデータギャップを補完する手法の確立を目標に、19年度は既存関連研究を調査し、データギャップ補完手法開発のために評価対象物質の物性、構造、有害性情報等の基本データセットを作成した。また、関連研究事例として、ノニルフェノールエトキシレート（NPE）からアルコールエトキシレート（AE）への代替におけるリスクトレードオフ解析を行い、その結果を開発した手法とともに AE の詳細リスク評価書で公表した。
2. 有害性情報の少ない物質に対する個体群レベル生態リスク評価手法の開発と適用

- 生態毒性情報の多少によらず、化学物質の個体群影響評価を可能にすることは、生物個体群の存続影響を基準にする化学物質管理を推進する上での必須技術である。既報の個体群影響評価手法は生物の生活史をカバーする完全な毒性データを必要とするが、多くの化学物質で利用できるのは試験生物の生活史の一部に関する急性または慢性の毒性データである。19年度は、引き続き、生態毒性情報が少ない物質の個体群レベル生態リスク評価のための外挿手法を検討し、その手法を AE の詳細リスク評価に適用した。
3. 残留性有害汚染物質の水棲生物における蓄積レベル予測手法の開発

- リスク評価において水棲生物中の残留性有害物質の蓄積レベルを知ることは重要である。しかし、多数の水棲生物を捕獲、分析するのは経済的に労力的に現実的でない。そこで、限られたデータセットから水棲生物中の残留性有害汚染物質の蓄積レベルを予測する手法を開発することが重要である。19年度は、関連研究の動向を把握する調査を行い、窒素安定同位体比の情報をを用いて餌経路の蓄積も考慮した実環境における蓄積特性を予測する手法開発のための情報を整理した。

4. 個体群レベルでの評価を考慮した新たな管理対策のあり方の提言

重金属の多くは自然起源であり、一部は生物の必須元素でもあるため、重金属の生態リスク評価・管理に対して新たな考え方を示す必要がある。従来の全ての個体に有害な影響が発現させない管理と保全生態学での地域個体群の存続性や集団全体の持続可能性を保つ生態系の管理のギャップを埋めるため、個体群レベルでの管理を行い、この観点から生態系の大部分を守り得る環境中濃度を推定した。19年度

は、亜鉛を例に、個体と個体群の組み合わせによる柔軟な管理のあり方を提案し、亜鉛の詳細リスク評価書に公表した。また、重金属汚染地域は、一般に複数の重金属で汚染されており、これらの地域での生態リスク評価では、重金属の複合暴露による毒性を考慮する必要がある。このため、複数金属が存在する場合の毒性予測モデルを構築した。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 4

## 環境暴露モデリングチーム

(Environmental Exposure Modeling Team)

研究チーム長：東野 晴行

(つくば西)

## 概要：

化学物質のリスク管理において環境中濃度を知ることとは最も重要な課題の一つである。新規物質等のデータがない場合、限られた観測データからの全体状況の把握、将来や過去の状況の推定等に、モデルによる環境中濃度推定の果たす役割は大きい。このような背景から、以下の課題に取り組んでいる。

- 1) 発生源周辺域から地方スケールに対応する環境暴露評価モデルを開発し、排出量地域分布等の基礎データの整備もあわせて行う。
- 2) モデル、データ及び手法を公開し、リスク評価手法の普及を促進する。
- 3) モデル等を用いてリスク評価を実施し、その結果を化学物質管理政策に反映させる。

## 1. 地域スケール大気モデル

AIST・ADMER（産総研－曝露・リスク評価大気拡散モデル）は、化学物質の大気中濃度と暴露人口を排出量と気象条件から計算するモデルである。19年度は、マルチコア CPU 対応による計算の高速化、Google Earth 連携機能による視覚的アピール、気象データ等の自動ダウンロード機能による利便性の向上等の改良を行った。20年度中に Ver. 2.5 としてリリースする予定である。

## 2. 次世代型広域大気モデル（次世代 ADMER）

溶剤・溶媒に用いられる VOC 類は、近年、PRTR 対象物質からアルコール等の対象外の有機化学物質に代替が進んでいる。これらの代替物質には、アルデヒドやオゾン等の有害物質の前駆物質となるものも多く、必ずしもリスク削減になっていない可能性がある。このリスクトレードオフの解析には、排出物質に加えて、光化学反応等で二次生成するアルデヒド類等の分解生成物の大気中濃度が必要である。このため、VOC 類の大気環境中の反応と沈着過程をモデル化し、三次元オイラー型の気象・拡散モデルに組み込むことにより、揮発性有機化合物の二次生成物質（主にオゾンとアルデヒド類）の



大気環境中濃度が推定可能な大気モデルを開発している。19年度は、推定される排出削減に対するオゾン感度の妥当性について、オゾン/硝酸比を実測と推定値間で比較することによりオゾン週末効果との対応を調査した。その結果、関東地方の広い地域でオゾン感度を誤って推定することが判明したため、夏場に行った VOC 類の野外観測結果との比較と新たに公表された排出係数データより、原因が植物起源排出量の過小評価にあることを突き止め、改善を行い、モデルによるオゾン感度推定を妥当なものとした。

### 3. 河川における化学物質の暴露濃度推定モデル

河川での水生生物の生態リスク評価には化学物質の水中濃度が必要であるが、観測地点や回数に限られるため、観測データによるリスク評価は困難である。このため、水系における時空間的に詳細な暴露濃度を推定できる産総研－水系暴露解析モデル（AIST-SHANEL）の開発を進めている。19年度は、AIST-SHANEL の対象水系を全国109の一級水系へ拡張した。全国水系の流域データの収集整理を行い、下水道普及率、落水線、その他必要となるデータの加工を行った。また、全国水系を対象にAIST-SHANEL の流出解析に関わるフレームワークを作成した。

### 4. 室内濃度推定モデルの構築

化学物質の暴露評価において、その滞在時間等から室内暴露は重要である。そこで、未知化学物質の放散速度と吸着速度の推定を含む室内濃度推定モデルを構築し、行政、事業所、市民等へ提供する。19年度は、放散速度と吸着速度測定のため小型チャンバー実験装置の構築と長期試験のための微小チャンバーに関する測定手法・試験条件等を検討した。また、暴露量推定手法の検討のために、オゾンを例に簡易モデルを作成し、オゾンの詳細リスク評価にも活用した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

## 健康リスク評価チーム

（Health Hazard Assessment Team）

研究チーム長：川崎 一

（つくば西）

概要：

### 1. グループの目標

化学物質のリスク評価には、暴露評価とともに適切な有害性評価が必須であり、特に有害性発現メカニズムを理解することが合理的なリスク評価を実施する際には極めて重要である。有害性を研究対象とする毒性学は、基礎医学、薬学、生物学等のライフサイエンスの知識により裏付けられているが、それ

は同時にライフサイエンスの進展に伴う最新情報の活用が常に求められていることでもある。したがって、化学物質の有害性は、常に新しい知識で見直される必要があり、そのような不断努力が当研究チームの重要な責務の一つである。また、新しい科学技術の実用化に伴う新規化学物質（ナノ材料、太陽電池素材、代替エネルギー用添加剤等）の有害性を適切に評価することにより、新技術開発を側面から支援することができる。例えば、ナノ材料にはナノというスケールに起因する有害性があるとの仮説があるが、この仮説を検証し、適切な有害性評価システムを構築することも当研究チームの重要な課題の一つである。

### 2. 19年度の研究成果

多くの化学物質について詳細リスク評価が実施されているが、19年度、当研究チームでは、以下の物質の有害性評価を終了した：クロロホルム、トリクロロエチレン、ベンゼン。この他、ホルムアルデヒドについては暴露評価も含めた詳細リスク評価を実施した。これらのうち、クロロホルムについては、経皮暴露によるリスク評価に必要な経皮吸収についての考察を行い、クロロホルムに関して新しいリスク評価の考え方を提示した。トリクロロエチレンについては、ヒトでの発がん性の根拠とされている疫学データの信頼性を検証し、当該データの信頼性が低いことを明確にした。その結果、トリクロロエチレンの発がん性等について従来よりも合理的な有害性評価ができた。ベンゼンの有害性評価については、最新の血液学の知見をもとにベンゼン暴露により発生するとされている白血病のメカニズムを考察した。また、疫学データの数理解析モデルを比較し、最も妥当なリスク評価モデルを選定した。

一方、新技術の実用化に伴うリスク評価としてナノ材料の有害性評価に関する総合的な評価体系の策定に関わるとともに基準認証研究開発事業「ナノ粒子の安全性評価方法の標準化」研究を実施し、終了した。

縦糸研究としては、生理学的薬物動態（PBPK）モデルの幅広い検証を引き続きおこなった。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目5

-----  
**【テーマ題目1】リスクベネフィット解析手法（運営費交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究、環境省）**

**【研究代表者】** 中西 準子（研究センター長）

**【研究担当者】** 吉門 洋、梶原 秀夫、小野 恭子、蒲生 昌志、岸本 充生、篠原 直秀、東野 晴行、篠崎 裕哉  
 （常勤職員8名、他4名）

**【研究内容】**

## 1. 第2期中期目標期間の課題の達成目標

リスク対ベネフィットを基準とした管理手法を広く普及させるため、化学物質リスクによる損失余命にQOLという観点を組み込んだ新しい評価手法及び不確実性を含んだ少ないデータからリスクを推論する手法を開発する。

## 2. 平成18年度までの経過

リスクの定量化手法の開発に関して、カドミウムや水銀の定量的リスク評価で用量－反応関係の用量にバイオマーカーを用いる場合は、特別な注意が必要であることを明らかにするとともに、損失余命でリスクを計算するソフトウェア（RiskCatT-LLE）ver. 1.0を公開した。

ベネフィットの定量化手法の開発に関しては、選択実験と仮想評価法を用いたアンケートを実施し、子供安全を公共財として捉える新しいアプローチとして、子供の健康リスクを削減するための支払意思額や成人との重み付け比率を求めた。

さらに、健康リスク削減対策のリスクベネフィット解析に不可欠の発生源解析に関して、室内測定濃度と換気量から部屋ごとの放散量を算出し、化学物質のグループ化し、室内での放散源を推定した。また、屋外大気環境については、少数の観測濃度データを用いて発生源の位置と規模を推定する「逆解析モデル」を開発し、2地点の時系列濃度データで発生源位置を推定可能とした。

## 3. 平成19年度達成状況

ヒト健康に関連する有害性情報が比較的多くある物質を対象に、既報有害性情報を収集し、試験項目間の関連性を抽出するとともに、暴露により生じる可能性のある主要なヒト健康影響の種類を、既往の疫学調査で用いられたエンドポイント、人口動態統計の死因分類、QOLのデータベース等を基に整理した。

ベネフィットの定量化手法の開発に関しては、引き続き、利他的動機を含めた社会的選好を定義し、それらの導出方法についての知見を整理するとともに、予備的なアンケート調査を実施した。

室内濃度推定モデルの開発のため、製品を構成する部材からの放散速度と吸着係数を測定するためのスモールチャンバー試験装置とそれを用いた試験法の検討を行い、試験実施環境を構築した。また、実測濃度分布情報から大気排出物質の発生源を特定する逆解析ツールの開発を進め、解析ツールとしての実用性を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】有害性調査、リスクベネフィット解析、定量化手法、放散源調査、逆解析

【テーマ題目2】詳細リスク評価書の作成（運営費交付金）

【研究代表者】中西 準子（研究センター長）

【研究担当者】中西 準子、吉門 洋、梶原 秀夫、吉田 喜久雄、納屋 聖人、小野 恭子、牧野 良次、蒲生 昌志、岸本 充生、小倉 勇、篠原 直秀、東海 明宏、岩田 光夫、堀口 文男、宮本 健一、恒見 清孝、林 彬勲、石川 百合子、内藤 航、加茂 将史、東野 晴行、井上 和也、篠崎 裕哉  
（常勤職員23名、他17名）

## 【研究内容】

## 1. 第2期中期目標期間の課題の達成目標

19年度（化学物質リスク管理研究センター最終年度）までに、第1期からの累積で30物質の詳細リスク評価書を完成させる。詳細リスク評価書は、今後、個別の物質の評価のみならず、物質の代替に伴うリスクトレードオフとその際の費用対効果を扱う評価書というように、マルチプルリスクに対応した評価書に展開していく。

テクニカルガイダンス文書として、リスク評価手法の各要素（たとえば、発がん性の判断基準、発がんリスクの定量的方法、大気拡散モデル、不確実性係数、対策費用の算出方法等）について、全体をカバーしたシリーズを完成させる。

## 2. 平成18年度までの経過

詳細リスク評価書の策定の目標とした30物質のうち、1,3-ブタジエン、トリブチルスズ、ノニルフェノール、フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)、1,4-ジオキサン、トルエン、ビスフェノール A、ジクロロメタン、p-ジクロロベンゼン、短鎖塩素化パラフィン、コプラナーPCB、鉛、銅ピリチオン、塩ビモノマー、アクリロニトリル、カドミウムの16物質について詳細リスク評価書を完成した。さらに、フタル酸ジ(2-エチルヘキシル)、1,4-ジオキサン、トルエン、p-ジクロロベンゼン、ジクロロメタン、短鎖塩素化パラフィン、ビスフェノール A、トリブチルスズ、銅ピリチオン、鉛について詳細リスク評価書を出版した。また、詳細リスク評価書作成のためのテクニカルガイダンス第4編～第5編を作成した。

## 3. 平成19年度達成状況

前年度に引き続き、AE、ベンゼン、アセトアルデヒド、ホルムアルデヒド、六価クロム、ニッケル、クロロホルム、オキシダント（オゾン）、亜鉛、トリクロロエチレン、臭素系、アンチモン系及びリン系の難燃剤、キシレンの14物質について詳細リスク評価書の作成を進め、詳細リスク評価書を概略完成させ、外部レビューを実施した。また、塩化ビニルモノマー、アセトアルデヒド、AE、カドミウム、コプラナーPCB、クロロホルム、ベンゼン、ニッケル、亜鉛、六価クロムの10物質は出版した。残りの物質についても早急に

公表すべく順次作業を進めている。

さらに、これまでに出版・公開された詳細リスク評価書のうち、社会的注目度の高い10物質については、英語版を作成し、フタル酸ジ（2-エチルヘキシル）、ジクロロメタン、短鎖塩素化パラフィン、ビスフェノール A、トリブチルスズ、鉛、銅ピリチオンの7物質についてウェブ上で公開するとともに、残りの物質についても早急に公表すべく順次作業を進めている。

また、テクニカルガイダンス文書は、前年度までに完成させた内容を整理して、リスク評価の知恵袋シリーズとして、第1巻 大気拡散から暴露まで・ADMER・METI-LISと第2巻 不確実性をどう扱うか・データの外挿と分布を出版した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 詳細リスク評価書、ヒト健康リスク、生態リスク

【テーマ題目3】 リスク評価・解析ツールの開発と普及  
（運営費交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究）

【研究代表者】 中西 準子（研究センター長）

【研究担当者】 吉門 洋、堀口 文男、石川 百合子、東野 晴行、井上 和也  
（常勤職員5名、他4名）

【研究内容】

#### 1. 第2期中期目標期間の課題の達成目標

これまでリスク評価のために開発してきたリスク評価・解析用ツールを公開し、行政、産業及び教育の場で広く普及させるとともに、評価対象を拡大し、より高度に精緻化を図るため、以下の研究開発を実施する。

- 1) VOC 規制のように複数物質の二次生成等の評価を必要とする課題に対して、複数物質の環境中での反応を考慮する大気モデルを開発し、公開する。
- 2) 適用地域を拡大した河川モデルと、生物蓄積過程を組み込んだ海域モデルを開発し公開する。

#### 2. 平成18年度までの経過

サブグリッドモデルを組み込み、解析可能な空間解像度を向上させた大気モデル AIST-ADMER Ver. 2を公開するとともに、沿道暴露モデルを開発し、ベンゼンの詳細リスク評価に活用した。また、次世代 ADMER についても開発を進めた。

河川モデル（AIST-SHANEL）については、金属を取り扱えるように検討し、海域モデルとして瀬戸内海モデル（大阪湾海域、備後灘海域、周防灘海域）を開発、公開した。

#### 3. 平成19年度達成状況

- 1) 大気モデルについては、次世代 ADMER の開発を進め、オゾン生成のキーとなる中間生成物の硝酸と植物起源の VOC（イソプレン）のフィールド調査を実施し、その結果と次世代 ADMER によるシミュレ

ション結果と比較し、反応系や排出係数の妥当性を検証した。

- 2) 河川モデルについては、水系暴露解析モデル（AIST-SHANEL）の適用範囲を日本全国の1級河川（全109水系）に拡大するために、全国水系の流域データの収集整理を行い、下水道普及率、落水線、その他必要となるデータの加工を行った。また、全国水系を対象に AIST-SHANEL の流出解析に関わるフレームワークを作成し、各河川における流量を実測値との比較により検証した。

- 3) 沿岸海域モデルについては、海洋生物への化学物質蓄積過程の既知見の収集・整理を行い、化学物質蓄積モデルの基本的な概念図設計を行った。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 大気モデル、河川モデル、沿岸海域モデル

【テーマ題目4】 マルチプルリスク評価のための手法開発（運営費交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究）

【研究代表者】 中西 準子（研究センター長）

【研究担当者】 吉田 喜久雄、牧野 良次、林 彬勲、内藤 航、加茂 将史  
（常勤職員5名、他5名）

【研究内容】

#### 1. 第2期中期目標期間の課題の達成目標

互いに関連しあう複数のリスクのトレードオフ構造の中で、社会が許容可能なリスクを選択できるマルチプルリスク管理のためのリスク評価手法を確立するため、複合製品のリスク評価手法、定量的構造活性相関（QSAR）を用いた未知の化学物質の毒性予測手法及び多物質を対象にした包括的評価手法を開発するとともに、すでに実施されてきたリスク管理対策事例から政策効果等のデータベースを構築する。

難燃剤、工業用洗浄剤、溶剤等の各種代替物質の開発過程で、その導入の合理性を評価することが可能なリスク評価技術を開発するとともに、未規制物質の中から代替品を選択する技術を開発する。

#### 2. 平成18年度までの経過

ロジスティック回帰分析による初期リスクをスクリーニング的に数少ないデータから推定できる手法を構築するとともに、農・畜産物の流通モデルの構築の一環として重力モデルを検討した。また、難燃剤のリスク評価を対象に、今後、評価結果の改善のために取り組むべきプライオリティーの明確化と管理対策の事例ベースの枠組みを検討した。さらに、難燃剤の代替に伴うリスクの変化やキシレンとトルエンの同時暴露のリスクを共通指標で定量化する検討を行った。

#### 3. 平成19年度達成状況



- 1) 生態影響については、有害性情報が限られた物質（AE）にニューラルネットワークモデルを適用して毒性値を算出し、環境中のAE同族体の分布も考慮して環境管理濃度を提案するとともに、亜鉛の個体群の感受性分布を求め、生態系保全のための基準濃度を提案した。さらに、限られた生態毒性情報を補完する手法構築ため、QSAR手法の検討とデータマイニングによる類似性関係の抽出に用いる既存有害性情報の基本データセットを作成した。
- 2) 人口構成、土地利用、野菜類と肉・乳製品の生産出荷量と消費量、気象データベースを主に市町村別にGIS上に構築した。これにより環境媒体間を移行しヒトに至る過程を推定するモデルに用いる地域特異的パラメータの代表値を決定するとともに、空間的相互作用モデルに用いるデータセットを作成した。
- 3) 影響の種類が異なる室内汚染物質のトルエンとキシレンの量-反応関係を解析し、両物質を同時に吸入暴露した際のリスクを、QOLを共通指標として詳細に評価した。さらに、室内換気設備導入による両物質への同時暴露リスク低減の費用対効果を定量的に解析し、これらの結果を詳細リスク評価書としてまとめ、公開した。また、共通指標の適用で、異なる種類の有害影響を有する物質間の代替に伴うリスクトレードオフ評価や同時暴露に伴うリスクの評価が可能なことを例示した。これにより、本課題は目的を果たしたと判断し、19年度で終了した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】有害性情報、環境媒体間移行モデル、リスクトレードオフ

【テーマ題目5】新技術体系とリスク評価・管理（運営費交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究、平成19年度経済産業省委託事業）

【研究代表者】中西 準子（研究センター長）

【研究担当者】中西 準子、納屋 聖人、蒲生 昌志、岸本 充生、小倉 勇、篠原 直秀、小林 憲弘、鈴木 一寿（常勤職員8名、他6名）

【研究内容】

#### 1. 第2期中期目標期間の課題の達成目標

環境中でのナノサイズ物質の反応・輸送特性を解析できる粒子計測・質量分析技術を開発するとともに、ナノテクノロジー等の新規技術体系により作られる物質に対し、社会への導入以前にそれらの物質に内包されるリスクを事前評価する手法を開発する。

#### 2. 平成18年度までの経過

多くの現在開発中のナノ材料の実環境での測定が現実的でないため、工業用ナノ材料のライフサイクルと排出可能性を調査、整理するとともに、模擬実験を中

心に暴露評価を検討した。有害性評価については、バイオマーカーを検討し、*in vitro*について標準化に必要な培養細胞系と微細化等の周辺技術の標準化に必要なデータを取得するとともに、結果に大きく影響するエンドトキシンの測定の標準化を提案した。さらに、ナノテクノロジーに対する一般人の認知に関するアンケート調査を実施するとともに、ナノテクノロジーを使った消費者製品のインベントリ調査を実施し、整理した。また、ナノ材料のリスクに関する科学的な議論のベースとしてナノリスクネットパネルを構築した。さらに、日本の各種法規制のナノテク関連製品への対応の可能性を検討した。

#### 3. 平成19年度達成状況

排出/暴露評価として、排出模擬試験、製造現場での計測、ナノ材料応用製品のライフサイクル調査を実施した。排出模擬試験としては、カーボンナノチューブ、フラーレン、金属酸化物等のナノ材料9種について、粒子濃度や粒径分布といった項目の計測を行った。この結果は、ナノ粒子の類型化や飛散特性のデータベースに用いることができる。現場計測としては、実際にナノ材料を製造施設での計測を行うとともに、カーボンナノチューブ含有プラスチックのリサイクル施設における破砕片を電子顕微鏡により観察した。有害性試験としては、フラーレン、カーボンナノチューブに対して遺伝毒性試験（エームス試験/染色体異常試験/小核試験）を実施した。いずれもネガティブの結果を得ている。また、酸化チタンやカーボンナノチューブの気管内投与試験を実施した。特に酸化チタンについては、一次粒径と二次粒子径の異なる粒子を用いて、粒子径の違いが、肺での炎症に及ぼす影響について調べた。少なくとも炎症の持続をエンドポイントとした場合、粒径による影響の違いは明確ではなかった。初期的なリスク評価文書作成のため、3ナノ材料について主要な用途のライフサイクルで、製品中の量や性状を調べた。また、既往の試験結果を総括して、暫定的な無影響量の目安を得た。

ナノ粒子の安全性評価方法の標準化については、試験標品のキャラクタリゼーションを行い、*in vitro*試験用に調製された分散液について物化性状とエンドトキシンの測定を行い、試験標品の物化性状の違いが明確に*in vitro*試験に影響するというデータは得られなかった。しかし、エンドトキシン汚染が試験細胞によっては明確に擬陽性反応を呈することが今回の研究でも明らかとなった。試験標品の液中分散化は、*in vitro*試験に必須の過程であるため、多くの分散化技術を検証し、特徴と問題点を抽出した。血清を用いる超音波処理により液中に分散化する方法が現時点では、最も実用性が高いと評価されたが、万能ではなかった。さらに、ナノ粒子への暴露頻度が最も高いと思われる肺の構成細胞種を想定し、線維芽細胞、肺泡マクロフ



ァージ、Ⅱ型肺胞上皮細胞、血管内皮細胞、中皮細胞及び骨髓由来マクロファージを試験細胞として確立した。これらにより、*in vitro* でありながら、実用的な評価システムを提言でき、同時に、ナノ物質の安全性に関わる *in vitro* 試験法の標準化の準備が整った。

法規制ギャップ調査は、化審法と化管法に絞って、欧米の法規制（TSCA や REACH）と比較しながらナノ材料の潜在的リスクへの対応可能性を整理した。ナノテクノロジー消費者製品インベントリは引き続き週1回の更新を続け、400項目1000製品を超えるに至った。カテゴリー別及び材料別、機能別の分類を行い、米国の同様なインベントリとの比較を行った。一般人へのアンケート調査も継続し、認知・知識ともに95 %を超える高水準を維持するとともに、ポジティブな感情を持つ人の割合も80 %を超える高水準を維持し続けていることがわかった。また、欧米でこれまでに実施されたアンケート調査の包括的なレビューを行い、日本におけるリスクとベネフィット認知の特徴を明らかにした。日本では知識が非常に高く、かつ、ポジティブな感情を持つ人の割合も高い。回答者の30 %がナノテク製品を購入したり使用した経験があるものの、ナノテク特有の便益を実感できた人はこの半数（全体から見たら15 %）にとどまることも明らかになった。前年度構築したナノリスクネットパネルについては、継続的に実施し、ナノ材料のリスク評価にとって重要と思われる論文を新たに10報選び、パネリストからのコメントを収集した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ナノテクノロジー、ナノ材料、リスク評価、暴露評価、安全性評価、法規制ギャップ調査

### ③【ライフサイクルアセスメント研究センター】

(Research Center for Life Cycle Assessment)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：稲葉 敦

副研究センター長：匂坂 正幸

所在地：つくば西

人 員：11名（10名）

経 費：195,654千円（118,583千円）

概 要：

ライフサイクルアセスメント（Life Cycle Assessment：LCA）は、製品やサービスの環境への影響を評価する手法である。対象とする製品を産み出す資源の採掘から素材の製造・生産だけでなく、製品の使用・廃棄段階まで、ライフサイクル全体を考慮し、資源消費量や排出物量を求め、その環境への影響を統合的に評価することで

ある。環境負荷の小さな社会を実現するためには、社会を構成する企業、国・自治体、並びに消費者が相互の関係を考慮しながら自らの活動を評価することが必要である。当研究センターは、生産活動への LCA の普及を目指し、企業活動のための環境効率指標の開発、地域施策への LCA 手法の拡大、エネルギーシステム評価手法の開発を実施している。また、消費者の活動による持続可能性を追求するために、消費者の環境意識の調査や、それを反映した環境影響評価手法について研究を進めている。さらに日本と密接な関係を有するアジアの国々とのネットワークを強化し、国際的なプレゼンスを高め、先導的な役割を果たすよう努めている。

-----  
外部資金

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「電気・電子機器を対象としたライフサイクル指向製品環境リスク評価技術開発」

環境省 地球環境研究総合推進費「新技術・交通行動転換策の導入効果の評価と普及促進に関する研究」

環境省 地球環境研究総合推進費「アジア地域における緩和技術の統一的な評価手法の開発に関する研究」

環境省 地球環境研究総合推進費「都市活動に伴う物質・エネルギーの地域の分布型環境フラックス解析システムの構築に関する研究」

文部科学省 科研費補助金「包括的製品政策に基づく EU 指令の導入による環境影響削減効果の評価」

文部科学省 科研費補助金「ナノエレクトロニクスの移行に伴う電子製品の動的環境影響評価」

環境省 廃棄物処理等科学研究費補助金「物質ストック勘定体系の構築とその適用による廃棄物・資源管理戦略研究」

環境省 廃棄物処理等科学研究費補助金「アジア地域における自動車リサイクルシステムの比較研究」

環境省 廃棄物処理等科学研究費補助金「国外リサイクルを含むシナリオ間のライフサイクル比較手法と廃プラスチックへの適用」

独立行政法人科学技術振興機構 受託研究費「産業、企業、製品の環境負荷物質の排出量と資源消費量及び環境効率指標の算定」

みずほ情報総研株式会社 受託研究費「環境 JIS の体

系的分類方法と環境 JIS 普及に向けた戦略」

岩手県 受託研究費「県央ブロックにおけるごみ処理広域化の研究」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 受託研究費「バイオマスの地域循環利用を持続的に進めるための環境影響評価の枠組みの構築」

財団法人石炭エネルギーセンター 請負研究費「ハイパーコール環境負荷調査」

社団法人産業環境管理協会 請負研究費「簡易 LCA ソフトの開発（改良）」

独立行政法人海上技術安全研究所 請負研究費「外洋上プラットフォームの主要利活用における環境負荷調査」

社団法人産業環境管理協会 請負研究費「電池・塗料・接着剤・化粧板のインベントリデータの調査」

社団法人産業環境管理協会 請負研究費「エコリーフ原単位の更新」

みずほ情報総研株式会社 請負研究費「燃料電池自動車に関するインベントリ情報の作成」

東京電力株式会社 共同研究費「都市としての省エネ性を考慮したヒートアイランド対策の総合的評価（Phase5）」

財団法人アサヒビール学術振興財団 研究助成金「CSR 活動による社会影響の定量化手法に関する研究—社会変化の特定—」

科学技術国際交流センター（Winter Institute Program）研究助成金「Development of appropriate Indicator for Identifying Key environmental aspects by LCT approach」

発表：誌上発表93件、口頭発表122件、その他2件

#### LCA 手法研究チーム

（LCA Methodology Research Team）

研究チーム長：伊坪 徳宏

（つくば西）

概要：

LIME2の普及に向けた活動と LIME2に続く環境影響評価手法の開発を平行して行った。

LIME2の普及活動では、セミナーや作業部会を通

じた手法論の解説と事例研究の実施、および、費用対便益分析を通じた製品評価手法への応用研究を行った。LIME2セミナーでは、LIME2の特徴である、不確実性分析、統合化、騒音・室内空気質汚染をテーマとした講演会を開催し、いずれも100人を超える参加者を得た。また、LCA 日本フォーラムにおいて「LIME2 利用部会」を設置し、12社と連携して電気製品、自動車、建材など10を超える事例評価を行った。その成果は LCA に本フォーラムセミナーにおいて報告されるとともに、事例報告集を公開することができた。LIME2を活用した費用対便益分析手法の開発では、大手電気電子企業6社と連携して、電気電子機器を対象とした費用対便益分析の実施を行った。事例研究を通じて、省資源、省エネルギー、化学物質対策など、様々な製品環境対策がある中で、環境および経済の両側面で効果的な案を選定するのに、本手法が有用であることを確認することができた。

環境影響の評価手法の開発では、グローバルレベルの影響領域に注目し、水資源の影響評価手法の開発、地球温暖化の評価手法の更新に着手した。水資源の評価では、国際機関が発行した統計資料を解析して、水資源の消費とそれに伴う健康損失を関連付ける被害係数のプロトタイプを開発した。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3

#### 地域環境研究チーム

（Regional Environment Research Team）

研究チーム長：玄地 裕

（つくば西）

概要：

地域施策に適用する LCA 手法の研究開発として、LCA の考え方をういた地域施策評価の概念を提示し、その概念に基づき、地域施策を評価・設計する手順を提案している。施策の原案・代替案立案のための環境影響・コスト最適化モデルのプロトタイプを開発している。又、都市ヒートアイランド対策に関する研究として、LIME を用いて温暖化、資源消費、健康影響に対する環境影響の定量化を行いつつ、考慮すべきカテゴリの検討を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 5

#### 環境効率研究チーム

（Environmental Efficiency Research Team）

研究チーム長：田原 聖隆

（つくば西）

概要：

経済価値を基礎とし産業・企業にて整合性のある環境効率指標の開発を実施しました。指標は分母の環境負荷を LIME により統合した環境影響とし、分子の

価値を付加価値（営業利益＋人件費）とした手法です。企業が環境効率を簡便に算出できるための算出支援ソフトを作成し普及に努めた結果、数社の企業がケーススタディを実施し、学会発表等を通じ外部へ公表されました。また、経済指標以外の価値に基づく環境効率指標として、製品品質を基とした指標を提案し、耐久消費財（冷蔵庫、エアコン等）を対象としたケーススタディを実施しました。さらに、「持続可能な社会実現に向けた金融業のあり方に関する研究会（座長：稲葉敦）」を立ち上げ、8回の研究会と1回の一般講演会（参加者160名）を開催しました。研究会を通じて、社会的責任投資の環境パフォーマンス評価手法、株主資本利益率(ROE)と環境効率を融合した新たな環境投資指標の開発などを行いました。加えて、LCA を実施する上で必要不可欠なインベントリデータを、統計資料、既往文献、実態調査などを基に収集し、データベースを構築しました。構築したデータの品質を考慮し、複数あるデータの中で推奨できるデータを抽出できました。開発した LCA 計算ソフト（AIST-LCA Ver. 4）のバックグラウンドデータなどとして活用しています。また、各種自動車用燃料のインベントリ分析を行うとともに、使用実態に即した低燃費車・代替燃料車の技術評価と消費者選好に基づく普及促進策を検討しました。

研究テーマ：テーマ題目 6、テーマ題目 7、テーマ題目 8

#### エネルギー評価研究チーム

（Energy Systems Analysis Team）

研究チーム長：八木田 浩史

（つくば西）

#### 概 要：

エネルギー技術の評価に関する研究を推進している。従来の個別製品を対象としたレベルの LCA 研究で検討されてきた手法及び考え方について、より広く社会システム全体としての評価という視点で展開をはかるとともに、中長期的な視点からエネルギー、資源、環境問題を検討している。また各種の温暖化対策あるいはエネルギー使用合理化技術の評価するツール群を開発し、エネルギー技術の研究開発や導入助成に関して費用効果分析を行っている。運輸政策に関して、各種自動車用燃料の製造・供給段階での環境負荷を LCA の観点から評価するとともに、各種自動車の技術評価、使用済み自動車のリサイクルの評価を行い、将来の自動車普及を考慮したエネルギー消費・環境負荷の推計を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 9、テーマ題目 10

#### 〔テーマ題目 1〕「LIME2のデファクトスタンダード化に向けた調査および普及活動」

〔研究代表者〕伊坪 徳宏（LCA 手法研究チーム長）

〔研究担当者〕伊坪 徳宏、本下 晶晴  
（常勤職員1名、他1名）

#### 〔研究内容〕

LIME1の更新版である LIME2が公開されました。事例研究の成果を LIME2利用ガイドとして示せば、新手法を利用したいという実施者にとっては、適切な利用方法や解釈方法について予め知ることができるため、本手法の普及にきわめて有効であると考えられます。一般消費者にとっても環境コミュニケーションのための有益な情報を得ることができます。また、LCIA の手法開発者にとっても、新手法の妥当性を検証することができ、シックハウス問題など社会的関心の高い研究課題について考察することができるなどのメリットがあります。

そこで、企業における LCA 実施者と手法開発者で構成する LIME2作業部会を LCA 日本フォーラム下に設置し、LIME2の活用とその結果の共有を目的とした調査研究を実施しました。12社との連携の下、電気機器（エアコン、液晶プロジェクタ、複写機、自動採尿機）、高圧盤、建材（壁材、接着剤）、ICT サービス、容器包装（スチール缶）、自動車、発電（火力発電、原子力発電）を対象として影響評価を行うことができました。いずれの製品も、温暖化、都市域大気汚染、化石燃料消費が相対的に大きな環境影響を示しましたが、製品によっては、廃棄物、室内空気質汚染、鉱物資源、有害化学物質が大きく、包括的に環境影響を評価することが改めて重要であることがわかりました。

これらの成果は LCA 日本フォーラムセミナーにおいて報告されました。130名もの参加者を得て実施され、多くの実施者と評価結果を共有することができました。今回の作業部会で採用された評価の多くは製品 LCA でした。今後は環境効率、ファクタなどを駆使した事業者や国レベルの評価、バイオ燃料など特定の社会的関心の高い対象に対する評価など、社会的な要請が高い研究課題に対する評価が求められます。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕LIME2、ライフサイクルアセスメント、有害性評価

#### 〔テーマ題目 2〕独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「電気・電子機器を対象としたライフサイクル指向製品環境リスク評価技術開発」

〔研究代表者〕伊坪 徳宏（LCA 手法研究チーム長）

〔研究担当者〕伊坪 徳宏、本下 晶晴、  
Sang-Yong Lee、山口 博司  
（常勤職員1名、他3名）

#### 〔研究内容〕

既存の環境評価ツールは、RoHS や WEEE、EuP と



いった欧州指令や JGPSSI などの取組といった国内外の動きに対応しておらず、電気電子機器産業による環境活動を適切に評価することができない状況にありました。本研究では、電気・電子製品に特有な環境リスクとして、有害化学物質による健康リスク、希少金属の消費による社会経済リスクを評価するための手法を開発し、これらの環境影響を包括した費用対便益分析を行うことができる意思決定支援システムを構築しました。その成果は、RoHS 規制対象物質の代替効果、WEEE 対応リサイクルシステム構築による環境保全効果といった多様な環境施策案を、「製品環境リスク」という総合的尺度により分析評価することができる汎用性と柔軟性の高い手法体系として活用されることが期待されます。

これまでに、RoHS 規制物質、規制対象外であるが有害性が高い物質、すなわち、カドミウム、六価クロム、鉛、水銀、砒素、アンチモンを対象にして、電気電子機器より排出される化学物質(重金属を含む)量、これに伴って生じる環境影響を定量的に測ることができるツールを開発しました。これまでに、電気電子機器産業大手6社と連携して、洗濯機、液晶パネル、複写機、パソコンなど様々な製品に対する評価を行いました。これにより、本研究の成果を製品設計に活用することができることを検証できました。企業の製品設計者はこれを利用することで簡便に化学物質の適正に管理するとともに、その社会的効果について評価できるようになりました。

電気電子機器は温暖化、化学物質、廃棄物、希少資源消費など様々な環境問題と関係しています。環境対策のために企業が投じる費用は限られている中、なるべく効果的な環境対策が取られることが望まれます。本研究による成果を活用することで、省エネ、省資源、化学物質規制、リサイクルなど様々な環境影響削減策の中から最も費用対効果の高い対策を選択することができます。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】電気電子機器、費用対便益分析、ライフサイクル環境影響評価

### 【テーマ題目3】「水資源の消費による健康影響評価手法の開発」

【研究代表者】本下 晶晴 (LCA 手法研究チーム)

【研究担当者】本下 晶晴、伊坪 徳宏  
(常勤職員1名、他1名)

#### 【研究内容】

世界的な人口増加に伴い水資源に対する需要が高まる一方で、水資源の地域的な偏在性や気候変動による水資源分布の変化などによって生じる水資源不足問題に対する関心が高まっています。本研究では、LCA も含めてこれまで環境影響評価技術の分野において取り扱われていなかった資源としての水の消費・不足に伴う影響を評価するための手法開発を進めています。

FAO や WHO などの国際機関が公表している国レベ

ルでの統計情報を活用し、生活用水の不足によって安全な水へのアクセス性が低下することに伴う感染症や寄生虫などの健康被害の発生量や、農業用水の不足に伴う食糧生産の低下とそれに伴う栄養阻害被害量の増加量などについて、非線形重回帰分析を利用して世界の国レベルにおける水資源賦存量や栄養状態・医療レベルなどの様々なパラメータにより説明される健康被害量推定モデルのプロトタイプを開発しました。

本モデルにより世界各国において水資源が消費された場合に発生する健康被害量が推定でき、各国での生産活動に伴って生じる水資源消費による影響の予測や、生産拠点の変更による環境影響の変化などについて、これまで考慮することのできなかった水資源の不足による影響について検討することができます。また、新興国や途上国における ODA などによる水資源開発による便益についても環境影響の観点から定量的に評価することができ、産業活動だけでなく人道的支援活動の評価への適用など LCA の活用が拡大することが期待されます。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水資源、健康被害、ライフサイクル環境影響評価

### 【テーマ題目4】運営交付金 研究センター推進予算 「ライフサイクル思考を適用した環境配慮型地域施策の評価設計に関する研究」

【研究代表者】玄地 裕 (地域環境研究チーム長)

【研究担当者】稲葉 敦、匂坂 正幸、玄地 裕、  
井原 智彦、布施 正暁、楊 翠芬、  
田畑 智博、菱沼 竜男、池田 正基  
(常勤職員5名、他4名)

#### 【研究内容】

持続可能な発展を実現するためには、産業界だけではなく、地域のステークホルダーによる持続可能な社会を目指した自主的な活動の普及が重要です。そこで、本研究は、地域のステークホルダーである地方自治体に着目し、自治体が自主的に実施可能なライフサイクル思考を適用した環境配慮型地域施策設計評価手法を開発することを目標とします。地域の環境管理の中心的な役割を担う地方自治体で、環境と便益を考慮した地域施策が普及して、環境影響が低減することが、本研究のアウトカムとなります。具体的には、地域施策実施による環境影響を、事業の実施に伴う素材、資源の採取から事業に必要な施設、道路、インフラ、機械などの建設、運用、廃棄までのライフサイクル全体で定量化する手法を開発します。その際には、地域施策の影響が長期にわたること、並びに施設建設の場所や輸送についての検討が必要なことを考慮して、人口変化や施設寿命などの時間的変化、並びに、施策の空間的展開の取り扱いができる手法開発を行います。また、現状のライフサイクル環境評価では考慮されていない、地域で問題となる環境問題を評価の



中に組み込むことで地域の意志決定に重要な環境影響を考慮します。さらに、地域施策実施がもたらす便益の定量化手法を整理して、ライフサイクルでの環境影響と施策の便益とを金銭価値として比較できる枠組みと手法の開発を行います。最終的には、これらの一連の手法を用いた環境と便益を考慮した地域施策設計手法を提示することで、施策実施の意志決定に寄与します。

研究開発は、岩手県、千葉県、三重県の地方自治体の具体的な施策計画を対象にケーススタディを行うことで、評価・設計手順の構築、評価手法の開発、評価ツールの開発、設計手法の開発、設計ツールの開発を行います。各県でのケーススタディを元に、ライフサイクル思考を用いた地域施策立案の概念を提示しました。その概念に基づき地域施策を立案する手順を提案しています。また、原案が立案されていない施策についても、提案する概念を適用することが出来るように、原案・代替案立案のための環境影響・コスト最適化型モデル RCACAO を開発しました。

岩手県では、盛岡市で行った人口の将来変化を考慮した環境影響の小さい可燃ゴミ処理方法についての提案を元に、県央ブロックにおける一般廃棄物処理計画の策定に携わりました。廃棄物処理計画として、広域化計画立案の基礎的な処理方法ごとの環境影響を定量化しました。また、データの乏しい一般ごみの自家処理に関する実態調査を行いました。

千葉県では、バイオマス処理個別技術の環境影響とコストの相対的比較結果を提示して、その結果に基づいて生ゴミについての利活用全県マップを示しました。さらに、千葉県における廃棄物処理に関するデータに基づいて現状の環境影響についての定量化を行いました。これらの結果は、廃棄物処理計画の基礎データとなっています。

三重県では、地域全体へのまちづくりの環境影響定量化と、まちづくりの便益についてコンジョイント法によるまちづくり価値定量化を行いました。複数の計画案を作成して環境効率手法によってまちづくりの環境影響と価値を比較検討する手法は世界的にも例がないものです。

これらの研究成果は、平成20年度中に「地域環境マネジメント-LCA からのアプローチ（仮題）」と題して出版を予定しています。これらの研究成果を積み重ねることで、ライフサイクル思考に基づく環境配慮型地域施策を導入する実験的試行、並びにその普及につながることを期待されます。本研究手法の普及は、ポスト京都議定書の期間に対応するため、地域における低炭素社会対応の施策策定にも貢献出来ると期待されます。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】ライフサイクル思考、地域施策、低炭素社会、廃棄物処理、バイオマス、環境影響

## 【テーマ題目5】東京電力 共同研究「ヒートアイランド現象によりもたらされる環境影響の定量化」

【研究代表者】玄地 裕（地域環境研究チーム長）

【研究担当者】玄地 裕、井原 智彦、岡野 泰久  
（常勤職員2名、他1名）

### 【研究内容】

大都市において、ヒートアイランド現象は既に顕在化しており、熱中症、睡眠障害やエネルギー消費の増大など様々な影響を社会に与えています。しかし、熱中症を緩和する対策、睡眠障害を緩和する対策、他のカテゴリーの影響を緩和する対策はそれぞれ異なるにもかかわらず、どのカテゴリーの影響がどの程度問題であるのか、定量化されていませんでした。また、通年にわたり気温を低下させるヒートアイランド対策は暖房エネルギー消費を増大させるため、地域によっては年間エネルギー消費を増加させ、地球温暖化に寄与してしまう場合がありますが、夏季の気温低減効果しか議論されて来ませんでした。効果的なヒートアイランド対策設計のためには、ヒートアイランド現象による環境影響を地球温暖化や大気汚染など他の環境問題と同じ基準で定量化する枠組みを作り、その枠組みを用いて対策の導入効果を評価することが必要でした。

本研究は、ヒートアイランド問題のうち影響が大きいと推定される睡眠障害を中心に、環境影響を統合化したものです。

気温と睡眠障害との関係は、東京23区の住民500名を対象に、2006年および2007年に睡眠障害に関するインターネット調査を実施し、結果を解析することにより定量化しました。具体的には次の通りです。睡眠障害に関する調査で広く用いられている日本版ピッツバーグ睡眠質問票(PSQI-J)を用いて、2007年8月に調査を行い、調査対象者の睡眠障害者割合は48.8 %という結果を得ました。また、PSQI-J をもとに日々の睡眠障害についての質問票を作成し、深夜の外気温と睡眠障害に関する調査を行いました。その結果、深夜0時の外気温が約26℃を超えると、1℃気温が上昇するごとに睡眠障害者の割合が約3 %ずつ増加する、という傾向を確認しました。

このような調査結果も利用して、東京23区における気温上昇と、睡眠障害、熱ストレス、熱中症、寒冷ストレスおよび冷暖房に伴うエネルギー消費との関係を明らかにしました。

そして、睡眠障害を始めとする各カテゴリーの環境影響を定量化するために、LIME の枠組みを用いてヒートアイランド問題の構造を整理しました。今回は、ヒートアイランド現象による被害のうち、熱ストレス、熱中症、寒冷ストレス、睡眠障害、冷暖房によるエネルギー消費の変化の5つのカテゴリーについての定量化を行いました。その結果、1982年を基準として2002年のヒートアイランドによりもたらされた東京23区内の環境影響は、年

間で睡眠障害114億円、熱ストレス8.7億円、熱中症1.8億円、冷房エネルギー消費0.28億円、暖房エネルギー消費-0.47億円、寒冷ストレス-80億円、合計約44億円と推定されました。なお、この金額は、伊坪らによる健康被害を回避するのに支払うことができる費用を算出した研究成果を利用したものです。この枠組みを用いて様々なヒートアイランド対策の気温緩和効果や温室効果ガス排出削減効果を評価するとともに、対策導入および製造・運用に伴う環境影響をも LCA によって定量的に比較することで、ヒートアイランドによる環境影響を低減させ、かつ地球温暖化防止にも貢献できる対策案の立案に寄与できます。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】ヒートアイランド、影響評価、睡眠障害、LIME

【テーマ題目6】環境省 廃棄物処理等科学研究費補助金「国外リサイクルを含むシナリオ間のライフサイクル比較手法と廃プラスチックへの適用」

【研究代表者】匂坂 正幸（副研究センター長）

【研究担当者】匂坂 正幸、田原 聖隆、小林 謙介（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

ライフサイクルアセスメント（LCA）を効率的に実施する上で、バックグラウンドデータの整備は必要不可欠である。本研究において必要となるバックグラウンドデータには、電力、輸送、水関連などが挙げられる。しかし、中国国内のこれらのインベントリデータは殆ど整備されていません。対象としてデータは石炭生産・電力、上水・下水・工業用水・工場排水の水関連、水酸化ナトリウム・酸化カルシウム・アンモニアの化学工業製品、廃棄物処理などである。水関連の一部、化学工業製品などについては、今年度新たに調査を開始した項目です。統計データに中国環境年鑑、中国能源統計年鑑、中国電力年鑑、中国煤炭工業年鑑、中国化学工業年鑑など様々な統計を活用し、データベースの構築を実施しました。中国の現地実態調査では、石炭火力発電所、水関連施設、廃棄物処理施設の調査を行い、処理のフロー、処理における課題など多くの有益な情報を得ることができました。また石炭の鉄道・トラック輸送状況などについても確認することができました。

電力データは、主として中国の統計資料を用いて構築し、本検討は発電と送電プロセスを対象とした検討です。2004年の全国平均は1.1 kg-CO<sub>2</sub>/kWh となり、日本の電力の平均値が0.44 kg-CO<sub>2</sub>/kWh であるのと比較するとその差が非常に大きいことがわかった。これは石炭使用率が多いこと、発電効率・設備の性能などの影響が大きいです。また、年次差は、年々上昇傾向にあるものの、それほど極端な差異が見られませんでした。一方、地域

差については非常に大きな差異が見られ、2004年で最も大きな値だった広西省は最も小さかった青海省の約3倍となりました。このように省市ごとにばらつきが生ずる原因には、発電効率、脱硫効果（SO<sub>2</sub>排出量）、石炭の質、電源構成、送電ロスが大きな影響を及ぼしています。今後はこのような地域性などによる差異を評価でどのように考慮するかの議論が必要です。

上水・下水、工業用水・工場排水に関わるインベントリは、江蘇省蘇州市における実態調査からデータを得ました。特に下水、工場排水については、水質（SS、COD）にも着目して分析しました。中国の水質基準は、横並びでの比較は難しいものの、日本と大きく差異がありません。本検討で対象とした施設においても基準値以下の値であったが、日本の下水施設の数倍の値となりました。一事例の検討であるため、一般的な結果として解釈することは難しいですが、日本の施設では自主基準などを設定して水質の維持管理を行っていることもこれらの差異の要因ではないかと思われます。

水酸化ナトリウムや生石灰の CO<sub>2</sub>排出量は、日本の値と比較して2、3割程度大きな値となっています。これは、電力原単位の差異などに起因するものと考えられます。一方、アンモニアは、日本の数倍程度となっています。これは、エネルギー源に日本では電力を用いているが、中国では石炭を用いていることに起因します。このように、日本と中国で同じようなプロセスで製品が生産されている場合でも、使用燃料等によってインベントリの算出結果に非常に大きな差異が生じることが確認できました。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】ライフサイクルアセスメント、インベントリ分析、中国、統計資料、実態調査

【テーマ題目7】独立行政法人科学技術振興機構 受託研究費「産業、企業、製品の環境負荷物質の排出量と資源消費量及び環境効率指標の算定」

【研究代表者】稲葉 敦（研究センター長）

【研究担当者】稲葉 敦、田原 聖隆、小澤 寿輔、本下 晶晴、本田 智則、尾上 俊雄、藤井 千陽、高田 亜佐子（常勤職員5名、他3名）

【研究内容】

環境効率指標は環境負荷量当たりの企業の業績や製品の機能を示す指標として、先進的企業において用いられるようになってきました。しかし、その定義は企業によりまちまちであり、企業と製品の環境効率に全く関連性が有りません。そこで、本研究では、企業や製品の環境効率を、国や産業の環境効率と関連させるために、分子に付加価値を用いた環境効率を提案しました。同時に、分母には別途開発した「日本版被害算定型環境影響評価手

法 (Life cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling : LIME)」を用い、環境影響を金額単位で統合することを提案しました。この環境効率は分子、分母共に金額単位なので無次元です。本研究では、この定義にしたがった環境効率を、国、産業、企業、製品のそれぞれで算出し、産業並びに企業がこれを使うことによって生産活動における環境側面の改善ができることを実証することを目的としました。

企業の「付加価値」を企業が直接生み出す営業余剰（営業利益）と雇用者所得（人件費）の和と定義しました。営業利益は企業経営を、人件費は企業の雇用責任を表す尺度と考え、国や産業の付加価値についてこれと整合するように細部を調整し、それぞれの付加価値を算出しました。分母は、付加価値を生み出す範囲から排出される環境負荷とする必要があると考え、産業・企業の直接排出分としたが、電力の使用に関しては産業・企業の責任であると考えたため、発電所とその上流での環境への排出を加えることとしました。環境負荷項目は、各対象の活動が環境に与える影響を多面的に評価するために、CO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、SPM、有害化学物質（PRTR 対象物質）、廃棄物、資源消費とし、各項目を LIME により金額換算しました。

産業の環境効率は、産業連関表を基礎とし、PRTR の調査等も活用して、上述の環境負荷項目を算出し、LIME で統合化することによって求めることができました。この産業部門ごとの環境効率は、それぞれの企業のベンチマークとして使用可能です。一方、企業の環境効率については、産業の評価範囲と整合する環境負荷量を環境報告書等の公表資料から算出することも、付加価値を有価証券報告書等の公表資料から算出することも困難であることが明らかになりました。企業の環境効率を算出するためには、現状では、企業自身が自社のデータを分析することが不可欠です。そこで、企業3社の協力を得て、事例研究を実施しました。事例研究では、企業の環境効率をその企業が属する産業の環境効率と比較することを中心として実施しました。複数の産業部門の製品を製造している企業は、産業部門ごとに自社の環境効率と産業平均を比較する必要があります。また、そうすることで、自社の活動の産業平均との関係を知ることができます。事例研究で協力を得た企業はいずれも CO<sub>2</sub>のみを環境負荷の対象としており、CO<sub>2</sub>効率での比較しかできなかったことが残念でありました。今後普及段階で他の環境負荷物質の評価を実施していきます。また、製品の環境効率の得失を議論することができましたが、企業の環境効率を製品の環境効率に分解することは理論上可能であるが、製品に関する情報については企業秘密も含まれるため企業の協力を得ることができず、事例研究の実施には至りませんでした。提案した環境効率は、企業がその属する産業との位置づけを知るために有用であり、この環境効率を普及させるためには、活動範囲を共通に

した付加価値と環境負荷のデータの収集と公開が不可欠です。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 環境効率指標、付加価値、基準設定

#### 【テーマ題目 8】「インベントリデータベースと LCA ソフトウェアの開発」

【研究代表者】 田原 聖隆（環境効率研究チーム長）

【研究担当者】 田原 聖隆、工藤 祐揮、小林 光雄、尾上 俊雄、小林 謙介  
（常勤職員2名、他3名）

#### 【研究内容】

本研究は、産業界をはじめ社会への LCA の実施支援、普及を図ることにより、持続可能な開発に向けたソフト面からの支援を行うことを目標としています。そのため、LCA の実施に不可欠な透明性の高いインベントリデータを調査、集積するとともに、ケーススタディを通じた LCA 実施ノウハウ等を蓄積し、それらを公開、発表することにより、内外各方面での LCA の実施支援を行いました。インベントリデータパックの第2,3弾の公開を目指し工業界の作成したデータの精査、文献からのインベントリデータ化を実施しました。LCA ソフトウェアの開発は、AIST-LCA Ver.4のバージョンアップを実施し、LIME2の搭載や新機能の拡充を施した新ソフトを開発しています。次年度、公開する予定です。また、中小企業や教育のための簡易 LCA ソフトウェアも開発し、(社)産業環境管理協会より、ダウンロードできるようになっております。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 LCA ソフト、インベントリデータ、環境評価

#### 【テーマ題目 9】「エネルギー技術の社会的評価に関する研究」

【研究代表者】 八木田 浩史

（エネルギー評価研究チーム長）

【研究担当者】 八木田 浩史、遠藤 栄一、野村 昇  
（常勤職員3名）

#### 【研究内容】

エネルギー技術導入において、社会的受容性が重要となってきました。また、ライフサイクルアセスメントによる、人間活動によって引き起こされる環境負荷の経済的な評価においても、環境負荷に対する人々の意識が換算の根底にある要因となっています。本研究では、一般の人々の環境に対する認識の分析に取り組みました。このために、過年度に国内で行った社会調査のデータを分析すると共に、発展途上国における環境意識の先行研究例の調査、調査票の設計、評価を行いました。

(1) 新・省エネルギー技術への負担意思の分析

分析の対象とした過年度の社会調査は、新エネルギ



一、省エネルギーに対する支払意思額を中心とし、関連する項目を同時に質問したものです。それぞれの調査では、グリーン電力、家庭用コージェネレーションシステムを対象に二段階二肢選択法によって、支払い意思を尋ねています。支払意思額の中央値が世帯当たり、月2,000円前後であること、所得依存性が階段状であることが過去分析されていたのに加え、本年度は他の要因への依存関係を分析しました。その結果、支払い意思とは別に質問した環境問題解決への協力意思との関連性が大きく、回答に一貫性があることを確認しました。また、温室効果ガス削減に対する京都議定書についての知識、技術に対する期待度が支払意思額に影響を与えていた一方で、温室効果ガス削減量等の技術の差は、回答者の理解度を十分に高くできなかったためか小さいことが推測される結果となりました。

## (2) 発展途上国における環境意識分析の検討

発展途上国における環境意識の分析を行うため、環境負荷による被害の軽減に関わる支払意思額についての社会調査実施について検討し、東アジアにおける環境意識に関連した調査の事例について文献等を調査しました。得られた情報を踏まえて、環境負荷及び健康リスクについての意識調査の調査票の設計を行いました。質問票の中心は、健康被害を低減することに対する支払意思額についての設問とし、その前後に、地球環境問題に対する認識、環境問題等へのリスクの認識、回答者の属性、一般的な行動規範についての質問を配しました。試作した調査票にもとづき、中華人民共和国 上海市内において予備的調査を実施して、調査票の妥当性の検討を行いました。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】支払意思額、仮想評価法

## 【テーマ題目10】「MARKAL モデルを用いた LCA の動学化に関する研究」

【研究代表者】遠藤 栄一

(エネルギー評価研究チーム)

【研究担当者】遠藤 栄一、高橋 和子、伊坪 徳宏

(常勤職員1名、他2名)

## 【研究内容】

乗用車部門の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出削減対策として、ガソリンハイブリッド自動車、電気自動車、水素燃料電池自動車などのクリーンエネルギー自動車有望視されています。温室効果ガスの大幅な削減が目標となる中、これらの貢献が不可欠になると同時に、将来に向けた導入可能性の分析や環境影響評価が重要になっています。導入可能性分析には、一般に多期間のエネルギーシステムモデルが用いられますが、多くは環境影響として、使用時の CO<sub>2</sub>排出のみを考慮するにとどまっています。また、ライフサイクルアセスメント(LCA)では、外部費用を含むライフサイクルでの環境影響評価が実施され

ていますが、通常は、現時点での静的な分析となっています。本研究では多期間のエネルギーシステムモデルと LCA とを組み合わせ、LCA を動学化するとともに、ライフサイクルでの CO<sub>2</sub>排出や外部費用を将来にわたって考慮するエネルギーシステム分析手法を提案します。本手法をクリーンエネルギー自動車の導入可能性分析に適用することによって、ライフサイクルでの CO<sub>2</sub>排出や外部費用の影響を明らかにします。

LCA の動学化に当たっては、多期間のエネルギーシステムモデルである MARKAL を用います。具体的には、MARKAL で用いている現在から将来までのエネルギー技術の変換効率などのデータや、電力の CO<sub>2</sub>排出原単位などの分析結果を LCA で用いる基礎データとして反映させます。同時に、LCA を用いた分析結果をエネルギーシステム分析に反映させます。その際、製造・廃棄時の CO<sub>2</sub>排出は、炭素税税率を介して、また外部費用は直接、追加的車両価格として、本来の車両価格に上乗せします。

乗用車部門の各車種に LCA を適用した結果、2000年におけるライフサイクル CO<sub>2</sub>排出量はガソリンハイブリッド自動車と水素燃料電池自動車とではほぼ同程度でしたが、外部費用はガソリンハイブリッド自動車に比べて水素燃料電池自動車の方が大きいという結果が得られました。この傾向は、車両効率の改善と水素の改質効率の改善のみを考慮する限り、2050年まで維持されることも明らかになりました。なお、影響の少ない廃棄段階は除外し、電力の CO<sub>2</sub>排出原単位の時間変化は無視しました。水素製造は、水素ステーションにおけるオンサイトでの都市ガスの水蒸気改質としています。

将来の導入可能性分析では、使用段階の CO<sub>2</sub>排出のみを考慮する従来のエネルギーシステム分析の場合、製造段階の CO<sub>2</sub>排出を考慮する場合、およびライフサイクルでの外部費用をも考慮する場合について、炭素税のない場合から、環境税の具体案2400円/t-C を含めて、高率の炭素税税率である3万円/t-C まで分析しました。その結果、製造段階の CO<sub>2</sub>排出に加えて、ライフサイクルでの外部費用を考慮すると、ガソリンハイブリッド自動車に対する水素燃料電池自動車の競争力は低下し、炭素税税率2400円/t-C では、2050年まで導入されないことが分かりました。一方、炭素税税率が上がるにつれて、その競争力は改善していきます。しかし、ライフサイクルでの外部費用まで考慮する場合、炭素税税率2万円/t-C で2030年より後に導入されるにとどまりました。

以上の分析結果から、水素燃料電池自動車の技術開発に対して、ロードマップの目標値以上の価格低減、性能向上の必要性、および CO<sub>2</sub>排出削減だけでなく、外部費用の低減の重要性が示唆されました。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】MARKAL、LCA、クリーンエネルギー自動車、炭素税、外部費用



#### ④【パワーエレクトロニクス研究センター】

(Power Electronic Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：荒井 和雄

副研究センター長：大橋 弘通

主 幹 研 究 員：奥村 元

所在地：つくば中央第2

人 員：19名(18名)

経 費：749,290千円(354,545千円)

#### 概 要：

21世紀社会のエネルギー、情報、流通の基盤における電力エネルギーの重要性は増大していく。その有効利用は、省エネ、新産業創出によるトリレンマ解決のキーである。本ユニットは、SiC や GaN などのワイドバンドギャップ半導体による革新的パワーデバイス開発をもとに、電力エネルギー有効利用実現のキーとなっているパワーエレクトロニクスの革新とそれによる大、中、小の電力の新たなネットワーク化の実現をはかる。その目標の達成のためには、上記の新規半導体のデバイス化には不可欠な「結晶－デバイスプロセス－デバイス実証」の一環研究開発を進めるとともに、新デバイスのデバイス特性（低電力損失、高温動作、高速動作）をパワエレに生かすためのパワエレ機器構成技術（回路・実装・部品・材料）の開発とそれらをシステムの電力変換ノード組み込んだときの効果予測やそのための性能仕様明確化する研究開発を有機的に協同してすすめ、パワエレに革新をもたらす本格研究とすることを目標としてきた。17年度末には、新たに次世代パワーエレクトロニクス実用化チームを設置し、開発成果のパワーエレクトロニクスへの展開に備えた。平成17年度から始まった第2期中期計画においては重点課題として、「革新的超低損失素子実用化基盤技術の開発」一課題を設定して、技術細目、①「SiC ウエハ技術に関する研究」②「超低損失 SiC パワーデバイスの開発」③「窒化物半導体パワーデバイス化基盤技術開発」をチームの枠を越えて協調し遂行している。また、19年度からはデバイス技術の成熟に合わせ、SiC と GaN デバイスを独立したチームとし、全体を編成し直した。

NEDO プロジェクト「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」（平成18～20年度）における産学官の集中研としての活動と NEDO 省エネルギー先導研究「情報通信機器用低損失電源基盤開発（平成18～20年度）を中心にして進めた。本年度はセンター終了の年度であり、本格研究としての成果を産総研シンポジウム「第4回ネットワーク社会とエネルギー」（平成20年1月17日開催）において報告した。常勤研

究職員18名で、広い研究領域をカバーせざるを得ないので、共同研究員及び併任研究員、ポスドク、補助員等の非常勤職員、各種フェロー、連携大学院生を活用して進めており、総勢約100名である。この研究開発体制は、平成20年度からは新しいラボ（「エネルギー半導体エレクトロニクスラボ」）に引き継がれて、より広い視点に立ってさらなる研究開発をすすめることになった。

#### 外部資金：

経済産業省 原子力試験研究委託費「原子力エレクトロニクスのための半導体デバイス化技術に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「窒化物系半導体トランジスタのノーマリーオフ・低オン抵抗化」

独立行政法人新エネルギー・産業技術開発機構 助成金「近接垂直ブロー型 CVD 炉を用いた炭化珪素の高速・高精度均一化エピタキシャル技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術開発機構 助成金「高効率・高密度インバータ革新的高度化基盤技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術開発機構「エネルギー使用合理化技術戦略の開発/エネルギー効利用基盤技術先導研究開発/情報通信機器用低損失電源基盤技術開発」

発 表：誌上発表32件、口頭発表64件、その他2件

#### ウエハ・評価チーム

(wafer and characterization team)

研究チーム長：松畑 洋文

(つくば中央第2)

#### 概 要：

SiC パワー素子作製に必要な4H-SiC 基板に関する技術の研究を行っている。

RAF 法によるバルク単結晶成長技術の研究では、より低欠陥密度の高品質基板の作製、より大口径化技術の研究を行っている。基板の切削加工、平坦化研磨技術では、環境負荷が少なく、高速で、簡単、高精度な技術の開発を目指している。これらの研究は一定の成果を生み出し、その一部はすでに企業へ移転された。また、エピタキシー膜成長技術の研究では、高速膜成長技術や、低 off 角の Si 面や C 面での均質な膜成長についての研究を行っている。これらのバルク単結晶成長技術、切削加工、平坦化研磨技術、エピタキシー膜成長等の一貫したプロセス技術の開発を行い、SiC パワー素子作製グループにウエハを供給し、問題点の

検出とリファインメントを行っている。

新しく開発された X 線トポグラフィ法や、高分解能透過電子顕微鏡法、蛍光 X 線等による評価技術の開発も行われている。バルクの単結晶やエピタキシー膜の解析評価のみではなく、作製された SiC パワー素子に対しても、これらの評価技術を活用し、素子特性と対比して調べている。

#### SiC パワーデバイスチーム

(SiC power device team)

研究チーム長：福田 憲司

(つくば中央第2)

概要：

SiC パワー素子は、Si の1/200の理論的オン抵抗値を有するために、システム損失も大きく下げることが期待されている。本重点課題では、SiC 素子のみで構成した SiC インバーターを試作して損失メリットを実証する。そのために、理論的境界のオン抵抗値を有する SiC パワー素子 (SBD、PiN、MOSFET、JFET) 作製の要素技術研究と数 A チップの試作を行う。最終目標は、世界の最高値及び実使用に耐える SiC 素子の信頼性技術を開発する。(運営費交付金、外部資金)

研究テーマ：低オン抵抗を有する SiC 素子の開発

#### GaN パワーデバイスチーム

(GaN Power Device Team)

研究チーム長：清水 三聡

(つくば中央第2)

概要：

パワーエレクトロニクスのための高性能低損失電力素子開発のキーである窒化物半導体薄膜高品質エピタキシャル成長技術確立し、プロセス開発・デバイス機能実証を通して低損失電力素子への展開を図る。MOCVD、MBE の2種の高度エピタキシャル成長法及び微細化プロセスの高度化、低損失大電流駆動に適したノーマリオフ型ヘテロ構造素子等の試作を行い、超高周波・低損失素子としての性能向上を図った。また、実証研究として、デバイスの大電流化、実装技術の開発を行った。

#### スーパーデザインチーム

(Power-Unit Super-Design Team)

研究チーム長：大橋 弘通 (副研究センター長兼任)

(つくば中央第2)

概要：

SiC や GaN の超低損失デバイスの特長を生かした小型・低消費電力の高パワー密度電力変換装置を実用化するための基盤技術を研究開発する。最終年度目標の超低損失デバイスデバイスの実用性検証に向けて、

センター独自開発の SiC による5 kV・PiN ダイオードおよび700 V 静電誘導トランジスタを使い、企業と大学と連携し(共同研究2件)、Si よりコストパフォーマンスの高い電力変換装置の研究を開始。具体的には SiC を適用した10 KV-300 KVA 高電圧電力変換器と直流給電用電力変換器および直流遮断器を研究試作し、企業と評価試験を行う。これらの研究試作には当該研究チームが研究注力してきた電力変換器統合設計シミュレータをフル活用する。高温実装技術では SiC-MOSFET を含む250 ℃動作パッケージの信頼性研究に入った。これらの成果を基に次期高パワー密度変換器基盤研究のフィージビリティ研究にも着手した。

研究テーマ：パワーエレクトロニクスシステム統合化技術 (運営費交付金、外部資金)

#### スーパーノードネットワークチーム

(Super-Node Network Team)

研究チーム長：山口 浩 (エネルギー技術研究部門より併任)

(つくば中央第2)

概要：

高性能かつ超低損失な電力変換器が大量導入された場合に、これらの機器が個別に局所最適化を図る動作をするのではなく、各機器がシステム全体の最適化を目標に連携・協調して動作することを可能とする統合ネットワーク運用技術確立することを目的とする。これにより、分散型エネルギー機器の大量導入、エネルギーシステム全体の省エネルギー化・エネルギー利用効率の向上が可能となり、地球温暖化の抑制につながる。また、今後、依存度がますます増大すると考えられる電力の安定供給力向上に貢献する。

主な内容としては、1) 高性能・超低損失の半導体素子を用いた複数の高機能電力変換器の間で制御情報を共有して、各機器が電力ネットワーク全体の省エネルギー化を目指して連携・協調動作を行うための制御システムの提案を行い、系統電圧の安定化等の適用効果の明確化、2) 前記を実現するための高機能電力変換器に必要なとされる半導体素子の仕様の明確化や開発課題の抽出、の2つを並行して実施している。

#### 次世代パワーエレクトロニクス実用化チーム

(Advanced Power Electronics Promotion Team)

研究チーム長：樋口 登

(つくば中央第2)

概要：

本研究センタの成果たる次世代パワーエレクトロニクス技術の実用化促進を目的とし、そのために必要な技術調査を実施し実用化ロードマップの作成など戦略立案に向けた業務を遂行するほか、産業界と連携して本センターによる本格研究遂行に資する。具体的には、

「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」プロジェクトの推進支援、PENW・Power Electronics New Wave-活動の推進支援、SiC パワエレ技術実用化のための調査研究、さらには、工業標準化研究「分散電源対応限流器の性能評価方法」を実施する。（運営費交付金、外部資金）

研究テーマ：「分散電源対応限流器の性能評価方法」

## ⑤【生物情報解析研究センター】

（Biological Information Research Center）

（存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31）

研究センター長：渡辺 公綱

副研究センター長：茂里 康

主 幹 研 究 員：原田 一明、野村 信夫

研 究 顧 問：五條堀 孝

所在地：臨海副都心センター、つくば中央第6

人 員：26名（24名）

経 費：528,204千円（281,924千円）

概 要：

本研究センターは、大量のゲノム情報に含まれる生物情報の取得、取得に関する新技術の開発、取得した情報の整理及び統合を生物科学の立場より推進する。特に、ポスト・ゲノムシーケンス研究に重点を置き、我が国が世界に対して優位性を持つ分野（膜タンパク質の立体構造解析やタンパク質ネットワーク解析、機能性 RNA 解析、バイオインフォマティクス）を中心としたタンパク質の機能解析を実施し、その機能を制御する方法を開発する。これらの研究の成果を、知的財産権の取得やデータの公開等を通じて、速やかな産業化を目指す。上記の目標を達成するために、中長期的には、(1)構造ゲノム解析、(2)機能ゲノム解析、(3)統合データベース解析、(4)機能性 RNA 解析の4つの領域を重点的に遂行する。

-----  
外部資金：

文部科学省受託研究費 科学技術振興調整費「網羅的疾患分子病態データベースの構築」

文部科学省受託研究費 科学技術振興調整費「生命科学データベース統合に関する調査研究」

科学技術振興機構受託研究費「超高感度質量分析のためのサンプル前処理・導入システムの開発」

科学技術振興機構受託研究費「エイコサノイドとグルタチオン代謝を行う膜タンパク質の構造学的研究」

財団法人九州産業技術センター平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「磁気ビーズを用いたプロテインアクティブアレイの開発」

日本電気株式会社共同研究費「微生物反応の多様化・高機能化技術の開発」

株式会社メディクローム共同研究費「実用化へ向けたタンパクチップ製造・利用技術の体系的確立」

社団法人バイオ産業情報化コンソーシアム共同研究費「化合物等を活用した生物システム制御基盤技術開発」

大鵬薬品工業株式会社共同研究費「創薬標的因子の相互作用解析に関する研究」

大鵬薬品工業株式会社共同研究費「薬剤を用いた創薬標的因子の探索」

独立行政法人宇宙航空研究開発機構共同研究費「微量サンプルによる蛋白質結晶生成技術の評価」

第一アスビオファーマ株式会社共同研究費「新規生理活性タンパク質及びペプチドの探索研究」

独立行政法人科学技術振興機構共同研究費「タンパク質および機能性分子が自己組織化能によって形成するナノ構造解析に関する研究」

科学研究費補助金「パスウェイ・ネットワークの絶対定量による動態解析（特定）」

科学研究費補助金「単粒子解析による高分解能構造解析技術の開発（特定）」

科学研究費補助金「可溶性補体レセプター（sCR1）の構造生物化学的研究（基盤 B）」

科学研究費補助金「タンパク質結晶の相転移のメカニズムの解明と結晶の改質への応用（基盤 C）」

科学研究費補助金「新規耐熱性 DNA ポリメラーゼ D の実用化のための機能・構造解析（基盤 C）」

科学研究費補助金「無酸素条件下における新規結晶化法の開発（萌芽）」

科学研究費補助金「高度好熱菌 tRNA を耐熱化する硫黄化修飾機構の解明(若手 B)」

科学研究費補助金「モデル G 蛋白質共役受容体を制御する水・結合分子の高分解能解析(基盤 B)」

科学研究費補助金「中性アミノ酸トランスポーターの制御分子開発と機能解析(基盤 C)」

科学研究費補助金「新規核内 RNA ノックダウン法の確立(萌芽)」

科学研究費補助金「たんぱく質相互作用を制御する天然生理活性物質に関する研究」

財団法人日本抗生物質学術協議会研究助成金「微生物由来の分子標的生理活性物質に関する研究」

財団法人病態代謝研究会研究助成金「核小体低分子 RNA による遺伝子発現のファインチューニング機構の解明」

財団法人材料科学技術振興財団寄付金「プロテオーム解析の問題点：質量分析法でのペプチドのイオン化の法則性を探る」

東京大学分子細胞生物学研寄付金「質量分析計を用いたタンパク質同定手法におけるダイレクトナノフロー HPLC システムの同定精度の向上に関する研究」

発 表：誌上発表74件、口頭発表165件、その他9件

## 高次構造解析チーム

(Structural Analysis Team)

研究チーム長：光岡 薫

(臨海副都心センター)

概 要：

プロトンポンプである V-ATPase の膜貫通部分に関して二次元結晶を作製し、その投影像を得た。その結果、膜貫通部分のサブユニット数が12個で、ATPase 部分の3個の倍数になっており、対称性のミスマッチは、この ATPase の機能に必須でないことを明らかにした。また、同じくプロトンポンプであるバクテリオロドプシンに関して、その電荷の分布などを電子線結晶構造解析で可視化できるか定量的なシミュレーションを行った。単粒子解析に関しては、タンパク質の分解を行うプロテアソームの解析を始めた。転写反応に伴うヌクレオソーム構造変換機構の解明を目的として、X 線回折によるタンパク質複合体の研究を進めており、ヒストンアセチル化の認識ドメインであるブルモドメインとヒストンシヤペロン CIA との複合体の結晶構造を決定した。この構造と前年度決定した CIA-ヒストン H3-H4複合体の構造を考え合わ

せる事で、ヒストンのアセチル化依存に起きる部位特異的なヌクレオソーム構造変換反応のモデルを考えることができる。本メカニズムは、転写反応一般に適用可能であるため、幅広い研究の展開が可能である。また、生命維持に必須な反応であるタンパク質間電子伝達反応における、電子伝達タンパク質の酸化還元状態依存的な親和性調節機構を、フェレドキシンとフェレドキシン還元酵素の各種反応中間体と両者の複合体の結晶構造を決定することで明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 分子機構解析チーム

(Molecular Mechanism Team, Tsukuba)

研究チーム長：原田 一明

(つくば中央第6)

概 要：

創薬等への産業応用を目指して、ヒト由来の膜タンパク質である Fas リガンド細胞外ドメインの Pichia 酵母を用いる大量調製・精製法を確立して構造・機能解析のための糖鎖の処理方法の検討を行うと共に、ヒト補体レセプタータイプ1について機能ドメインの調製法の検討を行った。膜タンパク質結晶化条件の合理的探索技術の確立をめざして、結晶化データの統計的解析からパラメーター間の相関関係を明らかにし、光合成ユニットを用いて実証実験を行った。ガン細胞破壊タンパク質パラスポリン-3について X 線結晶構造解析を行い初期構造が得られた。また、膠原病などの皮膚病に関与するヒト由来タンパク質 PAD1の結晶構造の精密化を行った。NMR による構造解析を目指して、ヒト由来の免疫系膜タンパク質シグレック11について無細胞タンパク質合成システムを用いて大量発現系と精製法を確立した。NMR スペクトルの診断等への利用を目指して開発したスペクトルの直接多変量解析法を用いて、ラットの尿の分析による特殊個体の検出、性周期の検出が可能となった。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 分子認識解析チーム

(Molecular Recognition Team)

研究チーム長：嶋田 一夫

(臨海副都心センター)

概 要：

我々が開発したファージペプチドライブラリを活用することで、血液凝固関連膜受容体に対する阻害ペプチドリガンドを取得するとともに、安定同位体利用 NMR により、本ペプチドリガンドの結合状態の立体構造解析、および相互作用解析を行うことが可能となった。解析の結果、受容体におけるペプチドリガンド結合部位を明らかにするとともに、血栓形成を阻害するリガンドに必要と考えられる構造要素が同定された。



現在、結合部位の情報をを用いたりガンドドッキングを実施している。さらに、独自に作製したコラーゲン関連ペプチドを用いた NMR 相互作用解析を行うことで、本受容体の天然リガンドであるコラーゲン結合部位を推定したところ、従来提唱されていた結合部位とは異なる部位でコラーゲン認識を行っている知見が得られてきた。汎用的な NMR 相互作用解析技術開発の基礎となる、測定溶液条件検討を容易にするための新規スクリーニング技術の開発を進めている。本手法は一分子蛍光分析における FCS 解析を応用したものであり、NMR 測定の支障となるミクロな凝集現象を明確に判定できる特長を有する。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 構造情報解析チーム

(Structural Bioinformatics Team)

研究チーム長：中村 春木

(臨海副都心センター)

概 要：

生体高分子シミュレーションに関する新たな計算手法やデータベース等を開発し、その成果を統合化されたソフトウェア（名称：myPresto）として広く一般に Web 上で公開し、無償ダウンロードを可能にした。蛋白質-リガンドの結合自由エネルギーを計算する手法を改良し、5 標的において、並列に効率よく計算できるようになった。また、分子シミュレーションによる多数の蛋白質構造情報を圧縮保存する手法を開発している。一方、*in silico* スクリーニング用の蛋白質-化合物ドッキングプログラムと、数百万化合物からなる化合物三次元構造ライブラリーを開発した。蛋白質-化合物ドッキングプログラムは、一般の市販ソフトと同等精度を数倍の速度（平均5秒）で実現できるように加速した。ドッキング結果を統計解析するスクリーニング手法を改良し、活性化化合物のヒット率は 3 %-20 %に達した。これはランダムスクリーニングに対し数百倍の向上に匹敵する。化合物構造の構築手法に改良を加え、スクリーニングに必須な化合物情報はのべ1000万件を越えるまでに整備した。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 機能構造解析チーム

(Molecular Function Analysis Team)

研究チーム長：渡辺 公綱

(臨海副都心センター)

概 要：

本チームは受容体関連蛋白質の機能構造解析と蛋白質合成系解析を行う2つのグループから構成される。機能構造解析を行う第一のグループは、情報伝達に関わる受容体蛋白質、およびそれと相互作用する蛋白質や他の生体分子との複合体の構造を明らかにして、受

容体活性化機構、情報伝達機構を解明することを目標とする。代表的な G 蛋白質共役受容体 (GPCR) である明暗視の光受容体、ロドプシンの立体構造を高分解能で解析するため、結晶化技術の向上や X 線回折測定を行い、さらにロドプシン光活性化の研究や、ロドプシン様膜蛋白質の新規結晶化を行った。またロドプシン様膜蛋白質の結晶化条件を精密化し、X 線回折データ収集までのプロセスを確立した。蛋白質合成系解析を行う第二のグループは、高度好熱菌の細胞抽出成分を利用した高効率生体外蛋白質合成系の構築を目的として、高度好熱菌蛋白質合成系の耐熱化機構の解析、特に tRNA 安定化酵素複合体の機能解析を行った。具体的には、これまでに同定した耐熱化に関わる酵素 (5種類) の組換えタンパク質を用いて、tRNA の硫黄化反応を試験管内で再構成することにより、それぞれの因子の機能を明らかにしつつある。特に中間体としてタンパク質に結合したチオカルボキシ体の存在を明らかにすることができた。このことから、生体内の補酵素などの硫黄化合物の生合成系との進化的関連性を明らかにした。また、上記の反応機構に関する知見をもとに、膜蛋白質等従来法では困難な蛋白質の大量合成法への応用を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 分子機能解析チーム

(Biocatalyst Team, Tsukuba)

研究チーム長：松井 郁夫

(つくば中央第6)

概 要：

ストマチンは全生物に高度に保存されている膜タンパク質であるが、その構造や機能は未知であった。我々は超好熱菌 *P. horikoshii* のストマチンの分子構造を世界で初めて明らかにした。ストマチン中核ドメインはホモ3量体構造を有し、一辺が約50 Åからなる三角形構造体を形成し、三角形の各頂点から約60 Åの  $\alpha$ -ヘリカル構造体 ( $\alpha 5$ ) が三本伸びている。三角形構造体から伸びる長いヘリカル構造体 ( $\alpha 5$ ) は柔軟で、三角形構造体からの角度が可変と考えられる。三角形構造体上面は疎水性で、膜貫通領域にも連結しているので、この上面で生体膜に接する。また、 $\alpha 5$  が三角形構造体上面に平行になるまで持ち上がり、その時接触面に一列に整する塩基性アミノ酸側鎖がリン脂質等の陰電荷と相互作用する。また、C-末端の bundle 構造相互作用により三量体が多量体化するが、隣接する特異的プロテアーゼが多量体を崩壊させる。本構造は NMR 法でモノマー部分構造が決定されたマウスのフロチリン-2と高い構造類似性を示した。フロチリンはエンドサイトシス経路を決定し、胚発生や発ガンにも関与する注目分子であるが、その機能分子メカニズムは不明であった。よって、ストマチンの特異

分子構造は膜小胞形成をもたらす画期的な曲率変化コントロール機構を示唆した。

研究テーマ：テーマ題目 1

### プロテオーム発現チーム

(Protein Expression Team)

研究チーム長：五島 直樹

(臨海副都心センター)

概要：

網羅的にヒトタンパク質発現リソースを構築し、それを有効活用する基盤を構築するために、取得困難クローン (250クローン) を新たに Gateway 化し、これまでに全長 ORF 型、ドメイン型発現クローンなどを合わせると累計で約6万個の Gateway エントリークローンを作製した (Gateway 化率は推定で全ヒト遺伝子の約75 %である)。また、これらのヒトタンパク質発現リソースクローンをゲノム情報をもとに整理し、コムギ胚芽無細胞翻訳系でのタンパク質発現情報を搭載した HGPD (Human Gene&Protein Database) の構築を行い、平成20年度に Rio-DB より公開予定である。網羅的なヒトタンパク質発現リソースの活用として九州経産局地域コンソで3企業と共同で、磁気ビーズ表面に目的タンパク質を結合し、溶液中でアレイ化する新しい方式のプロテインアレイ (プロテインアクティブアレイと命名) を開発し、自己免疫疾患の診断、創薬開発に有効であることを明らかにした。蛍光ラベルしたタンパク質の局在を指標にして、局在が変化する化合物のスクリーニングを放線菌抽出液を中心に行い、DNA 修復阻害剤、核 M 期アレスト化合物、2核化誘導化合物のスクリーニングを行い、2種の化合物を単離し、新機能を見出した。また、インビトロメモリーダイ法を確立し、他チームと共同してタンパク質相互作用阻害物質のスクリーニングを行い、阻害物の単離に成功している。もうひとつの網羅的にヒトタンパク質発現リソースの活用として細胞システムの制御がある。京都大・iPS 細胞研究センターの山中伸弥教授と共同で iPS 化遺伝子の探索、高効率化の開発を開始した。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 蛋白質ネットワーク解析チーム

(Protein Network Team)

研究チーム長：夏目 徹

(臨海副都心センター)

概要：

本年度、新規創薬ターゲットの発見と、薬物ターゲットの同定を目指し、国内製薬企業17社と共同研究を実施した。産総研における質量分析システムを活用し、ヒト完全長 cDNA を bait として質量分析計を用い108の遺伝子と34化合物につきタンパク質相互作用ネ

ットワーク解析を実施した。解析数は累計4,108となった。その結果、癌・神経変性疾患・生体リズム障害・生活習慣病・アレルギー疾患・糖尿病等の新規なターゲットの発見に結びつき、重要なものについては天然物を中心としたスクリーニング系を構築し、スクリーニングを実施した。産総研で構築したスクリーニングプラットフォームの総数は、今年度で200ほどで、全体として465個のヒット化合物を得て、そのうち21個が新規物質であった。また、スクリーニングのための天然物のサンプルは本年度末で166,526となり世界最大規模となった。

研究テーマ：テーマ題目 2

### ケミカルバイオチーム

(Chemical Biology Team)

研究チーム長：野村 信夫

(臨海副都心センター)

概要：

癌、糖尿病を初めとする生活習慣病などの原因となる、タンパク質間相互作用を主な分子標的としたスクリーニングを展開し、治療薬のリード化合物を取得することを目的に研究を行った。化合物のリソースとして、主に微生物を対象とするが、沖縄県をはじめ、日本各地より採集した土壌より、約3,500菌株の放線菌、カビを単離した。これらの菌株を2種類の培地で培養し、アセトン抽出物として約7,000のスクリーニングサンプルを調製した。主なスクリーニング系としては、蛍光イメージングを用いた、タンパク質相互作用制御物質のスクリーニング系を6種類、 $\alpha$ スクリーニングシステムを用いたタンパク質相互作用制御物質のスクリーニング系を1種類、リポーターアッセイ系を5種類、酵素活性等を指標としたスクリーニング系を4種類遂行した。他にも、細胞毒性を指標としたスクリーニング等も行い、15個の新規化合物を単離した。各企業提供サンプルも含め、現在総数約16万個のスクリーニングサンプルがあり、自動制御化合物倉庫により管理を行っている。またスクリーニング能力は、*in vitro* の系であれば、週に5万サンプルを処理することが可能なシステムを構築した。また、3種類の前臨床開発候補物質に関して、様々な誘導体を調製し構造活性相関を解析すると共に、より特異的かつ強力な活性を示す数個の化合物を調製し、動物試験などの生物活性評価を進めた。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 統合データベース解析チーム

(Integrated Database Team)

研究チーム長：今西 規

(臨海副都心センター)

概要：

統合データベース解析チームは、経済産業省モデル事業「ゲノム情報統合プロジェクト」の目標であるヒト全遺伝子アノテーション統合データベース H-Invitational Database (H-InvDB) の構築を中心に、研究活動を行っている。平成19年度は、2007年12月26日に全データを更新した H-InvDB リリース5.0を公開したほか、約3ヶ月ごとに最新情報を追加したアップデート版を公開した。このデータベース構築では、ゲノム配列との比較解析や ORF 予測・タンパク質の機能予測などの並列計算機を用いた解析と、専門家による手動アノテーションを併用しており、高精度な情報を整備・提供している。このほか、ヒトの全遺伝子に対応する近縁種のオルソログ遺伝子のさまざまな特徴をまとめたデータベース Evola や、ヒトの選択的スプライシングバリエーションに関するデータベース H-DBAS 等の大幅な更新と論文発表を行った。さらに、酵母の全遺伝子に働く機能的制約の変化に関する研究と、ヒトのプロモータ領域で特徴的な分布をするモチーフのペアに関する研究を、それぞれ論文発表した。

研究テーマ：テーマ題目 3

#### 機能性 RNA 解析チーム (Functional RNA Team)

研究チーム長：廣瀬 哲郎

(臨海副都心センター)

概 要：

タンパク質をコードしない機能未知のノンコーディング RNA (ncRNA) について、これまでに発現解析や細胞内局在解析を通して選別した機能性 RNA 候補について機能解析を実施した。前年度に新規に開発した ncRNA 特有の性質である核内局在 RNA を標的にしたノックダウン系を今年度はさらに拡張して、40種類以上の標的核内 ncRNA 種に対して実施し効率良くノックダウンすることに成功した。また多数の培養細胞においても有効である事を検証し、汎用性のある解析系として確立した。さらにこの解析系を用いたノックダウンによる表現型変化の解析を実施し、細胞周期進行や細胞内構造体形成／維持に関わる新しい ncRNA 機能を発見した。この他に異常な mRNA 種を感知して分解する品質管理の標的になる ncRNA とこの経路を回避する ncRNA をそれぞれ同定した。バイオインフォマティクスの革新的な手法を用いて予想されたゲノム中の機能性 RNA 候補配列を抽出した新規なマイクロアレイを共同開発し、組織特異性、癌化、細胞内局在を指標にした新規な機能性 RNA 候補のスクリーニングを進めた。

研究テーマ：テーマ題目 4

〔テーマ題目 1〕構造ゲノム解析：生体高分子立体構造情報解析に関する研究

〔研究代表者〕 嶋田 一夫 (分子認識解析チーム)

〔研究担当者〕 嶋田 一夫、原田 一明、中村 春木、松井 郁夫、光岡 薫、藤吉 好則、金澤 健治、村木 三智郎、小田原 孝行、根本 直、石井 則行、高橋 栄夫、千田 俊哉、福西 快文、岡田 哲二、嶋 直樹 (職員16名)

〔研究内容〕

膜タンパク質等の産業上有用と期待されるタンパク質について、電子顕微鏡や X 線結晶解析などの手法を用いて、原子レベルの立体構造と、その分子機能を解析し、NMR 等によってリガンド-タンパク質、タンパク質間相互作用の機構を高精度かつ効率良く解析する。そのための、大量発現系の構築、構造解析技術の開発を行うとともに、それを加速するため、高精度のモデリング技術やシミュレーション技術の開発を行う。膜タンパク質の構造解明は生物機能の解明や産業への応用に重要であるにも関わらず、その困難さの故に非常に遅れている。本研究課題は世界的に見ても極めて高い成果が期待できるものである。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質、高次構造、NMR、極低温電子顕微鏡、計算科学

〔テーマ題目 2〕機能ゲノム解析：タンパク質機能解析に関する研究

〔研究代表者〕 夏目 徹

(蛋白質ネットワーク解析チーム)

〔研究担当者〕 夏目 徹、野村 信夫、五島 直樹、新家 一男、家村 俊一郎 (常勤職員5名)

〔研究内容〕

我が国が優位性を保持する3万個のヒト完全長 cDNA とその情報等を利用して、ヒト遺伝子機能解析の基盤を完成させた。それらを基に効率的且つ統一的なタンパク質生産系を確立した。またチップを用いたヒト遺伝子の発現頻度情報、蛍光イメージング技術を活用した細胞内局在情報、超高感度質量分析システムによるタンパク質相互作用ネットワーク情報等の取得を行う。それらの活用により、タンパク質の様々な機能を明らかにすると共に創薬のための新規なターゲットを発見し、高効率で統一的な化合物スクリーニング系を開発し、創薬加速のための基盤開発と化合物プローブ主導のケミカルバイオロジーを展開することを目指す。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質、プロテオーム、ケミカルバイオ、完全長 cDNA

〔テーマ題目 3〕統合データベース解析：バイオインフォマティクス関連データベース整備／遺



## 伝子多様性モデル解析

〔研究代表者〕 五條堀 孝

(統合データベース解析チーム)

〔研究担当者〕 五條堀 孝、今西 規、日紫喜 光良

(常勤職員3名)

## 〔研究内容〕

統合データベース解析チームは、経済産業省モデル事業「ゲノム情報統合プロジェクト」の目標であるヒト全遺伝子アノテーション統合データベース H-Invitational Database (H-InvDB) の構築を中心に、研究活動を行っている。平成18年度は、2006年3月31日に全データを更新した H-InvDB リリース3.0を公開したの続き、約3ヶ月ごとに最新情報を追加したアップデート版を公開した。このデータベース構築では、ゲノム配列との比較解析や ORF 予測・タンパク質の機能予測などの並列計算機を用いた解析と、専門家による手動アノテーションを併用しており、高精度な情報を整備・提供することに成功している。2007年3月30日に公開した最新のリリース4.0は、ヒトの34,701個の遺伝子と約17万件のヒト転写産物に関する豊富なアノテーション情報を提供しており、学術分野だけでなく、創薬をはじめとする産業界においても幅広く利用されている。

このほか、H-InvDB の構築に必要とされる異分野情報の統合化を進めることによって、さまざまな興味深い発見がなされた。まず、ヒトのスプライシング変異体に関する研究を行うことにより、多数のヒト遺伝子がタンパク質の機能を変化させるようなスプライシング変異体をコードすることを明らかにし、その成果を論文発表とともにデータベース H-DBAS として公開した。H-DBAS は網羅的なヒトのスプライシング変異体の情報を提供しており、ヒト遺伝子カタログの発展型として非常に有用性が高い。また、タンパク質間相互作用の情報を統合化したサブシステム PPI view を構築し、H-InvDB の新機能として公開した。タンパク質の機能を知る上で相互作用をする他のタンパク質の情報は有用であり、PPI view の公開によって H-InvDB の価値は一層高められた。また、遺伝子発現データ解析に役立つ DNAProbeLocator を新たに公開した。これはマイクロアレイ等のヒト遺伝子発現を測定するための市販のチップに使われているプローブ配列を、H-InvDB のヒト遺伝子配列と正確に対応づけたデータベースである。このデータベースの公開により、マイクロアレイの利用者が H-InvDB の豊富なアノテーション情報を活用しやすくなるのが期待される。また、H-InvDB で開発された各種のアノテーション技術を広く普及させる活動も行っている。まず、H-InvDB のアノテーション技術を凝縮したトランスクリプトームの自動アノテーション・ツール TACT をウェブ上で公開した。また、アノテーション技術をイネゲノムの解析に応用する共同研究を実施し、その成果をデータベースおよび研究論文として発表した。

さらに、ヒト偽遺伝子の研究や、酵母遺伝子に働く機能的制約の進化的変化に関する研究などの研究成果を、それぞれ論文発表した。疾患研究に役立つバイオインフォマティクスツールの開発も実施している。

以上の研究は、ヒトゲノムやトランスクリプトーム、プロテオーム等の「オミックス」情報を統合化し、生命情報の研究を活性化するための情報基盤を整備するための活動である。これらの研究成果により、わが国の新しい産業シーズの創出や、オミックス情報を中心としたバイオ産業技術の広がりを加速させることが期待される。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 バイオインフォマティクス、データベース、アノテーション、H-InvDB

## 〔テーマ題目4〕機能性 RNA 解析：機能性 RNA 解析に関する研究

〔研究代表者〕 渡辺 公綱 (機能構造解析チーム)

〔研究担当者〕 渡辺 公綱、廣瀬 哲郎、佐々木 保典  
(常勤職員3名)

## 〔研究内容〕

近年ポストゲノム研究の成果として、存在が明らかになってきたノンコーディング RNA (ncRNA) は、これまでのゲノム (DNA) からタンパク質を仲介する役割以外の全く新しい RNA 機能の存在が期待されている。そこで ncRNA 群の中からバイオインフォマティクス、RNA 解析ツールなど利用して有用な機能性 ncRNA 候補を選別する。またそれらの生体内機能の解析を通して、基本的な生命現象に関わる重要な機能性 ncRNA、疾患に関わる機能性 ncRNA を発見し、その作用機序を明らかにし、さらには医療技術開発の基盤形成に寄与する事を目的としている。今年度は、特に基盤の知見が欠如している ncRNA についての発現パターンや細胞内局在などの重要な基盤情報の獲得、そしてそれらの情報に基づいた機能解析系の整備を重点的に執り行った。

ヒト完全長 cDNA データベース (H-Inv) から抽出した5500種の ncRNA 様転写物を出発点に、まず遺伝子構造やリピート配列含有状況、ポリ A 付加シグナルの有無、EST 登録状況などから解析対象として200種の機能性 ncRNA 候補を選別した。ヒト組織間での発現プロファイリングの結果、このうちの70 %は特定の組織で特異的に発現していることが明らかになり、ncRNA は生体内の限定された生理現象の制御に関与していることが示唆された。特筆すべきものとして、組織特異的な ncRNA の中から、免疫諸現象や形態形成の制御、特定の疾患に関わる可能性のある機能性 ncRNA 候補を複数発見した。

モデル細胞である HeLa 細胞で発現している70種類の細胞内局在の解析によって、ncRNA の多くは mRNA とは異なり核内に局在し、核内の複数の構造体に局在しているという特徴的な細胞内挙動を発見した。核の中で



は、クロマチンレベルのエピジェネティックな活性化／不活性化や複雑な RNA プロセッシング現象、さらにはそれらの現象に関わるタンパク質因子の会合や輸送など生命活動の根幹を担う様々な現象が行われており、ncRNA 群はそれらの現象を精密にコントロールしている可能性が浮上してきた。

核内に局在する ncRNA の機能解析には、RNA 機能を抑制する技術が必須であるが、近年メッセンジャー RNA の機能解析の常套法として用いられる RNA 干渉は細胞質に局在する RNA をターゲットにしているため、核内 ncRNA に適用することは困難である。そこで核内 RNA をターゲットにした新規な RNA ノックダウン法を世界に先駆けて開発し、これまで機能解析が不可能だった様々なクラスの核内局在 ncRNA のノックダウンに成功し、機能解析系を整備した。この他に核内ノックダウン法をさらに有効に活用するために、バイオインフォマティクスの革新的な手法によって予想されたヒトゲノム中の二次構造が保存された機能性 RNA 候補配列を抽出し、発現解析や機能解析を行うシステムの整備を開始した。この革新的な機能解析技術によって、新規な ncRNA 機能の解明と、それによる産業技術の確立に結びつくことが期待できる。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 核酸、RNA、遺伝子発現制御、エピジェネティクス

## ⑥【ヒューマンストレスシグナル研究センター】

(Human Stress Signal Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：二木 鋭雄

副研究センター長：岩橋 均

所在地：関西センター、つくば西

人 員：9名 (8名)

経 費：237,213千円 (95,855千円)

概 要：

21世紀を迎えた現代はストレス時代といわれている。我々をとりまく環境をみると、ダイオキシン、ホルムアルデヒド、環境ホルモンなどの有害化学物質、細菌、ウイルス、大気汚染、紫外線の増加、あるいは騒音、不安などの社会生活環境の変化など、多種多様なストレスの原因があふれ、我々の健康や快適な生活がおびやかされている。

実際、これらストレスがこころや身体の不調、種々の疾病、さらには発ガンや加齢にも深く関わることが明らかにされつつある。このようなストレスの増加、さらに高齢化が進むいま、生活の質 (QOL) を高く維持することの実現が急務となっている。

研究センターは、このような状況の中で、多種多様なストレスが生体や生活に及ぼす影響を基礎科学から応用開発まで横断的、総合的に研究し、ストレスに対する生体の応答、反応メカニズムの解明、ストレス度の計測、評価のためのデバイス開発などについて研究し、ストレスバイオサイエンスという新しい分野の開拓を目指す。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B「培養神経細胞及び幼若ラット脳を用いたドーパミン神経障害メカニズムの探究」

経済産業省 平成19年度「中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業」(「産業技術研究開発事業 (中小企業支援型)」「バイオマーカー測定による生活習慣病早期診断装置の商品化研究」)

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 B「新規酸化ストレスマーカーを用いた食品機能解析とリスク評価」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」

文部科学省 (経済産業省) 原子力試験研究委託費「DNA マイクロアレイ技術を利用した放射線及び放射線物質の影響評価に関する研究」

環境省 (経済産業省) 試験研究調査委託費「メタボロミクス技術を用いた化学物質による環境ストレス評価・予測技術の開発に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「近接場光による光制御型マイクロバルブの集積化を利用したストレス計測用 Point-of-Care デバイスの開発」

経済産業省 平成19年度「中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業」(「産業技術研究開発事業 (中小企業支援型)」「簡易型微細デバイス実装装置の細胞アッセイへの応用研究」)

文部科学省 安全・安心科学技術プロジェクト「生物剤検知用センサーネットワークの開発 (エアロゾル捕集試料用前処理デバイスの開発)」

発 表：誌上発表45件、口頭発表99件、その他11件

## ストレス応答研究チーム

(Stress Response Team)

研究チーム長：吉田 康一

(関西センター)

## 概要：

ストレスに対する生体の応答、反応を分子、細胞、個体レベルで解明する。そのエビデンスをもとにストレスマーカーを同定し、診断、予防、防御薬物の開発へとつなげることを目的とする。研究成果として、①ストレスに対する生体応答に関し細胞によってメカニズムの解明を行った。②実験動物、ヒト疾病患者によるストレスマーカーの有有用性検証試験を行った。③バイオマーカーの産業実用化を促進するため特異的抗体の作成をおこなった。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2

## ストレス計測評価研究チーム

(Stress Measurement Team)

研究チーム長：脇田 慎一

(関西センター)

## 概要：

ストレスや酸化ストレスマーカーを計測するため、微小化学分析システム (Lab-on-a-Chip：以下ラボチップ) を用いた、生体ストレス計測評価デバイスの研究開発を目的とする。唾液ストレス関連成分を計測する電気泳動型均一系免疫アッセイラボチップ/レーザー励起蛍光検出システムのプロトタイプを開発し、分泌型免疫グロブリン A のオンサイト計測技術確立した。血液などの生体成分の前処理プロセスやバイオマーカーのラボチップシステムの研究開発を行った。光制御型流体制御法、新規基板・プロセス技術、新規用途、新規機能発現を目指した基盤研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 4

## 精神ストレス研究チーム

(Mental Stress Team)

研究チーム長：増尾 好則

(つくばセンター)

## 概要：

ストレスが行動や脳に及ぼす影響を解明する。ストレスによる中枢神経系の応答、反応、障害の状況を詳細に把握し、ストレスから精神障害に至る経路を明らかにすることにより、精神障害の予防・治療技術の確立へとつなげることを目的とする。平成16年度は、各種ストレス負荷動物の作製を行うとともに、ストレスマーカー探索のため、脳緒部位における遺伝子・タンパク質の網羅的解析技術の開発を行った。①ストレスによる脳の発達障害の解析を行った。②ストレスによる鬱病モデル動物の作製を行った。③日内リズム攪乱が脳に及ぼす影響の解析を開始した。④DNA マイクロ

アレイを用いたストレス評価法の開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目 5

-----  
[テーマ題目 1] ストレスに対する生体分子、細胞の応答と傷害、及びその抑制 (運営費交付金)

[研究代表者] 吉田 康一 (ストレス応答研究チーム)

[研究担当者] 二木 鋭雄、吉田 康一、斎藤 芳郎、西尾 敬子、小川 陽子、地頭所眞美子 (常勤職員6名)

## [研究内容]

市販されているセルラインまた初代培養細胞を用いて、各種ストレスに対するシグナル応答を詳細に検討した。一方で、酸化生成物による細胞応答を適応効果の観点から詳細に分子生物学的研究を行った。ストレスラーとしては、過酸化水素、脂質過酸化物、6-ヒドロキシドパーミン、グルタミン酸などを用いた。主な成果として以下の事項が挙げられる。

- ① 神経細胞 PC-12、ラット脳初代培養細胞などを用いて、細胞傷害のメカニズムを検討した。アポトーシス、ネクローシスに関する分子生物学的知見を得るとともに、少量のストレスがその後の大きなストレスに対して防御的に働く「適応効果」について詳細に検討した。特に脂質過酸化によって生成する化合物について「適応効果」に関する新たな知見を得た。
- ② 抗酸化物質によるストレス抑制効果を、血漿を用いた酸化モデル系及び培養細胞系によって検討した。ビタミン E 同属体のトコトリエノール類やコエンザイム Q に関して生体中での抗酸化効果を定量的に評価した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 酸化ストレス、抗酸化物質、細胞

[テーマ題目 2] ストレスマーカーの検証試験と製品化研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 吉田 康一 (ストレス応答研究チーム)

[研究担当者] 二木 鋭雄、吉田 康一、小川 陽子、早川 三恵子、羽瀨 洋子、福井 浩子 (常勤職員6名)

## [研究内容]

同定したストレスバイオマーカーの検証試験として、実験動物による検討及び大学病院等との共同研究による疾病患者による検証試験を精力的に進めた。一方で、迅速測定法として抗体を用いた ELISA システムの構築を目指した。

## ① 実験動物：

実験動物に長期間ビタミン類、機能性食品の自然摂取を行い、それらの効果をバイオマーカーによって検証した。長期のビタミン E 欠損状態では酸化ストレスの亢進が認められ、いくつかの投与した抗酸化物質

によって酸化ストレスが抑制されることが定量的に示された。

② ヒト血液による疾病検証試験：

C型肝炎ウイルス患者に関して慢性肝炎、肝硬変患者の検証を継続した。患者ごとの瀉血の効果をバイオマーカーによって追跡し、疾病予後診断への応用が可能である見通しを得た。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ストレスマーカー、酸化ストレス

〔テーマ題目3〕 生体ストレス物質計測評価デバイス  
(運営費交付金、民間企業との共同研究)

〔研究代表者〕 脇田 慎一

(ストレス計測評価研究チーム)

〔研究担当者〕 脇田 慎一、田中 喜秀、永井 秀典、  
宮道 隆、入江 隆、鳴石 奈穂子、  
東 哲司、足立 奈美、浜崎 貞三  
(常勤職員9名、他4名)

〔研究内容〕

唾液ストレス関連成分の計測チップのプロトタイプの開発、さらに、酸化ストレス関連の血液成分計測チップの技術開発に挑戦した。

(1) 唾液成分ラボチップの実証化研究

均一系電気泳動免疫アッセイラボチップシステムのプロトタイプを開発した。半導体レーザー励起蛍光システムのプロト装置化を検討し、唾液中の sIgA のオンチップ免疫反応・分析を検討した。

(2) 血液成分ラボチップ技術の開発

血清中 NO アッセイのメソッド開発を確立し、全血による一滴 NO アッセイに挑戦し、オンチップ血球除去を検討した。生活習慣病マーカー迅速アッセイの新規メソッド法を検討し、迅速分離アッセイを達成した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 マイクロ電気泳動チップ、唾液ストレスマーカー、オンチップ前処理、バイオマーカー

〔テーマ題目4〕 ラボチップ技術の高度化基盤研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕 脇田 慎一

(ストレス計測評価研究チーム)

〔研究担当者〕 脇田 慎一、永井 秀典、入江 隆  
(常勤職員3名、他4名)

〔研究内容〕

光制御型流体制御法、新規プロセス技術、新規用途、新規機能発現を目指した高度ラボチップの基盤研究を行った。

(1) 唾液ストレス関連成分計測用遠心力駆動型ラボディ

スクの研究開発

唾液ストレス成分の免疫アッセイのため、微量試料の送液に適した遠心力駆動型ラボディスクの設計研究を行い、回転数と流路デザインの制御による多段階の溶液操作法の最適化を検討した。

(2) 高度ラボチップの基盤研究

ISFET センサをオンチップ化した検出機能統合型ラボチップを研究開発した。さらに、ソフトリソグラフィ、LIGA レプリカプロセスを用いたラボチップによる新規手法や新規応用分野の検討を行った。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス、ナノテクノロジー

〔キーワード〕 遠心力駆動型ラボディスク、ISFET

〔テーマ題目5〕 ストレスが脳機能に及ぼす影響の解析  
(運営費交付金)

〔研究代表者〕 増尾 好則(精神ストレス研究チーム)

〔研究担当者〕 増尾 好則、岩橋 均、一守 康史、  
平野 美里、Randeep Rakwal、  
柴藤 淳子(常勤職員6名)

〔研究内容〕

最近、社会的問題になっている脳の発達障害や鬱病の発症メカニズム、及び日内リズム攪乱、運動、慢性アルコール摂取、ガンマナイフによる脳定位手術が脳に及ぼす影響等について解析を進めるとともに、ストレスマーカーの探索を行った。

(1) 注意欠陥多動性障害(ADHD)モデル動物

脳の発達障害の中でも発症率が高い ADHD の発症機序を調べた。幼若期に6-ヒドロキシドーパミンを大槽内投与し、脳内ドーパミン神経の発達を阻害して行動異常を示す動物を作製した。比較対照として、先天的に行動異常を示す ADHD モデル動物を用いた。それぞれの脳緒部位を摘出し、OMICS(ジェノミクス、プロテオミクス)解析を行った結果、行動異常発症に関わる可能性が高い遺伝子群および蛋白質群が明らかになった。

(2) 鬱病モデル動物

動物に拘束、水浸等のストレスを負荷し、鬱病モデルを作製した。脳緒部位を摘出し、OMICS 解析を行うことにより、遺伝子発現および蛋白質発現の変化を明らかにした。

(3) 日内リズム攪乱が脳に及ぼす影響

昼夜逆転などの明暗周期攪乱による脳機能の変化を解析した。恒常的明期で飼育した動物の脳緒部位を摘出し、OMICS 解析を行うことによって、遺伝子発現および蛋白質発現の変化を明らかにした。

(4) 運動によるストレス

動物に運動をさせた後、脳緒部位について OMICS 解析を行うことにより、遺伝子発現および蛋白質発現の変化を明らかにした。運動の程度によって快・不快ストレスとなり得ることを脳内物質レベルで証明した。

## (5) 慢性アルコール摂取が脳に及ぼす影響

動物にアルコールを慢性的に摂取させた後、脳および肝臓について OMICS 解析を行い、遺伝子・蛋白質発現、および代謝調節機構の変化を明らかにした。

## (6) 放射線ストレスが健常脳組織に及ぼす影響

非侵襲的な外科的治療法としてガンマナイフによる定位的放射線治療が行われている。ガンマナイフにより動物の一侧線条体にガンマ線を照射した後 OMICS 解析を行った結果、照射側および反対側における遺伝子・蛋白質の発現変化および代謝調節機構の変化を見出した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】脳の発達障害、鬱病、日内リズム、運動、アルコール、ガンマナイフ

## ⑦【強相関電子技術研究センター】

(Correlated Electron Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：十倉 好紀

副研究センター長：赤穂 博司

所在地：つくば中央第4

人員：16名 (15名)

経費：380,880千円 (296,424千円)

## 概要：

既存のエレクトロニクスの延長では到達できない、革新的な量子材料・量子効果デバイスの創製を目的として、また近年急速に進展しつつある強相関電子物理の概念に基づいて、強相関電子系相制御技術、超格子物質・接合作製技術、強相関デバイスプロセス要素技術、強相関フォトンクス物質、量子位相制御理論、などの電子材料・電子技術を開拓する。この強相関電子の概念を中核とした革新的な電子技術については、即応型の技術開発や従来電子技術の進展を狙うものではなく、強相関電子の相制御の概念を中核とした、革新的な電子技術の創成を目的とする。すなわち、最新の強相関電子基礎科学の進展を踏まえて、強相関電子技術を発展させるための学理の「構築」と「実証」と「発信」までを一貫して行う。これは、強相関電子の持つ大きな、広範な可能性に賭けた原理探索型研究であり、新科学技術分野創成をするような独創的成果を挙げることを目指す。

この目的を達成するために、本研究センターで行う強相関電子技術研究の具体的な課題を次に挙げる。

1. 巨大磁気抵抗、巨大磁気光学効果、光電応答型磁性物質 (光金属・光磁石) 創製など、従来の常識を越える、光・磁気・伝導結合型の新しい電子物性・電子機能の開拓。

2. 量子臨界相制御を中心とする、強相関電子系の新電子機能の探索、特に圧力及び電界効果に基づく強相関系物性制御。
3. 広い波長域で超高速 (テラヘルツ) 応答をしめす、強相関フォトンクス材料・巨大光学応答材料の開拓・設計。
4. 人工格子強相関新物質の創製と接合・界面の新規物性・機能の開発。
5. 強相関電子系デバイスプロセス要素技術の開発と強相関電子デバイス構造プロトタイプの開発。
6. 強相関電子系の機能理論及び量子位相の制御を中心とする強相関エレクトロニクスの原理提案。

外部資金：

文部科学省科学研究費補助金

「有機強相関電子系の電界効果ドーピング」

「酸素同位体置換と静電キャリア密度制御を組み合わせた新しい量子臨界現象の探索」

「有機  $\pi$  分子強誘電体材料の開発」

「電荷移動型材料による機能性有機半導体界面の形成と高性能有機トランジスタへの応用」

「分子性半導体結晶デバイス界面の分光学的研究と有機エレクトロニクスへの展開」

独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造研究推進事業

「相関電子コヒーレンス制御」

「強相関界面エンジニアリングによるスピントンネル機能の巨大化」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業

「遷移金属酸化物接合の電界誘起抵抗変化効果の機構解明と不揮発メモリ素子の開発」

発表：誌上発表43件、口頭発表131件、その他0件

## 強相関相制御チーム

(Correlated Electron Phase Control Team)

研究チーム長：橘 浩昭

(つくば中央第4)

## 概要：

強相関電子のスピン・電荷・軌道の各自由度を活用して、機能的に興味ある電子相の間の臨界状態を生成し、その制御手法を開発する。特に強磁性－反強磁性、金属 (超伝導)－絶縁体、中性－イオン性など、伝導・磁気・光物性の劇的転換を伴う相転移物質・材料 (遷移金属酸化物・カルコゲン化合物、有機  $\pi$  電子系物質) の開発を行う。これらを用いて、他チームとの共同により、電場・磁場・光などによる高速かつ入力敏感な相制御技術を開拓する。



研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

**強相関有機エレクトロニクスチーム**  
(Correlated Electron Organics Team)

研究チーム長：長谷川 達生

(つくば中央第4)

概 要：

強相関パイ電子を利用する有機エレクトロニクス素子を実現することを目標として、これに必要な基盤技術の開拓、特に機能性有機電子材料の開発、有機半導体界面の機能制御技術の開発、及びこれらを用いる新しい有機エレクトロニクス素子の設計と試作を行う。具体的には、材料開発として、①スピン機能の付与などによる水素結合型有機強誘電体の高機能化、また素子化技術として②電荷移動型界面形成による有機薄膜の界面ドーピング技術の開発、③有機金属電極を用いた有機トランジスタの動作制御技術の開発、④有機金属電極作製のためのインクジェット溶液プロセス技術の開発、さらにデバイス物理として、⑤有機モット絶縁体におけるショットキー界面形成とモットトランジスタの動作原理解明などに取り組む。

研究テーマ：テーマ題目3

**強相関物性チーム**  
(Correlated Electron Physics Team)

研究チーム長：高木 英典

(つくば中央第4)

概 要：

量子臨界相の創成、電界効果トランジスタ (FET) ケミストリーを主なアプローチとして、エキゾチック超伝導・磁気伝導など強電子相関の生み出す新奇な物性、機能を開拓することを主な目的としている。(1) 物性の宝庫である「量子臨界相」の創成と確認には高圧下での物性探索が重要となる。このための極限物性評価測定系を整備し、世界でも有数の超高压・極低温実験環境を生成する。センターの誇る結晶ラボで作製する結晶群を極限環境下に置き、量子臨界相に発現する新しい物性を探索する。(2) 遷移金属酸化物のバルク単結晶と薄膜、その表面加工によって、電界効果トランジスタ (FET) を構築し、電界誘起モット転移 (絶縁体-金属転移)、超伝導、強磁性などの物性を探索する。(3) 二元強相関遷移金属酸化物における電界誘起抵抗スイッチング効果のデバイス動作機構の解明を行う。

研究テーマ：テーマ題目1

**強相関フォトニクスチーム**  
(Correlated Electron Photonics Team)

研究チーム長：岡本 博

(つくば中央第4)

概 要：

強相関電子系において、超高速光スイッチング現象を実現する。具体的には、組成を精密制御した単結晶 (遷移金属酸化物、カルコゲン化物、有機電荷移動錯体等) 及び薄膜 (酸化物エピタキシャル薄膜、有機薄膜) において、光励起による電荷、軌道 (格子)、スピンのダイナミクスを測定し、その機構を解明する。結果をもとに、光スイッチング現象に適した物質系の設計指針を示す。物質開発を行なう他のチームと連携し、光スイッチング現象の探索を進め、超高速光制御技術確立する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

**強相関超構造チーム**  
(Correlated Electron Superstructure Team)

研究チーム長：川崎 雅司

(つくば中央第4)

概 要：

強相関酸化物の界面電子物性学理の確立と新機能開発を主題として、原子平坦界面における物性・デバイス研究を行う。強相関デバイスの巨大応答を担う電子は、強い電子相関ゆえにヘテロ界面の境界条件で物性が強く擾乱を受け、デバイスの高性能化や設計が困難となる。一方で、小さな刺激に対する高速で大きな応答は、新規不揮発メモリの動作原理として注目を浴びている。新規な界面物性プローブを独自開発し、界面エンジニアリング技術を駆使して、強相関電子の界面物性の理解と制御法の開発を行う。また、新規な人工格子の設計指針を確立し、新物質の創製と機能化を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

**強相関デバイスチーム**  
(Correlated Electron Device Team)

研究チーム長：赤穂 博司

(つくば中央第4)

概 要：

酸化物を用いた強相関電子デバイスの作製プロセスを新規に構築開発し、強相関電子デバイス学理に基づくデバイス雛型の構築、また、試作モデルに基づくデバイス機能の検証を行う。具体的には、デバイスプロセス技術として、汎用性の高い標準プロセス技術 (数ミクロンレベルのデバイス構造作製) と最先端技術を駆使したアドバンスドプロセス技術 (サブミクロン以下のデバイス構造作製) を同時並行で開発する。さらに、これらプロセス技術を駆使して、強相関スピントネルデバイス、強相関電界誘起抵抗変化デバイス、強相関スピン注入デバイスなどの強相関デバイス構造を設計・作製し、その基本特性を評価することにより、

強相関デバイス機能の実証を行う。また、スピン偏極 SEM により強相関酸化物磁区構造を観察し、表面磁性を解明する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

#### 強相関理論チーム

(Correlated Electron Theory Team)

研究チーム長：永長 直人

(つくば中央第4)

概要：

強相関電子系の基礎理論を明らかにすることで、新しい原理に基づく伝導性、光学的、磁気的機能を実現するための学理を確立し、同時に適切な物質系の提案を行う。具体的には、(1)量子位相が現れるホール効果、スピンカレント生成、ファラデー効果、磁気カイラル光学効果、(2)構造相転移、超伝導、磁気秩序などの多重臨界点近傍の巨大応答、(3)界面における強相関電子系の機能開発、(4)非線形光学の主役を担うと期待される強相関電子系電荷移動励起子、などの理論を構築する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

#### 【テーマ題目1】強相関酸化物材料の相制御に関する研究

【研究代表者】高木 英典（強相関相物性チーム）

【研究担当者】十倉 好紀、岡本 博、川崎 雅司、永長 直人、伊藤 利充、富岡 泰秀、井上 公、竹下 直、佐藤 弘、澤 彰仁、山田 浩之、荻本 泰史、玉井 幸夫、山本 晃生、中村 優男、寺倉 千恵子、中村 浩之（常勤職員7名、他11名）

#### 【研究内容】

- (1) ペロブスカイト型マンガン酸化物、 $\text{RE}_{1-x}\text{AE}_x\text{MnO}_3$  ( $x=0.5$ ) について、系の乱れと電子の運動エネルギーをパラメータとした電子相図を充実させ、ペロブスカイト Mn 酸化物の超巨大磁気抵抗設計のためのデータベースはほぼ完備した。また、新たな知見として、系の乱れが比較的大きい場合、 $x=2/3$ に由来する電荷/軌道整列が現れることを見いだした。
- (2) 電子ドーピングしたペロブスカイト型マンガン酸化物、 $\text{Ca}_{1-x}\text{Ce}_x\text{MnO}_3$ の単結晶試料を作製し、電子ドーピング量の増大に伴う電子相の変化（反強磁性絶縁相－弱強磁性金属相－軌道秩序相）を明らかにし、また金属状態でのキャリア濃度等を評価した。また、新規相競合系の候補物質である層状ペロブスカイト型マンガン酸化物、 $(\text{Ca}, \text{Sr})_4\text{Mn}_3\text{O}_{10}$ の単結晶試料を作製した。
- (3) 装置開発に関しては最高圧力17.5GPa(17.5万気圧)を定常的に発生させることに成功した。これを用い、

磁気的量子臨界相の典型物質である  $\text{NiS}_2$  について、従来信じられてきた標準模型的な量子臨界挙動が乱れの強い時にだけ出現することを見出した。また材料探索のためにパイロクロア型 Ru 酸化物について系統的な実験を行い、 $\text{Hg}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ では反強磁性状態の低温相が圧力によって抑制され、7.5 GPa (7万気圧) 付近で臨界状態になることを見いだした。

- (4) ペロブスカイト  $\text{SrTiO}_3$ 単結晶上に構築した電界効果トランジスタ構造において、電界効果によって注入されたキャリアの磁気抵抗の解析を行い、この系の電界誘起金属－絶縁体転移が2次元のパーコレーション転移によることを明らかにした。また電界誘起された金属相が0.1 K 程度の極低温で超伝導になることを発見し、電界で超伝導転移を連続的に制御することにも成功した。
- (5)  $\text{TiO}_2/\text{La}_2\text{CuO}_4$ ヘテロ接合薄膜において、 $\text{TiO}_2$ 層を紫外フェムト秒パルスで励起した場合の酸化物層における過渡吸収のスペクトル強度および時間特性の詳細な評価を行った。その結果、 $\text{TiO}_2$ 層に生じたホールが  $\text{La}_2\text{CuO}_4$ 層へ移行することによって、層全体を平均して Cu あたり1 %という極めて高効率のキャリアドーピングが、200フェムト秒以内の高速に実現できることがわかった。 $\text{TiO}_2$ 薄膜を使った遷移金属薄膜への高効率キャリアドーピングと光スイッチングの有効性が示された。
- (6) 強相関酸化物と n 型半導体  $\text{SrTiO}_3$ を接合したショットキー接合や pn 接合を材料横断的に調べ、強相関酸化物の化学ポテンシャルのマッピングに成功し、界面抵抗スイッチングデバイスの設計指針を明らかにした。コプラナー形状の2元系酸化物の抵抗スイッチング素子について、フォーミングによる低抵抗パスの形成を実空間で明らかにした。このパスの中で局所的な酸化還元反応が電界で誘起され、低抵抗パスの切断と接続がスイッチングの起源であると同定した。
- (7) 電場誘起抵抗変化のダイナミクスを研究するために、ゼナートンネルによる散逸電流下で電子間相互作用を平均場近似で扱う理論的枠組みを、Keldysh形式を用いて発展させた。この方法論により、相関電子系の非線形電場応答の全貌を明らかにすることができた。まず、電場－電流特性は1次の電流誘起絶縁体金属転移を反映して、スイッチング現象を示し、しかもその閾値電場がバンド絶縁体のゼナー破壊電場よりも2ケタも小さい値であることが分かった。また、不純物によるギャップ内状態が存在する場合は、細いフィラメントを電流が流れる不均一構造が現れ、これがスイッチング動作に必要な電力消費を著しく低減することを見出した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】電子相図、巨大磁気抵抗、電荷/軌道整

列、超高圧実験、量子臨界点、電界効果トランジスタ、電界誘起超伝導、超高速分光、高効率光キャリアドープ、光スイッチング、界面抵抗スイッチングデバイス、化学ポテンシャルマッピング、Keldysh 形式、非線形電場応答

## 〔テーマ題目 2〕強相関有機材料の相制御に関する研究

〔研究代表者〕長谷川 達生

(強相関有機エレクトロニクスチーム)

〔研究担当者〕十倉 好紀、橘 浩昭、岡本 博、熊井 玲児、堀内 佐智雄、山田 寿一、高橋 幸裕、平岡 牧、松井 弘之、松原 正和、ハース・サイモン  
(常勤職員5名、他7名)

## 〔研究内容〕

軽量／フレキシブル／大面積の電子製品の製造を可能にする有機エレクトロニクスは、ユビキタスエレクトロニクス社会を実現するためのキーテクノロジーのひとつである。本研究では、共役パイ電子を持った二種の有機分子から構成され、かつ多種多彩な半導体／誘電体／磁性体／導電性材料を与えることで知られる電荷移動型分子化合物材料を、次世代の有機エレクトロニクスを担う主要な材料として位置づけ、それらの基盤技術・応用化技術の開拓と学理構築を目指した研究を行う。具体的には、これら二成分分子化合物材料群において、未開拓ながら応用上特に重要となる物質科学、物性科学、界面科学、デバイス科学に関連した、以下の研究に取り組む。

① 有機強誘電体・スピン磁気誘電体などの強相関有機材料とその相制御技術・評価技術の開発、② 電荷移動型材料を用いた機能性界面形成と高性能有機トランジスタの開発、③ デバイス動作に立脚した強相関デバイス物理の確立、④ 有機強相関電子系の高速・巨大応答の解明と次世代光素子への応用。以下では、平成19年度の進捗状況について列挙する。

- (1) 有機強誘電体の機能高度化を図るべく、ジヒドロキシキノロン類と種々のピリジン誘導体との共晶化を行い、陽子移動型相転移の探索を行った。1) ビピリジン塩の強誘電体について中性子回折実験に必要な巨大サイズの単結晶の育成に成功した(データ収集と解析は実行途中)。2) 反強誘電的な相転移により、温度特性が比較的フラットな高誘電率(30-60)材料を複数見いだした。3) プロトンスポンジ型塩基を用いることで、分子間水素結合パターンを従来の一次元鎖状から二量体型へと変化させ、誘電率が擬二次元状異方性をもつ新規強誘電体結晶を見いだした。
- (2) 有機強誘電体フェナジン-クロラニル酸/ブロマニル酸の単結晶中性子構造解析、及び放射光 X 線による精密構造解析を行い、結晶内の2カ所の水素結合の非対称性が分極の起源であることを明らかにした。また、

陽子移動型相転移系強誘電体である、ヨーダニル酸-5,5'-ジメチル-2,2'-ビピリジニウム塩結晶など、いくつかの新規有機強誘電体結晶の常誘電相・強誘電相の構造解析を行い、相転移における構造変化を明らかにした。

- (3) 上記のビピリジニウム塩有機強誘電体において、第二高調波発生強度の温度依存性から、巨視的な強誘電ドメインの形成を明らかにした。光照射による第二高調波発生強度の過渡的な変化を検出する測定系を構築した。上記有機強誘電体にフェムト秒パルス光照射を行ったところ、強誘電分極性は減少するが、試料の安定性が低く、誘電性的高速制御への応用展開は困難であることがわかった。一方、マルチフェロイクス系物質においては、パルス光照射による強誘電性分極の効率の制御が可能であることを実証した。
- (4) ドナー、アクセプタ分子を有機溶媒にそれぞれ溶解し、その微細液滴を基板上の同位置に吐出して導電性薄膜を得るダブルショット・インクジェット法(DS-IJP 法)を開発し、面伝導度が10 S に及ぶ TTF-TCNQ 薄膜を得ることに成功した。さらに上記薄膜を電極として用いたペンタセン薄膜トランジスタが、著しく低い閾ゲート電圧(金電極の場合の1/70程度)を示すことが分かった。これにより DS-IJP 法により作製した有機金属電極が、有機トランジスタの低電圧駆動化にきわめて有用なことが明らかになった。
- (5) ジベンゾテトラチアフルバレン(DBTTF)をチャネルとする薄膜 FET において、素子を構築する基板表面の表面エネルギーを変化させることにより、薄膜モルフォロジーと同時にサブスレッショルド領域の素子特性を制御できることを明らかにした。グレーンの小さい薄膜 FET のスイッチング特性は、グレーンの大きな薄膜 FET のスイッチング特性と比べて約2倍程度鋭くなることを見出した。以上により、グレーン境界がサブスレッショルド領域の伝導を支配する界面トラップとして機能し、その密度制御がある程度可能になることが明らかになった。
- (6) 有機トランジスタ内のキャリア輸送を微視的に捉えるため、ゲート電圧によってチャネル内に誘起したキャリアによる電子スピン共鳴(ESR)スペクトルの測定を行い、その動的特性を捉えることに成功した。得られた ESR スペクトルは、温度・ゲート電圧によらず単一の Lorentz 型曲線と良い一致を示す一方、その線幅は電圧増加・温度上昇とともに尖鋭化する挙動が明瞭に観測された。これにより ESR スペクトルが運動による尖鋭化によって決定されていること、またその解析からトラップに支配されたチャネル内伝導機構の詳細な知見が得られた。
- (7) 分子間に水素結合相互作用を有するオリゴチオフェン誘導体新規合成して、有機薄膜電界効果トランジスタの動作特性から、水素結合を有する化合物を用い



ると薄膜トランジスタのホール移動が増加することを明らかにした。

- (8) ガラス上に形成した銅薄膜をテトラシアノキノジメタン(TCNQ)リチウム塩溶液に浸漬し、電気化学反応によってモット絶縁体・TCNQ 銅塩の薄膜の構築に成功した。またダブルショット・インクジェット法を用いてドナー・アクセプター型モット絶縁体・(BEDT-TTF)(F2TCNQ)の薄膜化を試みた。得られた薄膜 について、素子化に必要な膜質の均質化に関する検討を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 プラスチックエレクトロニクス、有機エレクトロニクス、有機トランジスタ、有機半導体、有機強誘電体、分子間電荷移動、電荷移動錯体、界面エンジニアリング、インクジェット印刷、光スイッチング、結晶構造解析

### 【テーマ題目3】 強相関スピントロニクスに関する研究

【研究代表者】 川崎 雅司（強相関超構造チーム）

【研究担当者】 十倉 好紀、赤穂 博司、岡本 博、永長 直人、澤 彰仁、山田 浩之、山田 寿一、佐藤 弘、甲野藤 真、小笠原 剛、松原 正和、山本 晃生、中村 優男、石井 裕司、酒井 章裕、鬼頭 愛、小野田 勝、MISHENKO Andrey、孝橋 照生、小池 和幸、（常勤職員7名、他14名）

#### 【研究内容】

- (1) マンガン酸化物において、系統的な光誘起絶縁体—強磁性金属転移の探索を進めた。電荷整列の相関長が短い系では、励起強度に比例して過渡的強磁性金属相が生成されるが、電荷整列の相関長が長い系では、転移特性が強い励起強度依存性を持つことがわかった。弱励起では強磁性金属の寿命は数ピコ秒であるのに対し、強励起では永続的強磁性金属が形成された。後者は、強磁性金属が格子変形によって安定化したものと結論された。以上から、電荷軌道整列の相関長によって転移特性の制御が可能であることが実証された。
- (2) 強磁性磁化の運動を実時間・実空間で観測する装置の開発を進めた。測定方法と信号処理の再検討により、偏光検出精度と面内均一性の向上が得られ、空間的に離れた点の間での定量的な比較が可能となった。また、試料位置の動的制御や反射配置測定への対応などの改良を行った。この装置を用い、強磁性体にフェムト秒パルス光を照射した際の磁化ダイナミクスを調べたところ、レーザーパルス光照射のみによる磁区構造の制御のためには、磁壁が磁化に垂直な180° 磁壁が有望であることがわかった。
- (3) (La,Sr)MnO<sub>3</sub>スピントンネル接合に対するスピン

注入磁化反転の機構をスピン転送モデルで定性的に説明できることを示すとともに、低電流化への設計指針として、下部電極と配線層を分離したデバイス構造が最適であることを見出した。

- (4) 再現性のある(La,Sr)MnO<sub>3</sub>スピントンネル接合を利用し、スピントンネル分光技術の開発に成功した。具体的には、(La,Sr)CoO<sub>3</sub>を電極としたトンネル接合を作製し、そのトンネル特性を精密に調べた結果、(La,Sr)CoO<sub>3</sub>はフェルミ面近傍において負のスピン分極をもち、その分極率が-0.1であることを初めて明らかにした。
- (5) ポリイミド層間絶縁膜プロセス技術として、紫外光照射および照射に伴い発生するオゾンを用いた微細加工技術を開発し、最適化を行なった。その結果、Co系ペロブスカイトの抵抗-温度特性から、ポリイミド層間絶縁膜プロセス技術は、SiO<sub>2</sub>層間絶縁膜を用いた場合に比べ、プロセス劣化が少ないことを明らかにした。また、電子ビーム露光技術と二層レジスト法を組み合わせ、100 nm レベルの微細加工技術の基盤を確立した。
- (6) スピン SEM に電流導入端子を取り付け、マルチフェロイック物質である BiFeO<sub>3</sub>とパーマロイの接合における電界による磁化反転の検証実験を開始した。現状ではデバイスパターンに絶縁部分の露出が多く、チャージアップの問題が避けられず安定した磁区像の観測には至っていないが、電極構造を最適化することで磁区像を観測する見通しを得た。
- (7) 金属におけるスピンホール効果の理論を発展させた。まず、金属プラチナの精密第一原理計算を行い、そのフェルミエネルギー近傍のバンド交差構造が増強した内因性スピンホール効果をもたらし、実験で観測されている値(240 Ω<sup>-1</sup>cm<sup>-1</sup>)をほぼ再現することを見出した。また、金において最近観測されたさらに巨大なスピンホール効果(約100,000 Ω<sup>-1</sup>cm<sup>-1</sup>)をスキュー散乱により解析し、異常ホール効果の場合にはない共鳴機構で、この値が説明できることを見出した。
- (8) スパイラルスピン系における揺らぎの効果を非摂動的に扱う理論を発展させた。まず、熱揺らぎを拡張した GL 理論により解析し、磁気秩序の転移温度よりも上で、スピン液晶秩序が発生することを見出した。さらに Schwinger boson 法を用いて量子揺らぎを扱い、それが大きい低次元系では、むしろスパイラル秩序の上の温度で共線スピン構造が現れることを見出した。また、低温でのスパイラルスピン状態でも、楕円率や動的誘電率などに量子揺らぎが特異的に現れることを見出した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光スピン制御、超高速スイッチング、界面エンジニアリング、スピントンネル接合、原子層エピタキシー、スピンホール



効果、ベリ一位相

# ⑧【次世代半導体研究センター】

(Advanced Semiconductor Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：廣瀬 全孝

副研究センター長：金山 敏彦、田中 哲弥

所在地：つくば西7、西5D、西5E、つくば中央第4、  
つくば中央第2

人 員：16名 (12名)

経 費：1, 117, 030千円 (242, 650千円)

概 要：

半導体技術は「LSI に集積可能なトランジスタの数は約3年で4倍になる」というムーアの法則と呼ばれる経験則に従って発展してきた。その原動力となってきたのは、微細化技術の進展である。微細化は、LSI の機能あたりのコスト低減のみならず、低消費電力化、高速化などの高性能化にも寄与し、多くのデジタル機器のモバイル化、パーソナル化を可能にして、半導体の応用範囲を大きく広げてきた。これからも半導体は IT 産業発展の中核を担い続けると考えられている。

しかし、微細化寸法が100 nm を下回るに従い、LSI の性能向上は、半導体に従来使われている材料本来の特性に起因する大きな壁にぶつかっている。例えば、トランジスタに使われているゲート絶縁膜を貫通して流れる漏れ電流が薄膜化とともに急速に増大し、これによる消費電力の増加が大きな問題になっている。また LSI のデータ処理速度も配線による信号遅延が顕在化しており、新しい配線材料を用いた信号伝達技術の導入が期待されている。さらに、トランジスタの材料や構造、極限計測技術などにも新たなブレークスルーが求められている。トランジスタの特性バラツキが顕在化し、微細化・高集積化を阻んでいることに對しても、根本的な解決が必要となっている。

本研究センターは、45 nm 以細の技術世代に向けて、半導体集積回路の極限的な微細化を追求する道筋を実証的に示すことを目的として、最先端半導体技術の研究開発を産業界・大学の研究者と協力して展開している。技術研究組合 超先端電子技術開発機構 (ASET)を通じて参画する民間企業からのメンバー及び大学からの参加メンバーと一体となって、半導体 MIRAI プロジェクトを推進することを始めとして、株式会社半導体先端テクノロジーズ (Selete) 他の企業を含む産学官の研究者・技術者と幅広い連携を行い、これによって半導体基盤技術の最先端研究開発拠点としての機能を果たしている。そのために、半導体技術の将来動向を踏まえて、重点的に推進すべき研究開発

課題を選択し、これを科学的に解決する技術体系を構築し、我が国の半導体産業の持続的発展をもたらす基盤技術の強化を図っている。また、研究開発成果がタイムリーに産業界において実用化されるように、技術移転などに責任を持った研究マネジメントを行っている。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクト「次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクト (一般会計) /新構造極限 CMOS トランジスタ関連技術開発」

経済産業省 ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発「シングルナノワイヤトランジスタの知識統合的研究開発」

発 表：誌上発表61件、口頭発表99件、その他2件

## 新構造トランジスタ及び計測解析技術グループ

(New Transistor Structures and Measurement/ Characterization Technology Group)

研究グループ長：高木 信一

(つくば西7、つくば中央第4、つくば中央第2)

概 要：

当グループの目的は、45 nm 技術世代以降の極微細トランジスタが直面する物理的・工学的限界を打破できる、新しいデバイス構造やプロセス技術の開発と、そのために必要となる原子スケールの計測技術の研究開発である。45 nm を超える極微細技術領域では、単に微細化を進めただけでは CMOS トランジスタの性能向上が期待できず、革新的新技術の導入が必要とされている。当グループは、この要求に応え、従来技術の延長線上にない新材料・新構造 CMOS トランジスタ技術を研究開発し、有効な技術選択肢を提示することを目的としている。特に、微細化に伴い頭打ちとなる駆動電流を向上させ、漏れ電流を抑制するために、最適な材料と構造を選択し、極微細トランジスタを構成する基盤技術を開発している。

特に、ひずみ Si や SiGe または Ge などの高移動度材料及びそれらとマルチゲート構造を融合した CMOS 技術の開発を行っている。n チャネルと p チャネルのそれぞれに最適化した材料を用い、駆動電流を向上させると同時に、マルチゲートによる静電支配力強化により漏れ電流を低下させる。このためにこれまでに開発した SiGe 中の Ge 濃度を酸化濃縮する方法を進展させ、ひずみ Si や Ge を所定の場所に形成する技術、及び SGOI (SiGe on Insulator) や GOI (Ge on Insulator) などの新チャネル材料用高品質基

板を開発する。さらに、立体構造トランジスタの寸法や形状、応力分布や不純物分布を、走査プローブを用いてナノレベルの高い空間分解能で計測する技術を開発している。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 高誘電率材料ゲートスタック技術グループ

(Gate Stack Technology with High-k Materials Group)

研究グループ長：鳥海 明

(つくば西7、西5E、つくば中央第4、つくば中央第2)

概要：

半導体集積回路の微細化と高集積化を今後も続けるためには、集積回路の中で電流を制御する役割を果たしているトランジスタのゲート絶縁膜を、1 nm 以下にまで薄くする必要があるが、この時、量子力学的なトンネル効果によるリーク電流が顕在化する。この問題を解決するには、誘電率の高い新しい材料、高誘電率 (High-k) 材料を採用する必要がある。High-k 材料を使うと、厚い膜を使っても電気的には膜を薄くしたことに等価になり、漏れ電流の抑制が可能になる。このような新材料を使いこなすには、シリコンとの界面を乱すことなく、欠陥のない薄膜を形成する技術が必要となる。またこの時、これらの新材料に適合して、トランジスタのしきい値電圧を適切な値に制御する技術が、新たに必要となる。当グループでは、ゲート絶縁膜の EOT (Si 酸化膜と静電容量的に等価な厚さ) を0.5 nm まで極限的に薄膜化することを目指し、高誘電率 (High-k) ゲート絶縁膜と金属ゲート電極からなるゲートスタック技術の開発を行っている。

これまでに開発した原子層単位の薄膜堆積技術を高効率化し、HfAlO<sub>x</sub> などの High-k 膜のミクロな構造や Si 基板との界面層を、原子レベルで制御する技術を開発するとともに、より高い誘電率を持つ材料の新規開発も進めている。High-k 絶縁膜上では、ゲート電極の実効仕事関数の制御が困難なことが、大きな課題になっている。この問題を解決するために、しきい値電圧の制御機構の解明を進めるとともに、n チャネルと p チャネルに適したしきい値電圧に制御できる金属ゲート電極を開発し、ゲートスタック技術として実証を図る。さらに、高誘電率ゲートスタックの絶縁破壊や劣化機構等の信頼性評価技術を開発し、物理モデルに基づいて正しい信頼性予測が行える技術を構築する。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 低誘電率材料配線モジュール技術グループ

(Interconnect Module Technology with Low-k Materials Group)

研究グループ長：吉川 公磨

(つくば西7、西5D、西5E、つくば中央第2)

概要：

集積回路の内部では、銅の配線が何層にも張り巡らされて、信号を伝達しているが、これを微細化すると、配線同士の距離が近くなるために、お互いの負荷が増して、思うようにスピードが上がらず、かえって消費電力が増えてしまう。この状況を避けるには、配線を支える絶縁材料を誘電率の低いものに、つまり低誘電率 (Low-k) 材料に置きかえねばならない。そのためには、酸化シリコンなどに nm レベルの空孔を高い密度に導入した多孔質材料の採用が必要となるが、機械強度や加工プロセスへの耐久性が低下してしまうのが課題である。当グループは、超低誘電率多孔質新材料の開発と同時に、多層配線モジュールを実現するために、ナノレベルの空孔構造や材料の化学組成や機械強度などの物性評価技術を開発している。

#### 極端紫外線光電子分光技術グループ

(Extreme-Ultra-Violet Photoelectron Spectrometry Group)

研究グループ長：富江 敏尚

(つくば中央第2)

概要：

半導体集積回路は、微細化に伴って微小な欠陥やごみの微粒子の影響を受け易くなるので、これらを検出する技術も新たな開発が必要になる。当グループは、波長13.5 nm の極端紫外線 (EUV) を収束し、試料表面に照射して放出される光電子のエネルギーを、飛行時間測定により高感度に分析することで、直径50 nm 程度の微粒子でも組成分析ができる、極端紫外線励起光電子分光 (EUPS) 技術の開発を進めている。また、このために、長時間連続運転可能な EUV 光のプラズマ光源技術を開発している。

開発した EUPS システムはパルスレーザ励起プラズマ光源を用いるので、光子束が放射光より1-2桁大きい。これによって表面光誘起起電力を生じさせ、p-型と n-型の Si で Si<sub>2</sub>p のエネルギー差を観察できるなど、通常の光電子分光ではできなかった高空間分解能・高度分析が行えることを明らかにした。

#### 【テーマ題目 1】極限性能新構造トランジスタ基盤技術の研究開発

【研究代表者】 廣瀬 全孝 (研究センター長)

【研究担当者】 高木 信一、金山 敏彦、多田 哲也、  
前田 辰郎、水野 智久、  
Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、  
田岡 紀之、他  
(常勤職員5名、他8名)

#### 【研究内容】

CMOS を構成する nMOS と pMOS それぞれに最適化した新材料を用いてトランジスタのキャリア伝導特性

を向上する技術、及び、微細化に伴う短チャネル効果を抑え、低オフリーク電流を実現するゲート構造の提案・実証、及び上記各技術に関連した計測技術の開発を目的とした。

Fin 構造の高電流駆動力 CMOS を微細チャネル長において実現するためには、側壁の平坦性と細線幅の均一性の向上を実現する方法が必須である。このために、高温の水素雰囲気中でエッチングする技術を導入し、高い特性の均一性と細線 MOSFET での移動度の向上を実現した。1000℃大気圧の水素雰囲気中でエッチングすることによりチャネル側壁の寸法の一様性と平坦度が向上し、ひずみのない SOI 細線 MOSFET と比較して、ひずみ SGOI において1.6倍の正孔移動度向上率、SSOI において1.9倍の電子移動度向上率を得た。

Ge MISFET 技術を構築する上では、界面特性に優れたゲート絶縁膜形成技術の確立が、最も重要な課題の一つである。この目的のためには、Ge に対して低界面準位かつ安定な界面制御層の実現が必須である。高品質の MOS 界面を形成する技術として、Ge 表面の Si パッシベーション技術を開発した。Ge 表面に7原子層の Si を、エピタキシャル成長したのちに  $\text{SiO}_2$  を堆積したゲートスタック構造により、2.8倍の移動度向上率を得た。この技術と NiGe ソース・ドレインを組み合わせた微細チャネル長の MOSFET の試作を行い、最小ゲート長 60 nm での MOSFET の動作を実証することに成功した。更なる構造最適化と集積化技術の開発を進めることにより、ひずみ Si チャネル以降の高電流駆動力 MOS チャネルとして実用化が期待される。

トランジスタ構造に対してラマン散乱測定における励起光分布をシミュレーションすると共に、Si の光学フォノンによるラマン散乱過程を理論的に解析することにより、ラマン散乱の偏光依存性を利用して光学フォノンの成分を分離し、応力の方向と大きさを定量解析する方法を開発した。また、計測画像データの処理により空間分解能を 80 nm に向上させると共に、励起光の強度分布シミュレーションにより、測定光学系の回折限界を超える空間分解能で、ひずみ分布を解析することに成功した。走査トンネル顕微鏡 (STM) による二次元不純物分布プロファイル測定については、計測過程のシミュレーションプログラムを開発し、STM 計測結果から試料表面のポテンシャル分布および不純物分布を定量的に解析する手法を開発した。また、化学機械研磨により試料断面を STM 計測に必要な nm レベルに平坦化する手法を開発し、トランジスタ断面の不純物濃度分布や局所仕事関数分布の定量計測に成功した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】高電流駆動力 CMOS、移動度、Si パッシベーション技術、ひずみ分布、走査トンネル顕微鏡

## 【テーマ題目2】極限 EOT ゲートスタック基盤技術の研究開発

【研究代表者】廣瀬 全孝（研究センター長）

【研究担当者】鳥海 明、太田 裕之、森田 行則、  
右田 真司、堀川 剛、水林 亘、  
王 文武、他（常勤職員7名、他16名）

### 【研究内容】

ゲート絶縁膜やゲート電極材料の開発により、しきい値電圧を制御するとともに、高駆動力と低ゲートリーク電流を両立できる極限薄膜化ゲートスタック技術を開発する。併せて、ゲート絶縁膜の絶縁破壊、劣化に関する信頼性評価技術の確立を目的とした。

ゲート絶縁膜厚を極限的に薄膜化するために、誘電率が大きく熱安定性に優れたハフニウムシリケート膜をシリコン基板との界面層として形成することで、ゲートファーストプロセスによる特性劣化と界面層の増大を抑制し、等価酸化膜厚を低減することに成功した。これは、これまでに開発してきた Layer-by-Layer Deposition and Annealing 技術を界面層の形成に適用し、高誘電率極薄ハフニウムシリケート膜を作製したことに基づいている。このハフニウムシリケート界面層上にハフニウム酸化膜を形成した高誘電率ゲート絶縁膜は、等価酸化膜厚が 0.5nm であり、極薄膜ゲート絶縁膜をもつトランジスタのゲートファーストプロセスによる作製を可能にし、ゲート漏れ電流の大幅な低減を実現した。

High-k ゲートスタックを用いるとトランジスタのしきい値電圧制御が困難になることが大きな課題である。そのため、しきい値電圧の決定要因を研究した。 $\text{Al}_2\text{O}_3$  及び  $\text{HfO}_2$  の2層のゲート絶縁膜を持ったゲートスタックを形成し、上部、及び下部のゲート絶縁膜層を  $\text{Al}_2\text{O}_3$  及び  $\text{HfO}_2$  とし、上部、及び下部のゲート絶縁膜層の膜厚を変えた実験を行った。その結果、下部のゲート絶縁膜層の膜厚を変えた場合にのみ、しきい値電圧が変化することが、明らかになった。これは、従来から提唱されていたゲート電極と High-k 絶縁膜界面での Fermi-Level-Pinning ではなく、ゲート絶縁膜層とシリコン界面に形成されたダイポールに起因するオフセットがしきい値電圧をシフトさせていることを意味する。

また、High-k/ $\text{SiO}_2$  構造で、EOT の薄膜化に伴ってしきい値電圧が減少する現象は、基板界面酸化膜の増加により下部界面でのダイポールが変化することに基づくこと、そのため、多結晶シリコンなどの電極をキャップして熱処理を行うと変化を抑止できることを実証した。

High-k ゲート絶縁膜を用いた場合、反転層の移動度が劣化する問題は、トランジスタ性能を劣化させる大きな要因である。 $\text{HfO}_2$  膜のフォノンスペクトルが結晶構造で変化することを利用し、この移動度劣化に、High-k 膜固有の本質的な散乱機構として提案されてきた Remote Optical Phonon Scattering が原因であるかどうかを実験的に解析した。その結果、むしろ界面ダイポ



ールによる散乱が本質的な散乱機構として働いていることを明らかにした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】高誘電率ゲート絶縁膜、ゲート電極、しきい値電圧、ダイポール、フォノンスペクトル

#### ⑨【界面ナノアーキテクトゥクス研究センター】

(Nanoarchitectonics Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2008. 3. 31)

研究センター長：清水 敏美

副研究センター長：越崎 直人

所在地：つくば中央第5、つくば中央第4

人 員：15名（14名）

経 費：213,164千円（124,866千円）

#### 概 要：

本研究センターのミッションは、原子・分子からのボトムアップ型ナノテクノロジーを所掌する中核的研究拠点（COE）としての位置づけを国内外にアピールすることに努めます。それとともに、国際的にも独創性の高いナノメータスケール構造材料（ナノ構造材料）の創製技術を開発し、それらを構成部品として革新的で挑戦性に富むナノおよびメゾスケールアーキテクトゥクス（組織化技術）を確立することを目指します。これにより、環境・エネルギー分野、高品位医療分野、高感度計測分野、光・電子情報分野などにおいて次世代を先導するフロンティア技術の創成、産業競争力の強化、及び新産業の創出に貢献します。

1959年、ファインマンは、構成部品を原子サイズオーダーの精度で自在に操作・制御できれば革新的な材料やシステムが創製できると预言しました。ナノテクノロジー・材料・製造分野の立場で論じれば、ナノメータスケール（ $1\sim 10^2$  nm）からマイクロメータスケール（ $>10^3$  nm）にわたるすべてのサイズ領域において階層的に構造を制御できれば、従来にない機能や物性を示す革新的な物質、材料群を基盤とした製造技術が生まれることを示唆しています。実際、生体材料は階層構造をとり、微視的な構造制御のみならず、巨視的な構造制御を同時に果たし、高度な生命活動維持を果たしています。ナノテクノロジーはこのような科学技術の新しい分野融合領域を開拓し、産業技術の飛躍的革新を創造する共通基盤技術と言えます。こうして、ナノテクノロジーの重要性が、第Ⅱ期科学技術基本計画（平成13年3月閣議決定）や「新産業創造戦略」（平成16年5月閣議決定）などにおいて、科学技術創造立国を実現する革新的技術の一つとして位置づけられました。

本研究センターでは、このような社会的・技術的背景のもと、ナノテクノロジー分野において優位性を主張できる研究戦略として、「ナノ@マイクロ構造」の構築を新たに掲げます。ここでいう、「マイクロ構造」とは、半導体微細加工技術などに代表されるトップダウン手法で作製された種々のマイクロメータオーダーの次元をもつ構造体であり、例えば、マイクロチップ、マイクロキャピラリー、種々の MEMS（マイクロエレクトロメカニクス）部品、ギャップ電極などを意味します。「ナノ構造」とは、原子・分子という極微な単位を「部品」として、我々が有する独創的なボトムアップ手法で構築したナノメータオーダーの次元をもつ構造体であり、例えば、脂質ナノチューブ、ナノ微粒子、導電性ワイヤなどを意味します。したがって、「ナノ@マイクロ構造」の構築とは、トップダウン手法で培われた最先端の“マイクロ構造”を「界面」や「基板」としてとらえ、そのマイクロ構造がつくり出す束縛された三次元空間、二次元平面、あるいは一次元構造の上に、あるいは中に、“ナノ構造”を複合化、配列化、組織化する実践的な技術であります。「ナノ@マイクロ構造」を具現化させることは、トップダウン手法では到達不可能であろうシングルナノメータ以内の精度や解像度をもつデバイス、チップなど、機能が集積した構造システムを創製することに他なりません。

こうして、本研究センターでは、新規な「ナノ@マイクロ構造」の概念を実現させて初めて達成されるであろう、従来分析技術や計測技術の1000倍以上の超高感度化、超高密度化、あるいは（および）超高効率化を達成します。さらには、昨年度開発したオーガニックナノチューブ AIST<sup>®</sup>の更なるプロモーション活動の推進と、事業化を目指した企業、大学、産総研内関連研究ユニットとの共同研究を推進します。

産業技術総合研究所のナノテクノロジー・材料・製造分野においては、社会や産業界の要請に応えるために、最小の資源を用いて、最小のエネルギー投入により最大限の機能を発揮する製造技術を目指した「ミニマルマニファクチャリング」の概念をその戦略目標の中に取り入れました。本研究センターが独創的に有する、ボトムアップ手法を用いてナノ構造を組織化する技術は、まさに必要最小限のエネルギーで、到達可能な最大の正確性を持って極微小部品を製造する技術そのものであります。

そこで、本研究センターに関わる研究者は次の4つの特色あるキーワードを少なくとも一つ、望ましくは複数以上、共有することを開発マインドとし、研究を遂行することを目指します。そのキーワードとは、「マイルド」、「オンデマンド」、「ワンステップ」、「ボトムアップ」から構成されています。すなわち、

(1) ナノ@マイクロ構造づくりは、常温・大気圧とい



った穏和な条件下（マイルド）で行うことを目指します。最小のエネルギー投入による創製を図ります。

- (2) ナノ@マイクロ構造づくりは、必要な微細資源を必要な時に必要な量だけ（オンデマンド）使用するものとし、トップダウン手法に比較して、いかなる副生成物や無駄を出さない技術開発を目指します。
- (3) ナノ@マイクロ構造づくりは、その工程数が一段階（ワンステップ）で完結することを目指します。複雑でかつ工程数が多い手法はそれだけ資源の浪費と環境負荷につながることを強く念頭におきます。
- (4) ナノ@マイクロ構造づくりは、原子、分子を構成単位として、それを上位階層あるいは上位サイズへ組み立てていく、（ボトムアップ）技術であることを目指します。最終生産物の構成要素は、原料に用いた全ての要素がその中に含まれることを原則とします。

中期計画としては、ボトムアップ手法の高度制御技術を利用したナノ@マイクロ構造の構築を目指します。具体的には、非常に少数の分子を認識、分析できる超高感度分析手法の開発を目指して、第一期で蓄積された有機ナノチューブ類の構造制御技術、分子固定化技術、高感度ラマン分光法、オンデマンドプロセスを用いたナノ粒子調製法などの要素技術を融合させたナノ@マイクロ構造システムを構築します。特に、バイオチップ、ガラスキャピラリー、金電極等のマイクロ空間にナノ物質を実装したシステムを構築することにより、従来型の分析手法やマイクロチップデバイスなどと比べて、約1000倍の超高感度化、超高密度化、超高効率化を達成することを目指します。

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構

「超分子ナノチューブアーキテクニクスとナノバイオ応用」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「局所的触媒反応機構解明と長期的触媒特性改善のための研究開発」

文部科学省科学研究費補助金

「固液界面の単一分子挙動解析のための超高感度・超解像振動分光法の確立」

文部科学省科学研究費補助金

「全反射型チップ増強赤外分光法の確立」

独立行政法人科学技術振興機構

「プロテインチップ用ナノチューブマトリクス」

経済産業省原子力試験研究委託費

「表面修飾ホウ素ナノ粒子の開発とその中性子捕捉療法への応用に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構

「大気中での微小アパタイト皮膜作製技術」

独立行政法人科学技術振興機構

「ホウ素ナノ構造体を用いた原子力施設用臨界検出チップの開発」

文部科学省科学研究費補助金

「固体・液体原料からのマイクロプラズマプロセスの診断及びパルスの発生活法との融合」

文部科学省科学研究費補助金

「Ⅲ族クラスタ系物質の物質探索」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「ナノピペットプローブ顕微鏡を用いた単一プローブ分子アレーの創製と超高感度バイオチップシステムの構築」

文部科学省科学研究費補助金

「自己組織化による高分子ナノ規則表面の創製」

発 表：誌上発表52件、口頭発表175件、その他34件

-----  
高軸比ナノ構造組織化チーム

(High-Axial-Ratio Nanostructure Fabrication Team)

研究チーム長：清水 敏美

(つくば中央第5・つくば中央第4)

概 要：

集合様式のプログラムが書き込まれたある分子は水や有機溶媒中で自発的に集合してナノメートルサイズのチューブ、リボン、ロッド、テープ構造などの高軸比ナノ構造 (High-Axial-Ratio Nanostructure: HARN) を形成する。このボトムアップ型構造形成手法は、これまでの半導体工業を支えてきたトップダウン型微細加工技術に比較して、最小のエネルギーで、最大の正確性をもって容易に複雑な三次元ナノ構造をつくるのが大きな特徴である。当研究チームでは、これらの構造体が室温、大気圧という穏和な条件下で10～100 nm の解像度をもつナノ空間、ナノ構造、ナノ物性を与えることを利用した研究を推進している。具体的には、有機ナノチューブや自己集合ナノファイバーなどを部品として、さらに高次な組織へ配列化することにより極微細な流路、極微細な反応容器、極微細な機能素子づくりに取り組んでいる。また、極微細な領域で挙動する単一分子などを対象とした超高感度、超高解像度の計測・分析手法の開発も連携して行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 高密度界面ナノ構造チーム

(High Interface Area Nanostructure Team)

研究チーム長：越崎 直人

(つくば中央第5)

## 概要：

クラスターやナノ微粒子の表面や界面の状態を制御し、これらを集めて機能的に配列させることにより、高密度界面ナノ構造 (High Interface Area Nanostructure: HIAN) を組み上げて、ナノチップとしての応用することを目指している。サイズが精密に制御されたナノ粒子・クラスター・ナノポアといったナノ部品の調製技術、高密度に存在する界面の特性を利用した新しいエネルギー変換や情報変換の機能特性、高密度界面ナノ構造を基板として利用したナノチップ創製技術などの研究に取り組んでいる。特にマイクロプラズマ法や液相レーザーアブレーション法による無機と有機を繋ぐプロセス技術の実証と高度化について検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目 2

## 高組織化分子ナノ構造チーム

(Highly Organized Molecular Nanostructure Team)

研究チーム長：金里 雅敏

(つくば中央第4)

## 概要：

ボトムアップ型ナノテクノロジーにより分子スケールデバイスを構築するためには、刺激応答性や刺激に対する可逆性に優れた機能性分子の設計・合成を行うとともに、得られた機能性分子の配向・配列を制御しながら基板上へ固定化する技術が必要である。また、基板上に固定化した分子の機能の検証も重要な研究課題である。当研究チームでは、外部刺激に対して構造や物性が大きく変化するセンサー分子、 dendritic、金属錯体等の設計・合成を行うとともに、分子レベルでの運動及び物性の制御と単一分子としての機能発現を目的に、基板上に自己組織化を利用して一定間隔で固定化するための技術開発を進めている。機能性分子が高度に組織化された構造 (Highly Organized Molecular Nanostructure: HOMN) に基づいて発現する刺激応答性を情報として取り出すことにより、センシング素子等分子スケールデバイスの構築を目指している。また金属錯体と有機マトリックスから創製した有機/無機ハイブリッド材料のデバイスへの応用展開も連携して行っている。

研究テーマ：テーマ題目 3

-----

【テーマ題目 1】高軸比ナノ構造の組織化とその超高感度解析手法に関する研究

【研究代表者】清水 敏美

(高軸比ナノ構造組織チーム)

【研究担当】清水 敏美、二又 政之、南川 博之、浅川 真澄、増田 光俊、小木曾 真樹、青柳 将 (常勤職員7名)

## 【研究内容】

情報通信、化学、材料等の革新的・基盤的技術開発として、ナノメートルオーダーのサイズにおいて機能を発現する原子・分子集合体を創製する。具体的には、自己集積性分子の高効率精密合成により、10~100 nm 幅、軸比が100以上の有機ナノチューブ、自己集合ナノファイバー等の材料創製とマイクロ空間中への固定化技術を構築する。さらに、未知の中空シリンダー空間での包接、分離、放出などの機能発現や DNA 分離用チャネルなどのナノスペース材料の実現に資することを目指す。平成19年度は、ナノチューブ原料の低コスト化、化学物質としての安全性を重視した分子設計を見直し、自己集合のための溶媒系の最適化を図り、従来と同溶媒量を用いた際の収量に関して1000倍以上の量産化を達成した。2007年4月より100 g 単位での企業等へのサンプル提供を開始した。ナノ流路となる一本の有機ナノチューブ (内径 50 nm) をマイクロガラスピペット (先端内径 1,800 nm) にマイクロマニピュレーション技術を駆使して取り付け、紫外線硬化性樹脂で隙間を埋めたナノピペットの作製に成功し、1フェムトリットル (フェムトは千兆分の1、 $10^{-15}$ ) 以下と見積もることができる超極微量の溶液の噴出に成功した。単一分子感度分光技術に関しては、ハロゲン化物イオンにより化学的増強が活性化されるメカニズムを初めて解明した。電磁気学的増強を含めて、ほぼ SERS 増強メカニズムの解明が行えた。また、シリカ粒子を用い、基板処理条件を最適化することで、点接触した $10^4 \times 10^4$ 以上の欠陥のないナノ粒子配列を形成した。さらに、電子ビームリソグラフィにより、種々の形状、例えば100 nm×100 nm×50 nm の金・銀ナノ構造形成を行い、 $10^4$ の増強度を得た。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】自己集合、脂質ナノチューブ、シリカナノチューブ、一次元ハイブリッド

【テーマ題目 2】高密度界面ナノ構造の開発と機能化技術に関する研究

【研究代表者】越崎 直人

(高密度界面ナノ構造チーム)

【研究担当】越崎 直人、川口 建二、佐々木 毅、清水 禎樹、桐原 和太 (常勤職員5名)

## 【研究内容】

生体分子やガス状分子等の極微量分子の分析に利用可能な多機能複合ナノ粒子の調製法の開発を目指して研究を進めた。そのための要素技術として、マイクロプラズ

マプロセス技術では、パターン形成精度向上につながる高周波印加方法の検討を行い、プラズマに直接触ることが可能なほどの低温化を実現した。これにより紙や PET などの材料表面上に無機系酸化物や貴金属などの物質を直接パターン形成させることが可能となり、プラズマの容器であるキャピラリーの材質への負担軽減が実現できた。また、液相レーザーアブレーション法に関しては、レーザーのフルエンス・波長・繰り返し周波数の効果、回収装置の開発などの検討を進め、高繰り返し周波数をもつレーザーを使用したナノ粒子合成を試みることで高効率ナノ粒子生成装置製品化の可能性を検討した。更に、従来法では得られないシリコンや炭化ホウ素のナノ粒子の液相中直接合成や表面が化学修飾可能なグラファイト被覆複合ナノ粒子の合成に成功した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノ粒子、液相レーザーアブレーション、マイクロプラズマ、パターン形成、ナノコンポジット基板

### 【テーマ題目3】高組織化分子ナノ構造の構築と組織化技術に関する研究

【研究代表者】 金里 雅敏  
(高組織化分子ナノ構造チーム)

【研究担当者】 金里 雅敏、徳久 英雄、小山恵美子、吉川 佳広 (常勤職員4名)

#### 【研究内容】

ボトムアップ型ナノテクノロジーによる分子スケールデバイスの構築を目標に、刺激応答性を有する機能性分子を創製して、基板上への導入を図るとともに、導入した機能性分子の基板上における機能評価を行っている。平成19年度は、特定の金属イオンをターゲットとするセンサー分子の開発と基板上への集積化を達成して、ターゲットとなる金属イオンを選択的に検出するシステムを開発した。DNA やタンパク質等生体関連物質をセンシングするためのセンサー分子の開発も行い、センシングシステムの構築に向けて重要な知見を得ることができた。

また、可視領域の光を吸収せず、無色～黄色でありながら様々な色の蛍光を示す金属錯体を合成して、有機マトリックスと組み合わせることにより、有機／無機ハイブリッド材料を開発した。赤色蛍光性金属錯体を含む有機／無機ハイブリッド材料については、波長変換型デバイスの構築に向けて、プロトタイプを作製して機能検証を行った。その他の蛍光性金属錯体については、次世代照明機器、ディスプレイへの応用を視野に入れて、研究を展開するとともに、生体成分分析に応用可能な金属錯体の開発と機能化も進めている。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ボトムアップ、自己組織化、分子スケールデバイス、センサー、機能性分子、 dendrimer、金属錯体

### ⑩【グリッド研究センター】

(Grid Technology Research Center)

(存続期間：2002. 1. 15～2008. 3. 31)

研究センター長：関口 智嗣

副研究センター長：伊藤 智

主 幹 研 究 員：田中 良夫

所在地：つくば中央第2、秋葉原事業所

人 員：22名 (21名)

経 費：851, 819千円 (565, 980千円)

#### 概 要：

グリッド技術とは高速ネットワーク時代の到来に伴い、個人情報端末、パソコンから高性能コンピュータ、大容量ストレージ、可視化装置、観測装置等をすべて統合して扱うための基盤技術（ハードウェア、ソフトウェア、ネットワーク）とこれを活用する応用技術である。従来の Web に代表されるインターネットの延長上にあるが、これを飛躍的に発展させる社会産業基盤、科学技術基盤技術として注目されている。

研究センターは我が国におけるグリッド技術研究開発の中核拠点となることを目指し、最新のグリッドミドルウェア技術の開発や、大規模高速計算システムの活用等によるグリッドテストベッドの構築と実証システムの開発を中心として、グリッド技術の飛躍的な高度化と体系化に貢献する研究開発を行っている。

#### 内部競争的資金：

産総研産業変革研究イニシアチブ「知識循環型サービス主導アーキテクチャ (AIST SOA) の開発」

#### 外部資金：

文部科学省 産学官共同研究の効果的な推進「グリッド技術による光パス網提供方式の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「シミュレーションコードのグリッド化」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的国際科学技術協力推進事業「日米サイエンスグリッドにおけるセキュリティ基盤の構築」

大学共同利用機関法人情報・システム研究機構 科学技術試験研究「グリッドプログラミング環境の開発と実証」

日本規格協会 産業技術研究開発委託費「グリッドコンピューティング標準化調査研究事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 国際共同研究助成事業「e インフラストラクチャ構築のための国際標準セキュリティポリシー策定事業」

独立行政法人日本学術振興会 日仏交流促進事業「Peer-to-Peer 技術に基づく広域コラボレーションソフトウェア」

経済産業省 石炭並びに石油及びエネルギー需給構造高度化対策特別会計「衛星画像利用技術の高度化研究」「高精度画像補正技術の研究」およびグリッドによる高精度画像補正システムの構築の研究」

科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「消費電力を削減するグリッドデータセンター運用管理システムの研究」

日本電気株式会社 地域活性型先導的情報通信産業モデル実証事業「リソース共用型 DC サービスの開発と実証」

文部科学省 科学研究費補助金「分散環境における結合演算に着目した RDF 問合せ処理手法の研究」

発 表：誌上発表68件、口頭発表95件、その他7件

#### ビジネス応用チーム

(Grid Diversification Team)

研究チーム長：伊藤 智

(秋葉原事業所)

概 要：

グリッド技術の研究開発が進む中で、ビジネス分野への適用の市場性が認められるようになってきた。本チームでは、グリッド技術をビジネス分野で応用するためのビジネスモデルやソフトウェアの研究開発、それらの実現性を検証するための実証実験、及び社会への技術普及やビジネス立ち上げを狙った企業との共同研究や協業を積極的に推進する。特に、グリッド環境の複雑さを隠蔽し、ユーザが安全に、安心して、容易に情報サービスをユーティリティとして享受できる仕組みの実現を目指す。

研究テーマ：テーマ項目 4、テーマ項目 8

#### 地球観測グリッドチーム

(GEO Grid Team)

研究チーム長：土田 聡

(つくば中央第2)

概 要：

本チームでは、GEO Grid の研究開発を進めている。GEO Grid とは、Global Earth Observation Grid

(地球観測グリッド)の意味で、グリッド技術を用い、地球観測衛星データ等の大規模アーカイブ・高度処理を行い、さらに各種地上観測のデータベースや GIS (Geographic Information Systems：地理空間情報システム) データと融合、ユーザが手軽に扱えることを目指したシステムである。

「全地球を対象とした大規模な衛星データに対応した高度処理技術」、「協力機関とのセキュアな相互運用性」、「多様なユーザに対するセキュリティの維持」を可能とするシステムの開発の上で、「標準的な Web サービスのインタフェース」を使用することで、ネットワーク上に分散する各種地球観測データの統融合利用の実用化研究を行っている。

研究テーマ：テーマ項目 5、テーマ項目 6

#### データグリッドチーム

(Data Grid Team)

研究チーム長：小島 功

(つくば中央第2)

概 要：

大規模観測装置、大規模科学技術計算、巨大データベースで取り扱うデータ量は近い将来ペタ (10<sup>15</sup>) バイト級に達し、かつ広域に分散していくことが予想される。本チームにおいては、こうした大規模データ処理を分散配置にて実現する方式の設計・開発、様々なデータベースを組み合わせる一つの高機能データベースとして提示する機能の設計・開発、そして、これらをユーザが利用しやすくするツール群の設計・開発を行っている。

研究テーマ：テーマ項目 3、テーマ項目 8

#### 基盤ソフトチーム

(Grid Infraware Team)

研究チーム長：田中 良夫

(つくば中央第2)

概 要：

高速ネットワークで接続された情報機器を相互に連携させるためのグリッド基盤ソフトウェアを開発し、プロトコル、プログラムモデル、セキュリティモデルの設計・開発を行っている。また、国際的なグリッドテストベッドとして、アジア太平洋地域に信頼性と安全性を備えたグリッド環境の運用実験を行っている。

研究テーマ：テーマ項目 1、テーマ項目 5、テーマ項目 7、テーマ項目 8

#### インターネットアーキテクチャチーム

(Internet Architecture Team)

研究チーム長：小林 克志

(秋葉原事業所)

概 要：



インターネット技術は広域グリッド基盤にとって不可欠な技術であるとともに、インターネット技術が広域グリッド基盤の大きな制約要素となっている。すなわち、安定的かつ高性能な拠点間伝送の実現及び拠点間通信の信頼性の確保が困難といったインターネットの問題はそのままグリッド基盤技術における克服すべき課題となっている。

本チームでは、ネットワークアーキテクチャの視点から実証実装、実証基盤の展開を通じ、これらの課題の解決を目指す。さらに関連技術の標準化に積極的に取り組み、研究成果の展開を加速する。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8

## クラスタ技術チーム

(Cluster Technology Team)

研究チーム長：工藤 知宏

(つくば中央第2)

概 要：

近年、光通信技術の発達により通信リンクのバンド幅は飛躍的に向上し、距離や機器に応じてそのバンド幅を使いこなすことが課題になっている。しかし、一方ではネットワークを介した通信には比較的大きな遅延を伴うため、これらを考慮した利用技術を開発することが重要である。本チームでは、主として計算機システムの立場から、大容量のネットワークを効率よく利用し、高性能なグリッド環境を実現する技術の設計・開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目5、テーマ題目7、テーマ題目8

〔テーマ題目1〕グリッドプログラミング環境に関する  
研究開発（運営費交付金、他省庁直接受託研究費、JST 戦略的創造研究推進事業、JST 戦略的国際科学技術協力推進事業、NEDO 産業技術研究助成事業、共同研究費）

〔研究代表者〕関口 智嗣（研究センター長）

〔研究担当者〕田中 良夫（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

研究の目的・目標：

高速ネットワークで接続された高性能な計算機資源（グリッド）において大規模科学技術計算の実行環境を構築する技術を研究開発する。具体的には、遠隔計算機上でライブラリ関数を呼び出すモデルに基づき、数10から数100 CPU 規模の複数のクラスタを利用するグリッドアプリケーションの容易な開発と高い実行効率を可能とする Ninf-G システムを開発し、大規模実証実験によってその性能、利便性及び実用性を検証する。また、世界に広く普及することを目指し、プログラミングインタフェースの標準化を行う。

平成19年度計画：

グリッドの持つ多様性（セキュリティポリシ、ジョブ起動機構、情報サービスなど）に柔軟に対応する Ninf-G Version 5.0.0の開発を完了し、公開する。またスーパーコンピュータやクラスタ型並列計算機などの様々な高性能計算機群により構成される国際的な大規模グリッド上で実証実験を行い、Ninf-G Version 5の有効性を検証する。また Open Grid Forum において GridRPC API の標準化を完了する。

平成19年度進捗：

グリッドの持つ多様性に柔軟に対応する Ninf-G Version 5.0.0の開発を完了し、公開した。また国際的な大規模グリッド上で実証実験を数日間にかけて2回行い、Ninf-G の有効性を検証した。平成19年9月に GridRPC API が Open Grid Forum 初の標準仕様として認証された。また、大規模グリッド上で長時間、効率よく、安定して動作するアプリケーションを容易に実装する技術として、サーバの選択および障害復旧等の煩雑さをアプリケーションから隠蔽するスケジューリングモデルを開発し、機能を検証した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕GridRPC、Ninf-G、グリッドミドルウェア

〔テーマ題目2〕グリッド環境ネットワーク利用技術の研究開発（運営費交付金、他省庁直接受託研究費）

〔研究代表者〕関口 智嗣（研究センター長）

〔研究担当者〕工藤 知宏（常勤職員3名）

〔研究内容〕

研究の目的・目標：

高速ネットワークで接続された高性能な計算機資源（グリッド）におけるネットワーク利用技術として、グリッドソフトウェア／ミドルウェアの開発・評価に適した再現のある広帯域ネットワークのエミュレーション環境 GtrcNET を構築するとともに、複雑な並列処理を実現するためのグリッドプログラミング環境 GridMPI を構築する。

平成19年度計画：

グリッド環境向けの通信ライブラリである GridMPI をプライベートアドレスを用いたクラスタを利用できるように拡張するとともに、送信帯域制御と組み合わせ、遅延のある環境での性能向上を図る。

平成19年度進捗：

計算機からの送信帯域を精密に制御するソフトウェア PSpacer を、GridMPI と組み合わせ、遅延がある環境での性能向上を達成した。Linux の TCP 実装で再送したパケットのロス検出に問題があることを発見し、改良した。また、2007年11月米国にて開催された SC07において Grid MPI Version 2.0をリリースした。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス  
【キーワード】GridMPI、GtrcNET、PSPacer

【テーマ題目3】データグリッドに関する研究開発（運営費交付金、共同研究費）

【研究代表者】関口 智嗣（研究センター長）  
【研究担当者】小島 功（常勤職員1名、他2名）  
【研究内容】

研究の目的・目標：

PC クラスタから広域なグリッド環境において既存ソフトウェアとの親和性が高く、高性能な分散ファイルシステムを開発するとともに、グリッド標準仕様 OGSA をベースに、データベース間の相互連携と統合を実現するソフトウェアを開発する。グリッド標準化団体 Open Grid Forum (OGF) において標準化を目指す。

平成19年度計画：

OGSA-WebDB や OGSA-DAI-RDF など、研究成果となるソフトウェアの開発と公開・継続的な改良を行う。また具体的な応用例や広域分散環境における実証実験を通して、有効性の検証とフィードバック改良を行う。さらに開発したソフトウェアは国内外の普及とあわせ、OGF において標準化を目指す。

平成19年度進捗：

OGSA-DAI をベースに多様なデータベース統合を支援する OGSA-WebDB や、OGSA-DAI-RDF の開発や関連した応用システム、周辺技術の研究開発を行った。また衛星データ処理 (GEO Grid)、SOA などのビジネス応用、バイオデータベース統合などで、Gfarm や OGSA-WebDB、OGSA-DAI-RDF の応用を拡大するとともに、分散処理 (DQP) の拡張を実現した。さらに OGF の DAIS-WG において、それぞれの研究開発を元に活動を主導、標準化を図った。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス  
【キーワード】データグリッド、Gfarm、OGSA、データベース、RDF

【テーマ題目4】ビジネス応用に関する研究開発（運営費交付金、産業技術研究開発委託費、共同研究費）

【研究代表者】関口 智嗣（研究センター長）  
【研究担当者】伊藤 智（常勤職員2名、他1名）  
【研究内容】

研究の目的・目標：

グリッド技術により初めて可能となるビジネス形態の創出や具体的なグリッドによるビジネスの雛形を立ち上げることを目標とする。具体的には、企業などの技術者を対象としてグリッドによる計算サービスを一元的に提供する GridASP の提案と、それを実現するためのソフトウェアを含めたフレームワークの確立を目指す。また、グリッド技術の社会への浸透を加速するため、普及活動

を推進するとともに、新規ビジネスの可能性を追求する。  
平成19年度計画：

GridASP のフレームワーク実用性を検証するため、企業との共同研究を推進するとともに、市場立ち上げに向けた準備を行う。企業との共同研究として、鹿島建設、富士ゼロックス、東京リースとの共同研究を昨年度に引き続き実施する。市場立ち上げとしては、GridASP を用いたユーティリティサービスを提供する企業の設立を目指す。

平成19年度進捗：

鹿島建設および富士ゼロックスとの共同研究では、企業内のコンピュータリソースを統合し、合わせて企業内のポータルから産総研スーパークラスタに接続可能な環境を構築し、外部リソースの利用環境の検証を行った。東京リースとの共同研究では、ASP サービスを提供する場合のサービスメニューの作成を行った。またユーティリティサービスを提供する企業の設立に向け、ベンチャー支援室と調整を行うとともに、起業メンバーを集めた。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス  
【キーワード】ビジネスグリッド、GridASP

【テーマ題目5】大規模クラスタシステム構築技術の開発（運営費交付金、JST 戦略的創造研究推進事業）

【研究代表者】関口 智嗣（研究センター長）  
【研究担当者】田中 良夫（常勤職員2名、他1名）  
【研究内容】

研究の目的・目標：

グリッド環境の資源の一つとして3,000プロセッサ規模の PC クラスタシステム「AIST スーパークラスタ」の導入を図り、PC クラスタシステムの構築技術及び安定運用技術を確立するとともに、世界最大規模のアプリケーションを実行し、PC クラスタシステムの有効性を実証する。また、国内外の組織と連携して広域のグリッド環境構築を指向する。

平成19年度計画：

フラグメント分子軌道法 (FMO 法) による大規模分子の電子状態計算および量子・古典連成シミュレーションを主たるアプリケーションとして、米国 TeraGrid、アジア太平洋地域におけるグリッドテストベッドである PRAGMA、米国 Open Science Grid などと協力して構築する大規模非均質グリッド環境上での実証実験を行い、我々が開発しているグリッドミドルウェアおよびアプリケーションの実装技術の有効性を検証するとともに、応用的な成果を達成する。

平成19年度進捗：

米国 TeraGrid、Open Science Grid、PRAGMA、欧州 EGEE、Nordur Grid など各国の機関と協力し、大規模非均質グリッド実証実験環境を構築し、FMO 法およ

び量子・古典連成シミュレーションによる大規模実証実験を行った。これにより我々が開発したグリッドミドルウェアおよびアプリケーションの実装技術の有効性を検証し、FMO 法による近似が与える影響が確認されるなど、応用的な成果を達成した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】AIST スーパークラスタ

【テーマ題目6】防災・地球観測支援技術の開発（運営費交付金、経済産業省石油資源遠隔探知技術の研究開発事業）

【研究代表者】関口 智嗣（研究センター長）

【研究担当者】土田 聡、中村 良介（常勤職員4名）

【研究内容】

研究の目的・目標：

自然災害軽減・危機管理・地球環境保全・地球資源探査などの社会的問題解決への貢献、および、地球観測における新たな情報サービス創造への寄与を目的とし、地球観測グリッド（GEO Grid）システムの研究開発を行うことを目標とする。このシステムでは、グリッド技術を用い、地球観測衛星データの大規模アーカイブ・高度補正処理を行い、さらに各種観測データベースや GIS データと統合したサービスを安全かつ高速に提供できるシステムを開発する。

平成19年度計画：

GEO Grid 上で ASTER データ（100TB 以上）を提供する巨大アーカイブを実証する。テープに保管されていた ASTER 全データをオンラインでアクセス可能とするアーカイブを作成する。ASTER データによる広域 DEM モザイク作成システムを GEO Grid 上に搭載し、東アジア全域 DEM を作成する。ASTER および MODIS の高度な幾何・放射量・大気補正処理を施したデータを提供するプロトタイプシステムを GEO Grid 上に構築する。DEM 及び補正画像を含め、多様な観測データを組み合わせた環境・災害用アプリ構築を継続する。地球観測用アプリケーションを容易に統合するための共通ミドルウェアの設計を行う。

平成19年度進捗：

GEO Grid 上で約150TB の ASTER（高性能光学センサ）データを提供する巨大アーカイブをクラスタ上（ハードディスクスペース）で作成し、オンラインでのアクセスを可能にした。ASTER による広域 DEM（数値標高モデル）モザイク作成システムを GEO Grid 上に搭載し、東アジア域に限らず、地球全体の DEM 作成を可能にした。複数衛星センサによる高度融合利用の基盤となる、ASTER および ASTER と同じ TERRA 衛星に搭載された MODIS（中分解能性撮像分光放射計）で撮像されたデータに幾何・放射量・大気補正処理を施すプロトタイプシステムを構築した。環境・災害用アプリの一つとして、ASTER DEM を利用した地すべり災害危機

地域抽出のためのアプリケーションを GEO Grid 上に実装し、ユーザインタフェース作成を行った。土地利用・土地被覆および標高に関する地上情報を有する DCP（Degree Confluence Project）の DB との連携、DEM 検証のためのアプリケーションを GEO Grid 上に実装し、ユーザインタフェースプロトタイプを作成した。地球観測用アプリケーションを容易に統合するための共通ミドルウェアの設計およびプロトタイプ実装を行った。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】GEO Grid、地球観測衛星データ

【テーマ題目7】大容量光通信利用技術の開発（運営費交付金、文部科学省産学官共同研究の効果的な推進）

【研究代表者】関口 智嗣（研究センター長）

【研究担当者】工藤 知宏（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

研究の目的・目標：

大容量光通信により可能になる大容量の広域ネットワークを、だれでも必要なときに利用できるようにするための技術を開発する。このため、帯域を事前予約するためのインタフェースを定める。ネットワークを運営する企業等と共同研究を行い、インタフェース仕様の検討、策定を進めるとともに、実際に策定したインタフェースを用いて、計算機とネットワークの帯域を同時に事前予約して計算処理を実行する実証実験を行う。また、海外のプロジェクトとも連携して、策定するインタフェースの標準化を目指す。

平成19年度計画：

ネットワークの帯域を予約により確保するための標準インタフェースについて、国内外の機関との議論を通じて、普及・標準化を図るとともに、このインタフェースを利用して資源予約を行うためのソフトウェア群を公開する。またアプリケーション実行時のネットワークの振る舞いについて精密に解析し、利用効率の向上を図る。

平成19年度進捗：

ネットワークの帯域を予約により確保するための標準インタフェースについて、OGF および GLIF などのミーティングで国内外の機関と標準化に向けた議論を行った。また計算資源とネットワーク資源の同時予約と利用を実現するソフトウェア群を開発し公開した。これらのインタフェースおよびソフトウェアを用いて9月にプラハで行われた Global Lambda Grid Workshop において米国のプロジェクトと共同で認証および通信の暗号化機能を持たせるなど、これまでより高機能化したシステムのデモを実施した。アプリケーション実行時のネットワークの振る舞いについて解析し、光パスの帯域をルータの QoS 機能を用いて分割して予約することにより、より効率よくネットワークの帯域を利用できる方式を開発した。



【分野名】情報通信・エレクトロニクス  
【キーワード】G-lambda, Grid Scheduler, Resource Management, Advance Reservation, GMPLS, lambda path

【テーマ題目8】サービス指向アーキテクチャの研究  
(運営費交付金)

【研究代表者】関口 智嗣 (研究センター長)  
【研究担当者】伊藤 智 (常勤職員3名、他3名)  
【研究内容】

研究の目的・目標:

ネットワーク上で利用可能な知識モジュールを活用し、利用者の多様なニーズに応じて適宜組み合わせることで、最適な情報サービスの提供が可能な基盤システム (AIST SOA) を、情報技術研究部門と協力して開発する。国際標準に準拠しつつ、必要な機能を厳選することで軽快な動作を保証し、オープンソースにより導入と運用の低価格化を実現することを目指す。

当センターでは、グリッド技術の拡張に基づくミドルウェアの開発を行う。これを中小規模のデータセンタに導入することで情報インフラ提供サービスを立ち上げ、誰でも容易に参入できる環境を提供することにより、知識産業の創成を目指す。

平成19年度計画:

サービスの実行に必要なリソースをオンデマンドに提供する仮想クラスタ管理システムと、登録したサービスやリソースを、セマンティクスを活用して検索可能な RDF (Resource Description Framework) データベースの仕組みを開発し、パッケージ化して公開する。また、成果物を外部に公開するためのデモンストレーションを実施する。

平成19年度進捗:

仮想クラスタ管理システムでは、ソフトウェアを自動配備する仕組みである Rocks をベースにし、VMware、iSCSI、VLAN など既存の仮想化技術を活用して、必要な CPU 性能、ストレージ容量、ネットワーク構成を有する仮想サーバ群を、物理サーバ群の中から切り出すシステムを開発した。また、複数サイトに跨った仮想サーバ群の切り出しも可能とし、商用データセンタと連携した実証実験を行った。RDF データベースは、リソースとサービスの両面を管理するための統合リポジトリを開発した。リソース管理では、ルール処理による異常状態検出などを可能とするため、計算リソースの負荷や空き領域などのモニタリング情報を RDF で管理した。サービス管理では、意味的な構造からサービスを検索可能とするため、サービスのオントロジーを RDF で管理した。これらのソフトウェアをパッケージ化して公開した。また、3月に開催された情報処理学会の「わくわく IT@あきば2008」で成果を展示公開した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】SOA、仮想化技術、仮想データセンタ、ユーティリティコンピューティング、グリッド

⑪【年齢軸生命工学研究センター】  
(Age Dimension Research Center)

(存続期間: 2002. 7. 1~)

研究センター長: 倉地 幸徳  
副研究センター長: 西川 諭

所在地: つくば中央第6

人員: 10名 (8名)

経費: 195,649千円 (187,542千円)

概要:

年齢は生命にとって本質的要素であり、加齢老化現象だけではなく、成人・老人病等、多くの疾患の危険因子である。当センターの主要研究ミッションは、これまで謎に包まれて来た年齢軸恒常性と年齢軸が疾患に果す極めて重要な役割を分子レベルで解明する新研究分野の開拓と、応用技術開発基盤となる年齢軸工学の開拓にある。我々は、これらの研究を通して少子高齢化が急速に進む我が国にあって健康寿命の延長と産業社会活性の持続・増進に貢献を果たすことを目指す。近年の生命科学の発達と関連科学研究方法、コンピューター/IT 技術の極微量の試料解析技術の著しい発展は生命科学の発展を促進し、生命の統合的理解に向けた研究を可能にした。国内外の生命科学研究においては、これまでの個々の生体物質の機能・構造研究に加え、個人ゲノム多様性とファーマコジェネティクス、機能遺伝子及び RNA 同定と発現解析、プロテオミクスやグライコミクス、バイオインフォマティクス、システムバイオロジー、疾患診断マーカー探索、再生医療等の、新規分野が盛んになった。当センターでは、生命の真の統合的理解にとって避けることができない年齢軸恒常性と年齢依存性疾患のより深化した理解を目指して、年齢軸恒常性調節の分子機序解明を中心にした研究を展開している。我々は最近血液凝固系をモデルに、世界に先駆け最初の年齢軸恒常性分子機構である ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節分子機構を発見した。さらにそれに関連する調節機構の精査を進めるとともに、年齢軸恒常性の統合的理解に向け、マウス肝臓の遺伝子とタンパク質の年齢軸に沿った発現変動プロファイルの網羅的解析を進め、データベース構築を達成したところである。この基盤に立って、加齢・老化現象、免疫及び脳機能等、多くの生理反応の年齢軸恒常性調節機構の解明、そして関連する疾患の機序解明に向けた研究を展開している。これらの研究活動を通して、年齢が危険因子として知られる循環器病を始



め多くの成人・高齢者病の総合的理解を目指すとともに、新視点からの予防・治療法・治療薬技術等の開発を行う新研究分野、年齢軸工学の開拓を進める。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C「自然免疫系を介した難治性肉芽腫形成疾患の新規治療法開発」

発 表：誌上発表9件、口頭発表57件、その他2件

#### 健康インフォマティクスチーム

(Health Bioinformatics Team)

研究チーム長：倉地 須美子

(つくば中央第6)

概 要：

当研究チームの研究目標は、年齢軸恒常性調節分子機構の統合的解明を行い、新知識の有効活用によって、急速に進む我が国高齢化社会の健康寿命延長に貢献することにある。この目標に向けて、我々は先に解明した最初の年齢軸恒常性機構である ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節分子機構の精査を進め、応用技術基盤となる年齢軸工学の開発を進めてきた。更に、年齢軸恒常性の統合的理解に向けて、マウスをモデルに肝臓の遺伝子とタンパク質発現の年齢軸に沿った一生スパン変動の網羅的解析を鋭意に進め、その第一及び第二フェーズである核と細胞質タンパク質の発現変動データベースの構築を達成した。これにより、肝タンパク質の統合したデータベースの基盤が確立された事になる。このリソースは老化をはじめ年齢軸依存性疾患の研究に貴重な基盤情報となる。線溶系主因子であるプラスミノゲンの遺伝子の年齢軸発現機序の研究も進展した。また、疾患と年齢軸との関係を解明するために前立腺がんにおける II 型膜タンパク質分解酵素ヘプシンの機能解析を進め、ヘプシンが前立腺がん進行に重要な役割を果たす知見を得ている。これらの研究成果は、ASE/AIE 型調節機構の確立に加え、新規年齢軸遺伝子調節分子機構の探索を視野に、年齢軸恒常性新研究分野の確立を目指す我々の研究開発にとって重要なマイルストーンになるものであり、加齢・老化、健康寿命の機序解明と年齢依存性の疾患機序の解析、早期予防、効果的治療法の開発に強固な基盤を与える。2003 年以来進めてきた 6-13 棟 SPF 動物飼育施設の機能高度化工事も終了し、運用マニュアルも作成整備した。これで漸く本格稼働を開始し、進める段階に至った。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3、テーマ題目 4、テーマ題目 5、テーマ題目 6

#### 構造生物学チーム

(Structural Biology Team)

研究チーム長：山崎 和彦

(つくば中央第6)

概 要：

当研究センターのミッションは、生命現象の年齢軸恒常性とその分子機構の解明と、成人病・高齢者病の予防・治療法の開発に貢献することである。分子機構の解析、さらに解明された分子機構に基づき創薬等の応用を進めるための重要なアプローチの1つとして、分子の立体構造解析による作用機構の原子レベルでの解明がある。当チームは、NMR 分光法及び X 線結晶解析法を用いた立体構造解析を柱とする構造生物学的研究を展開する。これにより、分子機能解明、その変化や分子認識のインターフェイスに結合する低分子の選別などの研究を著しく効率化できる。初めて解明された年齢軸恒常性分子機構に関与している遺伝子エレメント、ASE 及び AIE の認識と機能発現に関与するタンパク質・核酸相互作用や、免疫など加齢性疾患の原因及び治療に関連する生命現象が主な研究領域となるが、現在急速に進展しつつあるプロテオミクス研究から期待される新規の年齢軸調節機構関連因子、疾患関連因子やセンター内の他のプロジェクトによって同定される新規因子も研究対象に組み入れ、センター・ミッションに資するとともにセンター内の他のプロジェクト発展に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目 7

#### エージディメンジョンチーム

(Age Dimension Team)

研究チーム長：倉地 幸徳

(つくば中央第6)

概 要：

生命の本質的要素である時間、特に年齢とその軸に沿った恒常性と調節機構の理解は生命現象（生理反応）の統合した理解を深め、得られる新知識を応用技術の開発に結実させていく上で極めて重要な新しい研究視点である。当チームは、他チームと連携してこの年齢軸恒常性視点を基盤に、多様な生命現象の研究を通して研究推進を行うものである。具体的には、脳機能、特に学習機構に関して年齢軸の視点を踏まえ、その作用分子機序の詳細な解明を行うとともに特にアプタマーを用いて年齢依存性の高い疾患の新しい治療法や診断マーカー探索を行う。又、年度を通し、脳機能以外の有意義な新しい分野への研究展開も必要とセンターが認めた場合にはその受け皿チームとして機能し、積極的に研究展開を図る。

研究テーマ：テーマ題目 8、テーマ題目 9

#### 免疫恒常性チーム

(Immune Homeostasis Team)

研究チーム長：辻 典子

(つくば中央第6)

## 概要：

免疫病の発症頻度は加齢とともに上昇し、とりわけ老化に伴い顕著となる。当研究チームでは“免疫恒常性を理解して健康を積極的に作り上げる”研究を、免疫応答シグナルと年齢軸を考慮した個体生理科学の概念に基づき展開する。免疫細胞の過半は消化管に存在しており、食物成分や腸内微生物など消化管環境要因が全身の免疫恒常性維持に深く関わっている。特に高齢化社会において、食事など日常的な行為を通じて個々人が炎症性免疫疾患（リウマチ、糖尿病、アレルギー等）を制御し、かつ感染症やガンに抗する高い免疫活性を維持し続ける技術の開発は大変重要であり、このような技術は、健康寿命を伸ばすことによって国民の生活の質を高めるとともに、医療費の削減にも直結する。すなわち高齢化時代に突入した我が国産業社会の活性維持と増進に大きく貢献すると期待される。そこで健康維持・増進に貢献する免疫修飾技術を開発するため、年齢軸に沿った免疫細胞の機能解明と、機能成熟・機能破綻に関与する内在性・外在性因子の解明を行う。また、危険因子を見定める能力の保持と広範な抗原認識レパトリーの維持は免疫活性を保つための基本であり、多様な危険因子の適切な排除に必須であるため、これらに関与する機構を解明する。さらにプロバイオティクスや新規アジュバントなど免疫修飾に有用な微生物、天然物資源とその作用メカニズムを同定し、医薬・機能性食品素材として予防医学・健康産業の振興に活用していくための研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目12、テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目15

-----

【テーマ題目1】年齢軸遺伝子調節分子機構のキー遺伝子エレメント ASE と AIE の結合タンパク質の同定と機能解析（運営費交付金）

【研究代表者】倉地 須美子  
（健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 須美子、浜田 俊幸  
（招聘1名、常勤職員1名）

【研究内容】

年齢軸遺伝子発現安定化因子 ASE と年齢軸遺伝子発現上昇因子 AIE の結合核タンパク質の同定を完了した。ASE の同定及び機能/調節機構についてはトランスジェニックマウスや抗体バンドシフト手法等を駆使して精査を進め、国際誌に論文投稿段階にある。AIE については RNA バンドシフト手法や2次元電気泳動法などを用いて同定した AIE 結合タンパク質の構造と機能の関係解析を、新たに作製した抗体、siRNA、ノックアウト動物の実験による精査を達成し、論文投稿準備中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】年齢軸恒常性、遺伝子調節機構、ASE、

AIE、結合タンパク質

【テーマ題目2】マウス肝臓タンパク質の年齢軸に沿った網羅的プロテオミクス解析（運営費交付金）

【研究代表者】倉地 須美子  
（健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 須美子、タチアーナ・ボロトバ、梅村 洋子、櫛笥 博子  
（招聘1名、他3名）

【研究内容】

先に世界に先駆けて最初の年齢軸ホメオスタシス調節機構である ASE/AIE 年齢軸遺伝子調節分子機構を同定したが、この基盤に立ってマウス肝臓核タンパク質の一生スパン発現変動の網羅的プロテオミクス解析を進め、年齢軸恒常性調節機構の統合的解明を目指してきた。まず、1～24月齢に至るマウス肝臓の核内タンパク質の年齢軸発現変動の網羅的解析を行った。この解析では、二次元電気泳動によりタンパク質スポットを分離展開し、各スポットの定量を行うと同時に質量分析によりタンパク質を同定した。得られた膨大なデータを、コンピューターソフトを用いて解析し、一生スパンに亘るタンパク質変動プロファイルを決定した。更に、得られた情報のデータベース化を達成した。一部は、プロトタイプ DB としても既に公開した。同様に、肝臓細胞質タンパク質についても解析を行い、得られた結果のデータベース化を達成した。肝臓ミトコンドリア分画についても同様な解析を進めている。これらの成果は、老化研究を始め、チャレンジ/ストレステスト、エピジェネティック解析、医薬品評価、肝疾患の予防と治療法開発に貢献すると期待される。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】網羅的肝タンパク質解析、プロテオミクス、年齢軸発現変動

【テーマ題目3】マウス肝臓遺伝子発現の年齢軸に沿った網羅的解析（運営費交付金）

【研究代表者】倉地 須美子  
（健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 須美子、吉沢 明康  
（招聘1名、他1名）

【研究内容】

加齢・老化は、無数の生理反応が同時並行的に進行する現象であり、その全体像に迫るためには網羅的な解析が極めて有効なアプローチと考えられる。我々は、マウス(C57BL/6xSJL)1, 3, 6, 12, 18及び24ヶ月齢雄個体肝臓中における遺伝子発現を、Affymetrix GeneChip® マイクロアレイを用いて解析した。この結果、マウス肝臓遺伝子の発現は、一生に亘ってほぼ一定のものをはじめ、年齢と共に上昇、下降するもの、老年期特異的に上昇、

下降するものなど、年齢軸に沿って様々に変動する基本パターン群に分類されることが判明した。次に、年齢軸の特定の段階で顕著な発現変動を示す遺伝子について、バイオインフォマティクス的手法を用い、解析を展開している。これらの研究結果は肝タンパク質発現の年齢軸変動解析データとともに、年齢軸恒常性調節の統合的理解と加齢・老化、年齢依存的疾患の理解に重要な貢献をすると期待される。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】網羅的年齢軸遺伝子発現、トランスクリプトーム、マイクロアレイ、バイオインフォマティクス

【テーマ題目 4】年齢軸生命工学開発（運営費交付金）

【研究代表者】倉地 須美子  
（健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 須美子、幸塚 麻里子  
（招聘1名、他1名）

【研究 内 容】

ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節機構の原理解明とともにその応用技術開発を目指す、ASE の機能汎普遍性の証明を達成し、遺伝子治療分野で広く用いられるCMV ウイルスプロモーターを持つ遺伝子治療用導入ベクターの構築とトランスジェニックマウスによる検証も終了した。ASE のもう一つの機能である組織特異性に関する知見と共に理想的な遺伝子導入ベクター作成に向けた研究を進めてきている。今年度はASE と AIE に結合して機能を発揮するタンパク質の同定も終了し、応用技術開発の基盤を更に強固なものとした。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】年齢軸遺伝子調節機構、年齢軸工学、遺伝子導入ベクター、トランスジェニックマウス

【テーマ題目 5】ヒトプラスミノージェン遺伝子年齢軸発現調節機構解明に向けた研究（運営費交付金）

【研究代表者】倉地 須美子  
（健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 須美子、幸塚 麻里子  
（招聘1名、他1名）

【研究 内 容】

止血と血栓の均衡を保つ上で極めて重要な働きを担う線溶系因子プラスミノージェン遺伝子発現の年齢軸調節分子機構の解明に向けて、ヒトプラスミノージェン遺伝子発現ベクターを持つトランスジェニックマウス構築を行い、その観察を行ってきた。年齢軸に沿った発現解析の結果、これらのマウスの血中プラスミノージェン濃度は年齢軸で殆ど変化が見られず、野性型プラスミノージェン遺伝子の発現パターンを再現した（安定型発現パターン）。更に、

変異体プラスミノージェン遺伝子を持つトランスジェニックマウス構築を完成させ、その発現解析を進めている。これまで解明してきたものとは遺伝子エレメントの配置が異なることなどから、年齢軸遺伝子調節の新規メカニズムを持つ可能性がある。また、高発現しているマウスにおいて内出血による頭部膨隆など特異的な異常が高頻度で観察された。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】線溶系因子、プラスミノージェン、年齢軸遺伝子発現解析、マウスモデル

【テーマ題目 6】膜プロテアーゼ・ヘプシンの機能と前立腺癌における役割の研究（運営費交付金）

【研究代表者】倉地 幸徳  
（健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 幸徳、鹿本 泰生、山本 圭  
（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

強い年齢依存性で知られる前立腺癌は、食物の欧米化や人口の高齢化に伴い、わが国でもその頻度は増加傾向にある。先に、我々は世界に先駆けて膜プロテアーゼ・ヘプシンの発現がヒト前立腺癌初期段階で高くなり、早期診断マーカーとしての可能性を示したが、更に、ヘプシンの前立腺癌における役割と年齢との関係を解明するためにその自然基質の同定及びその昨日解析を進め、広く用いられている前立腺がんマーカー、PSA の生成パスウェイの解明に大きく貢献した。この研究は前立腺癌におけるヘプシンの役割と機能、年齢軸との関係理解に貢献するとともに、より優れた早期診断マーカー開拓と新規治療薬開発に大きな可能性を与える。現在論文投稿準備を進めている。また、肝臓や脳におけるヘプシン機能の解析も進めている。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】ヘプシン、膜プロテアーゼ、前立腺癌、早期診断マーカー

【テーマ題目 7】遺伝子発現制御因子及び免疫系タンパク質の構造生物学的解析（運営費交付金）

【研究代表者】山崎 和彦（構造生物学チーム）

【研究担当者】山崎 和彦、山崎 智子、館野 賢  
（常勤職員1名、他2名）

【研究 内 容】

遺伝子発現の年齢軸制御機構の原子レベルでの解明及び加齢性疾患の治療への応用を目的とし、関連する因子の立体構造解析を軸に、分子認識機構、機能調節機構の解明を目指す。今年度は、年齢軸恒常性分子機構に関与している遺伝子エレメント AIE に結合する調節因子について、核酸との相互作用機構の解明へ向けて、大量発



現系構築を行った。また、免疫細胞分化の必須転写因子である SATB1タンパク質による DNA 配列認識機構について、部位特異的変異導入と表面プラズモン共鳴法による解析を行った。これにより、前年度に解明した複合体結晶構造において観察された水素結合等による配列認識機構が正しいことを確認した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 年齢軸恒常性、遺伝子発現、DNA 配列特異的認識、結晶解析

【テーマ題目8】 年齢軸による神経可塑性変化の分子機構に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】 池本 光志

（エージェンションチーム）

【研究担当者】 池本 光志（常勤職員1名）

【研究内容】

「記憶・学習」や「薬物依存」等の現象は、脳に於いて長期的な神経可塑性維持機構が成立することにより発現し、年齢に依存して変動する。本研究では、新規に同定した神経型グルタミン酸輸送体 EAAC1制御因子である addicisin（アディクシン：別名 GTRAP3-18, JWA）等の神経可塑性維持因子に着目した年齢依存的な恒常性機能の変化機構の解析を行い、てんかん等の「脳神経機能障害」の発症機構の解明を目指す。本年度は、addicisin タンパク質動態が、細胞内酸化還元系、特にグルタチオン生成系に及ぼす影響について検討を加えた。その結果、細胞内グルタチオン量は、addicisin タンパク質量の増加により有為に減少するとともに、PKC 活性化条件下で恒常的レベルに回復することを見出した。一方、addicisin S18A 変異体タンパク質（PKC モチーフ中に存在する18番目のセリン残基をアラニンに置換した変異体）では、細胞内グルタチオン量は、上述のパターンとは異なり、PKC 活性化条件下では更に減少した。従って、addicisin タンパク質動態は、細胞内酸化還元系を直接的に制御する可能性が強く示唆された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 addicisin、細胞内酸化還元系、グルタチオン、てんかん、神経可塑性

【テーマ題目9】 新機能性核酸の創製とその利用系の開発に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】 西川 諭

（エージェンションチーム）

【研究担当者】 西川 諭、西川 富美子、村上 和由（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

年齢軸にそって構造変化し病気を引き起こす、いわゆる「蛋白質のコンフォメーション病」の中でも特に脳においてよく見られる、たとえばプリオン蛋白質、ベータ

アミロイドの診断・治療を目指し、それらの正常型と異常型蛋白質を識別するアプタマーの創出を行い、その利用を図るとともに、それらの簡便な新規創出法を開発することを目指す。

前年度に創出した抗プリオン蛋白質アプタマーを用い、動薬検ならびに動衛研との共同研究により、希薄な脳ホモジネート溶液からのプリオン蛋白質の検出限界条件を明らかにした。この結果からアプタマーを利用したプリオン蛋白質の新規検出法ならびに希薄溶液からの濃縮方法の基盤技術を確立できた。またウシプリオン蛋白質に対する RNA アプタマーとして(GGA)<sub>4</sub>の繰り返し配列を特徴的にもつ新規アプタマーを獲得し、生化学的ならびに物理化学的解析からその機能構造を推定した。一方で新規なアプタマー創出方法としてゲル電気泳動を利用した簡便な手法を考案し、さらにマイクロチップ電気泳動を利用した迅速かつ定量的なアプタマーの相互作用解析系を開発した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 アプタマー、プリオン蛋白質、インビトロ選択法、RNA 構造

【テーマ題目10】 消化管免疫細胞の加齢による機能変動と食品・医薬品開発に関する研究（共同研究）

【研究代表者】 辻 典子（免疫恒常性チーム）

【研究担当者】 辻 典子、小坂 朱、Bernadeta Nowak、Emilyn Gaw Dubouzet、宮本 宏幸（常勤職員1名、他4名）

【研究内容】

消化管免疫研究の成果を医薬品や機能性食品の開発、予防医学や疾病の治療に十分に活かすためには、各年齢層の人々に対して適切な効果が得られるよう、年齢軸に沿った消化管免疫細胞機能の特徴と免疫バランス（免疫恒常性）維持のメカニズムが十分に理解されることが重要である。

消化管パイエル板細胞において年齢とともに急激に減少するプラズマサイトイド様樹状細胞と免疫制御性 T 細胞の機能成熟の関連について精査した。パイエル板プラズマサイトイド様樹状細胞は、in vitro で抗原刺激下に共培養した際、T 細胞に IL-10、膜結合型 TFG-β (LAP)、Foxp3などの免疫制御性 T 細胞マーカーの発現を誘導した。同細胞群が抗原特異的制御性 T 細胞を誘導することにより、経口免疫寛容の成立と炎症の制御において生理的に重要な役割を担うことが示唆された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 消化管免疫、経口免疫寛容、パイエル板、制御性 T 細胞、制御性樹状細胞

【テーマ題目11】 自然免疫系の活性化機構の解明と加齢



# による変化の解析（外部資金・運営費交付金）

【研究代表者】 田辺 剛（免疫恒常性チーム）

【研究担当者】 田辺 剛、山口 奈津  
（常勤職員1名、他1名）

## 【研究内容】

自然免疫因子 Nod family の、関連疾患の解析を通して生体レベルでの機能解析を行った。

### (1) 機能制御因子の同定と解析

機能制御因子を同定したところ、活性酸素制御因子であることが判明した。この因子の Nod family に対する機能制御様式を分子レベルで解析し、すでにわれわれが Nod family との関連を証明したサルコイドーシスやクローン病の発症機構の解明に応用した。この結果、Nod family 関連疾患のここの症例において、それぞれ異なる発症機構に基づいたテーラーメイド医療の実現への応用が期待できる。

### (2) 骨髄移植での GVHD 制御における Nod2解析の有用性の検討

骨髄移植は難治性血液疾患の有効な治療法であるが、重症 GVHD などの致死性の副作用が起こる可能性がある。このため有効なドナー、レシピエントの選択法が重要となる。欧米では Nod2の解析が GVHD の重症度の予測に非常に有効な情報をもたらすことが報告されている。しかし Nod family は人種間での遺伝子背景が大きく異なることから、本邦独自の解析が必須である。骨髄バンクから骨髄移植検体入手し、変異解析を進め、有意差を示す結果を得た。今後、他の関連疾患であるクローン病や消化器癌の早期診断等の臨床応用を目指す。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 自然免疫、癌抑制遺伝子、肉芽腫形成疾患

## 【テーマ題目12】 免疫レパートリー変化の年齢軸依存性解明（運営費交付金）

【研究代表者】 古川 功治（免疫恒常性チーム）

【研究担当者】 古川 功治、古川 安津子、久芳 弘義  
（常勤職員1名、他2名）

## 【研究内容】

レパートリー形成時のクローン選択のしきい値を変動させる分子として同定した DapK3スプライシング変異体が存在することを見いだした。この変異体を B 細胞系の細胞株に発現させ、抗原受容体のクロスリンクによるアポトーシスを観察すると、アポトーシスが抑制されることがわかった。つまりこの変異体が発現している細胞ではアポトーシス耐性が増すと考えられ、抗原による選択の過程にも影響し、多様度の拡大に重大な影響を及ぼすと考えられる。現在この変異体が出現する条件と機構についてさらに解析を進めている。

一方、我々は B 細胞レパートリー変化の解析過程で得られたレパートリー形成の原動力に関する知見を *in vitro* で検証するための系を構築している。その一環としてバクテリオファージを用いた人工抗体ライブラリーの構築とそこからの抗体フラグメント取得法の開発を進めている。本年度はファージ発現系をそのまま利用し大腸菌から簡便かつ大量に抗体フラグメントを取得する方法を確立した。この手法は汎用性が高くかつハイスループット化にも対応可能であることから、関連分野における有用性がきわめて高いと考えている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 抗体、親和性成熟、免疫応答

## 【テーマ題目13】 生体恒常性の維持に寄与する免疫修飾物質の開発（共同研究）

【研究代表者】 辻 典子（免疫恒常性チーム）

【研究担当者】 辻 典子、小坂 朱、  
Bernadeta Nowak、  
Emilyn Gaw Dubouzet、宮本 宏幸、  
兼子 謙一、川島 忠臣、松田 歩弓  
（常勤職員1名、他7名）

## 【研究内容】

加齢に伴う免疫機能（環境因子の認識機構）の減弱により、Th1型および炎症制御性機構が低下する。免疫制御性細胞の機能成熟、経口免疫寛容誘導、あるいはTh1誘導に促進的に作用する消化管環境因子（食品成分、微生物菌体成分等）を特定し、適切な疾患モデル動物を構築して、それら免疫修飾物質の免疫調節機能を評価することを目的とした。

骨髄由来樹状細胞（BMDC）からの IL-12産生を増強する乳酸菌を用いた解析から、バクテリア由来二重鎖 RNA が BMDC の TLR3を介して認識され、IFN- $\gamma$  発現の増強、IL-12の高産生と Th1型 T 細胞応答（IFN- $\gamma$  産生の増強）の連鎖を促進することを明らかにした。また乳酸菌株の経口投与により IFN- $\gamma$  および Th1免疫応答の増強を確認した。プロバイオティクスあるいはその成分により、加齢時などにおいて Th1免疫応答を増強させる免疫修飾剤開発のための基盤的知見となる。

一方 BMDC から IL-10を高産生させる乳酸菌を経口投与しておく、DSS 実験腸炎の炎症を抑制する効果があること、その炎症抑制に伴い IL-10産生性の制御性 T細胞がパイエル板に発現することを見出した。組織障害など生体に不利な炎症を抑制する免疫制御性細胞応答は、免疫の恒常性維持において重要であるため、アレルギー予防等におけるプロバイオティクスの活用にも期待が寄せられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 乳酸菌、プロバイオティクス、二重鎖 RNA、IFN- $\gamma$ 、Th1免疫応答、IL-10、免疫制御性細胞

〔テーマ題目14〕誘導型免疫制御性細胞の機能成熟と自然免疫シグナルの解明（共同研究）

〔研究代表者〕辻 典子（免疫恒常性チーム）

〔研究担当者〕辻 典子、小坂 朱、Bernadeta Nowak、Emilyn Gaw Dubouzet、宮本 宏幸、松田 歩弓（常勤職員1名、他5名）

〔研究内容〕

パイエル板制御性 T 細胞の機能成熟に関与する自然免疫シグナルを解明する。IL-18及び/あるいは IL-10、TGF- $\beta$  等ミクロ環境のサイトカインや抗体群が消化管の免疫制御性細胞を誘導する過程を、経口トレランスと共に詳細に解析する。また、IL-18など自然免疫シグナルの欠損と生体恒常性の破綻によりもたらされる炎症のメカニズムを解明することを目的とした。

IL-10が、パイエル板プラズマサイトイド様樹状細胞の機能成熟と局在に必須であることを見出した。パイエル板プラズマサイトイド様樹状細胞自体が IL-10を高産生することもあわせて見出しており、同細胞群の機能成熟と免疫組織形成における IL-10を介した autocrine 機構を示唆する。この発見は、IL-18(-/-)マウスおよび無菌マウスにおいてパイエル板プラズマサイトイド様樹状細胞および IL-10産生が顕著に減弱する知見とも一致している。消化管環境においては、腸内細菌により微生物刺激を受けて産生された IL-18が端緒となって IL-10産生性樹状細胞の機能・局在の形成と維持に寄与する機構がある。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕免疫制御性細胞、パイエル板、自然免疫シグナル、IL-10、IL-18、無菌マウス

〔テーマ題目15〕腸内微生物環境による生体恒常性維持機構の解明（運営費交付金）

〔研究代表者〕辻 典子（免疫恒常性チーム）

〔研究担当者〕辻 典子、小坂 朱、Bernadeta Nowak、Emilyn Gaw Dubouzet、宮本 宏幸（常勤職員1名、他4名）

〔研究内容〕

腸内微生物環境、特に小腸内微生物環境と免疫恒常性維持機構の関係に焦点を当て、小腸に発現する自然免疫受容メカニズムと IgA 産生との関連を精査することを目的とした。

トル様レセプターのシグナル下流分子である MyD88を欠損するマウスでは in vitro および in vivo で IgA 産生が減弱していることを示した。MyD88(-/-)マウスのパイエル板および粘膜固有層において IgA 陽性細胞数の低下は認められなかったため、IgA 産生量減弱の要因はクラススイッチ機構ではなく、抗体産生細胞（形質細胞）への移行段階にあると考えられた。そこで抗体産生

細胞（形質細胞）への機能成熟に必須である IL-5の主要産生細胞（CD3-CD25+細胞）をパイエル板より分離して解析したところ、MyD88(-/-)マウス由来 CD3-CD25+細胞における IL-5の発現量は顕著に低下していた。また野生型マウス由来の CD3-CD25+細胞との共培養により MyD88(-/-)マウス由来粘膜固有層細胞の IgA 産生が補正されたことより、IL-5産生細胞の機能不全が MyD88(-/-)マウスの低 IgA 産生の要因であると考えられた。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕IgA、消化管免疫、自然免疫シグナル、TLR、MyD88、IL-5産生細胞

⑫【デジタルヒューマン研究センター】

(Digital Human Research Center)

(存続期間：2003. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：金出 武雄

副研究センター長（総括）：松井 俊浩

副研究センター長：持丸 正明

上 席 研 究 員：河内 まき子

所在地：臨海副都心センター

人 員：19名（18）名

経 費：645,789千円（262,373千円）

概 要：

「人間」はほとんどのシステムおよび製品を利用する対象であり、その性能を定める根本的な部品として、もっとも重要な要素である。例えば車は人を運び、人に運転される。しかし「人間」はこのようなシステムにおいてもっとも理解の進んでいない対象である。人工的に設計・生産された部品では、その形状・構成・機能について最先端の数学的・計算機的なモデルが開発されている。しかるに遙かに複雑で洗練された人間の機能とその行動に関するモデルはほとんど存在していない。このような意味で人間はシステムの中で“もっとも弱いリンク”であると言える。デジタルヒューマン研究センターの目的はこのギャップを埋めることにある。ここでは計算機上に人間の機能を実現し、それを利用して人間の機能と行動を記述・分析・シミュレート・予測することを目的として、人間の計算機モデルを開発していく。このような技術は人間に係わるありとあらゆるシステムを設計し運用する上で、より個人に適合させ、より簡単に使えるようになり、より調和的にするために、重要になると考えている。

デジタルヒューマンの3つのモデリング軸：人間は多くの機能を持っている。デジタルヒューマン研究センターではこれらを3つの軸として分類している。最初の軸は生理・解剖学的な機能である。生物として人

間の体は多くの構成要素・器官・循環器を制御している。生理・解剖学的な人間のモデルは形状・物質的特性・生理学的パラメータとそれらと内部的・外部的な刺激との関係から記述されよう。次の軸は運動・機械的な機能である。人間は歩いたり走ったり、移動したり物を扱ったりする。運動・機械的な人間のモデルは人間の運動の機構的、動力学的、行動学的な分析により記述される。最後は人間の感じ・考え・反応し・対話する機能である。認知・心理的な人間のモデルは人間が外界の事象、他の人間、環境などに対する認知的・心理的な行動を取り扱う。これらの3つの軸は当然のことながら独立ではない。人間のデジタルヒューマンモデルはこれら3つの軸を統合することにより達成される。ただいかに深く関係があるとはいえ、人間の構成と機能を研究するのに、例えば細胞や神経、遺伝子やタンパク質と言ったもっとも細かい構成要素から積み上げなければならないわけではない。デジタルヒューマン研究センターの焦点は人間の機能そのもの、すなわち機能がどうなっていて、どのような時に発現し、どのように係わるか、という点にある。

デジタルヒューマンの3つの構成要素：計算機モデルは人間の機能を記述する。これ以外に2つの技術がデジタルヒューマン研究とその応用に必要と考えている。人間を実環境の場において、可能な限り人間を妨げずに精密に計測する手法である。心理的な計測・モーションキャプチャによる運動計測・形状計測・表情分析などがこれに相当する。デジタルヒューマンモデルを利用する応用分野においては、このような観測技術は計算機モデルを駆動するための入力となる。計算機上の仮想人間が実世界の人間と対話する際には、人間の表情やジェスチャーを理解する観測技術が必要になる。反対に仮想人間の出力は音声や視覚的、力覚提示装置などの提示技術が重要になる。われわれは三次元音場、三次元グラフィック技術、力覚提示装置からヒューマノイドロボットを提示技術の対象として研究している。これら観測、モデリング、提示技術の3つがデジタルヒューマン研究の3つの構成要素となる。

デジタルヒューマンの5つの研究分野：人間の機能は個人や状態、文脈に依存し、その発現メカニズムの多くは複雑かつ深遠で、科学的に解明されていない。ただし、産業応用を想定した場合、必要な人間機能が十分な精度で再現できれば有用なデジタルヒューマンとなる。必ずしも、人間機能が完璧かつ精緻に再現できなくても良い。そこで、デジタルヒューマン研究センターでは、具体的な産業応用シナリオを設定し、それを解決しながら、徐々に統合的なデジタルヒューマンモデルを構成していくアプローチを取る。5つの応用シナリオを描いている。第1は、人に合わせるデジタルヒューマンで、人間の形状、運動、感覚、感性の個人差、状態差、時間変化をモデル化し、それに適合

するように製品の形状や機能を設計・構成する研究である。人体形状モデルに基づく個別適合着用品の設計、手の詳細モデルに基づく製品設計、全身動作モデルに基づく自動車設計などの研究を進めている。第2は、人を見守るデジタルヒューマンである。家庭やオフィス、病院などで活動する人間の状態を、可能な限り人間にセンサを装着せずに見守り、理解する研究である。超音波センサやカメラなどを天井や壁面に取り付け、発信器を身の回りの製品類に取り付けることで、製品の動きを介して人間の行動を知る研究などを進めている。第3は、人を支えるデジタルヒューマンである。音声や力覚提示技術を通じて、人間の行動、状態に即したサービスを提供し、人間の行動を支える技術である。ヒューマノイドロボットや三次元音場提示などの研究がこれにあたる。第4は、人間の心理認知機能をモデル化し、人間の生理変化や行動変化などから心理認知的な状態を知る研究＝人を知るデジタルヒューマン研究である。ウェアラブルセンサから得られる加速度・熱流速などの情報から、人間の心理状態変化を検出しうつ病予防に役立てる研究、手術中の医師と患者のインタラクションにおいて、患者の生理心理反応を確率モデルで再現する研究などを進めている。第5はデジタルヒューマンモデルを可視化して、適合製品情報を効果的に提示して販売支援に役立てたり、事故情報を提示して安全教育に役立てるといったシナリオに基づく、人に見せるデジタルヒューマン研究である。人間の形態、運動、感覚、行動などの諸機能を可視化するためのコンピュータグラフィックス基盤技術を研究する。特に、人体運動データベースに基づいて多様な人体運動を簡便に合成し、販売支援コンテンツや教育コンテンツを自在に制作するための研究を中心に進める。

#### 外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金「ヒューマノイドにおける歩行軌道の短周期生成更新による環境適応能力向上」

文部科学省 科学研究費補助金「伝達関数同定に基づく人の把持力制御メカニズムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金「金融市場の執行分析のための経済情報抽出と行動が市場へ及ぼす影響評価に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「ウェアラブルセンサによる睡眠の質評価システムの開発とうつ病の早期発見への応用」

文部科学省 科学研究費補助金「局所麻酔下手術における医師操作と患者反応との相互作用の解析とモデル化」



文部科学省 科学研究費補助金「狭隘空間設計のための動作変動範囲理解」

経済産業省 平成19年度中小企業支援調査「安全知識循環型社会構築事業」

経済産業省研究開発課 平成19年度戦略的技術開発委託費「インテリジェント手術機器研究開発プロジェクト＜主要部位対象機器研究開発＞に係るもの」

経済産業省標準課 平成19年度産業技術研究開発委託費「非接触三次元測定機の精度評価方法の標準化」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「運動制御用デバイス及びモジュールの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト「ロボット搬送システム（サービス ロボット分野）、全方向移動自律搬送ロボット開発」

独立行政法人科学技術振興機構「事故予防のための日常行動センシングおよび計算論の基盤技術」

独立行政法人科学技術振興機構「ヒューマノイドロボットの分散制御系の研究」

独立行政法人科学技術振興機構「インテンショナル・インジュリー予防のための情報技術」

社団法人人間生活工学研究センター「子ども人体有限要素シミュレータによる機械設備の転落傷害リスクの可視化技術の調査」

発 表：誌上発表108件、口頭発表133件、その他4件

## 人間モデリングチーム

(Human modeling team)

研究グループ長：松井 俊浩

(臨海副都心センター)

概 要：

人間の認知・心理機能、感覚及びメンタルな反応についてのモデル化を研究する。手作業におけるヒューマンエラーの出方、手術における患者の反応、物体の手操作における触覚認知の働きなどをモデル化し、実用的な技術につなげるとともに、パッケージ化を図り、他の技術との融合を可能な、統合人間モデルプラットフォームへの発展を図る。

研究テーマ：テーマ題目1

## 人間適合設計チーム

(Human Centered Design Team)

研究チーム長：持丸 正明

(臨海副都心センター)

概 要：

人間に適合する機器・装着品を設計・製造・販売する計算機援用技術の確立を目的とし、生理解剖因子ー運動機械因子ー心理認知因子の3つの軸を相互に絡めながら、人間の機能を計算機上の数学モデルとして再現する研究を行う。人間の解剖構造・形態・運動・力・感覚の計測技術とデータベース、それらをモデル化して機器や装着品の CAD モデルとの相互作用を、計算機上で仮想評価する技術、モデル化した人体形態や運動を CG や実体模型として提示する技術を一貫して研究する。研究スタイルは、Application Driven とし、企業との共同研究を中心とした具体的な問題解決を例に、科学的・工学的立脚点からデジタルヒューマンの研究を進めていく。研究成果を社会的にインパクトのある形で発信するまでの、完結した、ストーリー性のある研究を目指す。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

## 人間行動理解チーム

(Human Activity Understanding Team)

研究チーム長：西田 佳史

(臨海副都心センター)

概 要：

ユビキタス技術を用いた全空間的物理現象センシング技術と、インターネット技術を用いた世界的社会現象センシング技術、という全く新しいタイプの2つのセンシング技術が利用可能になっている。こうしたセンシング技術を背景として、新しい人間情報処理科学が始まりつつある。人間行動理解チームの究極の目的は、ユビキタス型・インターネット型センシング技術を人間活動の観察技術へと応用することで、これまで困難であった人間行動の定量化技術、得られた定量的データによって可能となる人間行動のメゾスコピックな計算論（脳還元主義的計算論に比して）の構築技術、安心で安全な日常生活を支援する技術の3技術の基盤技術を創出することにある。人間行動理解チームは、究極目標を実現するための短期・中期的目標として、日常生活環境において無拘束に人の行動を観察する技術、観察された行動データから人の行動モデル（デジタルヒューマン）を用いてその人の状態を解析・推定する行動理解技術、推定結果に基づいて日常生活環境を制御することで、危険防止、事故の早期発見、生活向上支援などを行う行動活用技術を開発する。また、これら開発した人間行動観察・解析・活用技術の3技術を、医療/福祉分野・育児分野・住宅分野・教育分野などの分野へ、要素モジュールとして、統合シ



システムとして、または、社会システムとして応用することを通じて「人を見守るデジタルヒューマン技術」を具体的に構築・検証し、新しい産業の創出を行なう。

研究テーマ：テーマ題目 4

#### ヒューマノイドインタラクションチーム

(Humanoid Interaction Team)

研究チーム長：加賀美 聡

(臨海副都心センター)

概 要：

将来ロボットが人間の身近で作業することを可能にする要素技術として、ロボットの自律性と対人機能の向上を目指して研究を進めている。どちらの要素もモーションメカニカルなデジタルヒューマンモデルが重要となる。このために、1) ヒューマノイドロボットの動力学モデルに基づく歩行制御の研究、2) ロボットの自律計画機能、車輪型ロボットでの移動のための自律機能、3) ヒューマノイドの実時間分散情報処理、4) 人の二足歩行のデジタルヒューマンモデル、5) 視覚と聴覚による対人インタラクション機能、6) 自律ロボットのための Mixed-Reality を利用した開発環境。の研究を行っている。これらの各項目の研究を通じて、「人を支えるデジタルヒューマン技術」を実証的に研究開発してゆく。

研究テーマ：テーマ題目 5

#### 人間情報可視化チーム

(Human Data Visualization Team)

研究チーム長：栗山 繁

(臨海副都心センター)

概 要：

計測し分析された人間の諸特性を示すデータは多次元の数値データであることが多く、そこに潜む意味を読み取り理解するためには、人間が最も多くの情報量を一度に取り込める、視覚機能に対する情報提示技術が重要となる。人間情報可視化チームの目的は、人間の形状、運動、及び行動特性などを、様々な変数（性別、年齢、体力、操作物体の形状、生活環境等）の条件下で直観的に把握するための、コンピュータグラフィックスを中心とする可視化技術を開発することにある。これは、観察者がデータに内在する特徴やパターンなどを把握・理解しやすくするためのデータ変換技術を含む、いわゆる「ビジュアルデータマイニング」の技術を人間情報に特化して洗練し、適用させていくことである。

研究内容の性格上、他の研究チームとの連携を重視し、ユーザの視点に立った対話モデルの構築と、事例ベースの技術開発を行う。さらには、デジタルコンテンツへの応用を見据えた計測技術、データ変換技術、プログラム開発基盤技術などを手がけ、人間に関わる

映像表現の新たな地平を切り開いていく。

研究テーマ：テーマ題目 6、テーマ課題 7、テーマ課題 8

#### 〔テーマ題目 1〕人間ボディリング-生理信号と運動から心理反応を読み取る

〔研究代表者〕松井 俊浩（人間モデリングチーム）

〔研究担当者〕松井 俊浩、中田 亨、酒井 健作、三輪 洋靖、  
Edwardo Arata Y. Murakami、  
中島 正人（常勤職員4名、他2名）

#### 〔研究内容〕

人間の認知・心理機能、感覚及びメンタルな反応についてのモデル化を研究する。①局所麻酔下の手術において、手術操作によって患者の血圧が変動するモデルを確率モデルとして表現した。あえぎ、息止めなどの呼吸波形の個人差から、血圧を推定する精度の向上を実現した。血圧変動は、疼痛の予測に使うことができる。②ウェアラブルセンサーによる、体表面温度、腕の動き、発汗の長期計測から、睡眠の質、生活の規則度を推定する手法を開発し、うつ病患者と健康者の識別が可能であることを示した。③人間が、力覚、視覚、聴覚を複合的に用いて物体を操作するときの、刺激追従特性を人間の知覚系、運動系の特性として伝達関数表示する方式を開発した。④建設災害の多数の過去事例から、人間の危険予知能力を検証する実験を開始した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕人間工学、デジタル設計、デジタルヒューマン

#### 〔テーマ題目 2〕オンデマンド着装品ビジネスのための基盤研究（運営費交付金＋産業技術研究開発委託費＋受託研究費、資金提供型共同研究）

〔研究代表者〕持丸 正明

(デジタルヒューマン研究センター)

〔研究担当者〕持丸 正明、河内 まき子、木村 誠、土肥 麻佐子（常勤職員3名、他1名）

#### 〔研究内容〕

店舗などで個人の人間特性を計測し、それに適合する着装品を設計する、あるいは、既存製品の中から適合するものを推奨するサービスを支援するための、人間計測技術・人間機能モデル化技術・適合商品推奨技術の研究を行う。また、このようなサービスを通じて人間機能データを大量に蓄積し、再利用するための統計処理技術、検索技術、製品設計応用研究を行う。人体部位・製品アプリケーションを特定して具体的に進めながら、他の人体部位や製品に広く展開しうる手法の確立を目指す。着装品設計に強く関連する人間機能として、人体表面形状、運動中の変形特性、触覚や圧迫感の感覚特性、感性特性

に着目し、これらの機能の個人差を再現しうる計算論的モデルの研究を行った。(1) 人体形状モデル：体形の相同モデルを構成し統計処理する技術を確立してデータベースとソフトウェアライブラリをライセンスした。着装品設計だけでなく、健康サービスにおける体形変化シミュレーションへも展開した。(2) 動的変形計測：カメラ・プロジェクターシステムによる多視点計測で運動中の足の全体形状の変形を15 Hz、精度0.5 mm で計測する技術を開発した。また、多点マーカ+モーションキャプチャにより全身形状の変形を200 Hz で計測する技術を開発した。前者はシューズ、後者はスポーツウェアに適用された。(3) 感性モデル：メガネをかけたときの印象を、顔のかたちとメガネのかたちから予測する技術を開発し、デモシステムを試作した。(4) 人体特性データベース：センターで独自に収集したデータだけでなく、着装品ビジネスや健康サービスを通じて実社会で持続・分散的に蓄積される人体特性データベースの信頼性検証・検索互換性確保に関する研究を行った。特に同センターの競争力が強い人体寸法・形状データについて、広く利用できる信頼性（計測精度・再現性）評価技術を開発し、ISO や国際的なフォーラムを通じて標準的な方法として提案した。

【分野名】情報通信

【キーワード】人体形状、人間計測、感性工学

【テーマ題目3】製品設計用ヒューマンシミュレータの研究（運営費交付金+科研費+資金提供型共同研究）

【研究代表者】持丸 正明

（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】持丸 正明、河内 まき子、  
宮田 なつき、多田 充徳、川地 克明、  
青木 慶（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

製品をコンピュータ上で設計するだけでなく、設計時に強度計算やコスト予測、あるいは部品の調達予測などを、実物の試作をできるだけ作らずに行う「デジタルモックアップ」というコンピュータ支援技術が進んでいる。ところが、実際にユーザの使い勝手を評価しようとする、デジタル化された製品モデルを実体のモックアップにして、それを実際の人間に使わせ、人間特性を実測・評価するステップが必要になる。これではデジタルモックアップの意味がない。そこで、人間機能をデジタル化して、コンピュータの中に再現し、人間適合性を仮想評価する CAE ツールとして「デジタルマネキン」が提案されてきた。すでに市販ソフトウェアが自動車会社や航空機会社などで設計に活用され始めている。さまざまな全身体型を再現でき、寸法適合性などを設計段階で評価できる。次世代のデジタルマネキンのために、自動車会社・住宅会社・ソフトウェア会社からなるコンソーシア

ムを立ち上げて検討した結果、4つの研究開発課題に取り組むこととした。(1) 機能寸法の正確な再現：モーションキャプチャシステムで実測した体表面マーカから、デジタルマネキンと整合する機能的関節中心位置を計算するソフトウェアを開発し、複数の共同研究先に提供した。(2) 運動の自動生成：乗降運動データを運動類似度に基づいてマッピングし、それを参照・保管することで任意の設計寸法に応じた乗車運動を生成する手法を開発した。従来2項目だった設計寸法を7項目まで拡張しても運動が生成できるような技術を開発し、共同研究先に技術移転した。(3) 操作性評価機能の再現：人間が製品を評価するときの認知構造木を取得するインタビュー法に関する研究を行った。高級乗用車の評価特性研究に適用した。(4) 詳細な手の機能再現：ペーパーシートスキャナで取得した手の画像から精度良く各部寸法を取得するソフトウェアを開発した。これによって得られた日本人の手の寸法データベースと数例の医用画像データに基づいて、骨格構造を有する代表手モデルを構成し、姿勢再現時の寸法精度を検証した。特に指先については、さらに詳細な有限要素モデルを構築し、指先の摩擦と変形挙動を再現した。この有限要素モデルを缶ボタン開封動作に適用し、効果的に摩擦力を発揮できる缶ボタン設計に役立てた。より少ない計算コストで指先変形を模擬するシェル型変形計算理論を新たに開発し、有限要素技術の100倍以上高速に表面変形を計算することに成功した。これらの全身モデルおよび手の詳細モデルを統合したソフトウェア「Dhaiba」を継続開発した。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間工学、デジタル設計、デジタルヒューマン

【テーマ題目4】人間行動センシングとモデル化の研究（運営費交付金+科学技術振興機構CREST+企業等と共同研究）

【研究代表者】西田 佳史（人間行動理解チーム）

【研究担当者】西田 佳史、堀 俊夫、本村 陽一、  
和泉 潔（常勤職員4名）

【研究内容】

本研究の目的は、日常生活環境において無拘束に人の行動を観察する技術、観察された行動データから人の行動モデル（デジタルヒューマン）を用いてその人の状態を解析・推定する行動理解技術、推定結果に基づいて日常生活環境を制御することで、危険防止、事故の早期発見、生活向上支援などを行う行動活用技術を開発することにある。また、これら開発した人間行動観察・解析・活用技術の3技術を、医療/福祉分野・育児分野・住宅分野・教育分野などの分野へ、要素モジュールとして、統合システムとして、または、社会システムとして応用することを通じて「人を見守るデジタルヒューマン技術」を具体的に構築・検証し、新しい産業の創出を行う。

人間行動観察技術に関して、以下の成果を得た。

人間の行動理解や実世界でのサービス提供を行う上で、人や物の位置を計測するロケーション技術が基礎技術として不可欠である。これまで、GPS が用いることが出来ない室内などの場所において使用可能な超音波ロケーション技術を開発してきた。この技術を発展させ、高精度なロケーション技術を開発することは、計測ユニット（一般に受信機と送信機が必要）の設置数の大幅な削減を可能とし、システムの低コスト化を可能にする。これまでに開発してきた cm 精度の超音波ロケーション技術の新しい計測原理として、サブ mm 精度のロケーションを可能とする技術を開発した。超音波キャリアの周波数を200 kHz などに高めるのが一つの方法であるが、高周波の超音波は、伝播による減衰が大きいため、この手法は超短距離の計測にしか利用できない。そこで、GPS の分野で用いられている干渉測位法（キャリア信号の波形の持つ位相情報を利用することで高精度な検波を可能にする手法）を、超音波ロケーションに適用するための課題解決法（整数値バイアス問題の解決法）を考案することで、新しい計測原理を開発し、試作機によりその有効性（精度）を確認した。試作機を用いた精度検証を行ったところ、標準偏差で0.15 mm の計測精度が得られた。

ストカスティックな性質（非決定論的ではあるが、集合的規則性を持つ性質）を持つと考えられる日常行動のデータ収集や各種日常の確率分布を整備することは、安全・安心な製品の設計、使いやすい製品の設計の基本となるデータである。近年、あらゆる分野で確率論や統計数理的手法が席卷しつつあるが、これらは全て大量情報、もしくは、それらから導き出された何らかの確率分布に依存している。手法そのものもさることながら、このようなデータが、行動の予測や再現精度に最も大きな影響を与えるにも関わらず、Ground Truth なデータセットは皆無である。そこで、日常行動データ（モノの存在確率、モノの使用状況、その他の周辺状況を含む）を収集するためや、開発したセンシングシステムや、アルゴリズムの基本検証を行うために、実際の生活に酷似したデータを収集が可能な一般マンション内センサホームを構築した。一般のマンション内に、3LDK のセンサホームを構築した。超音波ロケーション装置と産総研製センサネットワーク（ロケーション情報、カメラ情報、ウェアラブルセンサ情報、消費電力モニタの同時計測が可能）と、家電の内部状態のリアルタイムなモニタリングと制御が可能なセンサネットワーク（東芝製フェミニティ）を導入し統合した。構築したマンション内センサホームを用いて活動量が計測可能であること確認した。また、アンケートを併用することで、人の日常生活行動の頻度を調査した。

事故予防の基礎データとなる傷害データの収集技術およびデータベースに関して、以下の成果を得た。国立成

育医療センターにて開発した事故サーベイランスの運用を開始し、月150件以上のデータ収集が可能となった。これまでに6,514件事例からなるデータベースを構築した。モノ、怪我の原因、行動、怪我のターミノロジーを標準化し、整理・分類するために、北欧の医療グループ (NOMESCO) と WHO (ICD-10) によって提案されている分類コード体系に準拠したコードを参考に、日常用語を標準コードに変換するテーブルを作成した。収集した事故データ (約5,000件) を標準コード化した項目データを用いて、クロス集計を行い、AIC 情報量基準 を用いてベイジアンネットワーク構造学習を行った。これにより、行動・傷害・環境の間の因果構造モデルを構築した。クロスバリデーションにより、予測精度（相関係数 0.89）を評価した。さらに、モノデータベースを開発コードを用いてコード化することで、モデルとの統合が可能となった。また、傷害データの記述法に関して、従来の問題点を解決する方法（身体地図情報システム）を開発・検証した。開発した身体地図情報システムは、1) マウスによる傷害形状データの入力機能、2) 検索機能、3) 受傷面積算出機能、4) 国際疫病分類コード ICD10 変換機能を備えている。国立成育医療センターの救急医療部において、傷害によって来院した子どものデータ（2006年11月～2007年10月、0歳～19歳、1628件以上を入力し、頭部の傷害が最も多く、中でも左側顔部の受傷頻度が特異的に高いことなどの新たな知見を得た。

大規模データに基づく人間行動理解技術（モデル構築技術）に関しては、以下の成果を得た。当グループで蓄積してきたロケーション技術を用いて行動の時空間データを取得し、モデル構築する基本技術を開発した。具体的には、無線式ウェアラブル筋電センサ (60×27×11 [mm] の大きさ) と超音波3次元タグシステムと統合することで、筋電情報を時空間展開可能なロケーション EMG システムを実現した。また、新しい情報表現・処理システムとして、時空間意味情報マッピング STS Map を試作した。STS Map は、1) ロケーションセンサを用いた現象の時空間展開記述機能、2) 時空間座標系をベースとした多層的な情報表現機能、3) 時空間統計数理を用いたモデリングと推論機能から構成される (図2)。本手法の有効性を検証するために、保育園の協力を得て、47名の幼児の遊び行動計測を行い、実験データから幼児の遊び行動モデルを構築し、行動モデルを用いた推論機能に対話的に利用することで、新しい遊具の設計に応用した事例を示し、その有効性を検証した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】人間行動、行動シミュレーション、安全・安心技術、事故防止、教育支援

【テーマ題目5】ロボットの自律性向上と対人インタラクション性向上の研究（運営費交付金＋科学技術振興機構 CREST＋企業等



## と共同研究)

〔研究代表者〕 加賀美 聡

(ヒューマノイドインタラクションチーム)

〔研究担当者〕 加賀美 聡、西脇 光一、宮腰 清一、  
トンプソン・サイモン、

(兼) 松井 俊浩 (常勤職員5名)

## 〔研究内容〕

ヒューマノイドロボットが人のように安定して移動し、物体を把持し、人間を認識してインタラクションを行う機能を統合した対人サービス用ヒューマノイドロボットの研究を行うことが本チームの目的である。主に2つの方法で研究を行う。a) ヒューマノイドロボットの自律性向上の研究：対人サービスアプリケーションを目的に、人間の運動モデルをヒューマノイドロボットに応用し、ロボットの運動を効率化・高速化・安定化する研究を行う。b) 人間のモデル化と対人インタラクション機能の研究：人間の動きを予測・解析可能な運動モデルの獲得と、人間の動きを学んだロボットの動作の改良、人間を観察する手法の研究を行う。

対人サービス可能なデジタルヒューマン技術の確立のために平成19年度は6つのサブテーマの研究を行った。

1) ヒューマノイドロボットの動力学モデルに基づく歩行制御の研究、2) ロボットの自律計画機能、車輪型ロボットでの移動のための自律機能、3) ヒューマノイドの実時間分散情報処理、4) 人の二足歩行のデジタルヒューマンモデル、5) 視覚と聴覚による対人インタラクション機能、6) 自律ロボットのための Mixed-Reality を利用した開発環境。それぞれの項目では下記の研究を行った。

#### 1) ヒューマノイドの動力学モデルに基づく歩行制御の研究

オンラインで動力学モデルを用いた安定歩行継続する手法を用いた安定歩行システムを開発した。足部6軸力計を用いた床反力中心位置制御、胴部搭載の姿勢角センサを用いたロボットの絶対運動状態推定と姿勢回復を短周期軌道生成システムに組み込み、14[mm]程度の段差を含む路面を高い確率で踏破できる歩行制御システムを実現した。また、今後の高性能化の準備として、GPU を用いることにより現状の CPU の約5倍の速度で歩行のための逆動力学計算ができることを確認した。また全身モデルによるメモリーベースな歩行制御手法を検討し、シミュレーションを通じて評価実験を行った。

#### 2) ロボットの自律計画機能の研究

従来は歩行中に外力を受けてからその力に対応していたが、将来にわたる外力を予測することでより大きな外力を受けることとなる作業も可能とした。歩行開始前にテーブルを前後に押し、モデル推定することで、歩行中にテーブルから受ける外力を予見した。テー

ブルの移動を入力とし、自動的に足の運び等を決定するシステムの開発と合わせ、55[kg]のテーブルを目標通り移動させる実験に成功した。足跡を含めた移動の計画、物体を押し引きして移動させる計画、物体操作における把持計画など環境情報が既知としたモーションプランニングの枠組みにおいて手法を研究し、オンラインシステムを開発した。移動ロボットのための位置認識・地図作成・経路計画・動作制御を行う自律移動機能の開発を進め、屋内での高速走行について研究し、人間の存在する環境での安全性を検証する。三次元の環境地図作成・位置認識手法について研究し、また屋外用の自律搬送車システムを試作し、時速20 km/h の走行時の高速走行と非常停止について検証した。

#### 3) ヒューマノイドの分散実時間情報処理

ロボットの実時間情報処理のためのプロセッサアーキテクチャとして RMTP を提案し、プロセッサの設計と開発を行ってきた。本年度は RMTP プロセッサ搭載したボードを開発し、そのボード上でアプリケーションを開発した。また実時間分散処理を利用したヒューマノイドロボットのための実時間 OS、およびベンチマーク、視覚処理、サーボ等のアプリケーションの開発を行った。

#### 4) 人の二足歩行のデジタルヒューマンモデル

人間の歩行のモーションキャプチャ、床反力計測・分布圧力計測を行いモデル化とデータベース作成を行った。人間の力学的パラメータの同定手法について検討し、ロボットの歩行と人間の歩行の比較を行った。レーザー距離センサから人間の歩行を追跡する手法を開発し、検証実験を行った。ロボットが人を滑らかに避けるために、数歩先の予測が可能な人間の歩容のモデル化を行った。

#### 5) 視覚と音声による対人インタラクション機能の研究

三次元視覚・レーザー距離計を用いたシーンからの人間発見・姿勢推定について研究した。ロボットが移動中にマイクアレイで音源定位・音源分離・音声認識するシステムを開発し、反響や雑音にロバストな各手法を研究する。128 ch の高感度低サイドローブマイクアレイを開発した。ロボットの人間との音声インタラクションを実験し評価を行った。

#### 6) 自律ロボットのための Mixed-Reality を利用した開発環境

実環境中で、環境認識・行動計画・動作制御を行い自律的に行動するロボットのための MR(Mixed Reality)環境の開発を行った。また、これらの内部状態を含めた行動履歴を記録し、事後に再生・評価できる環境を構築した。力、ステレオカメラによるデプス情報、床面認識結果、足跡計画結果、重心位置、目標 ZMP、リンク間距離等、センサ入力、認識結果、計画結果、運動制御パラメータを HMD や天井カメラ



の映像に重畳して実空間上の位置に投影するシステムを構築し、同システムを用いて自律移動実験の各段階の処理の提示が自律移動機能開発に有効であることを確認した。また、ロボットのセンサ出力、処理結果、モーションキャプチャシステムの出力、外部カメラ映像等の大量のデータを分散して記録するシステムを開発し、事後に前述のシステムでデータを表示したり、ログを解析したりすることを可能にした。

【分 野 名】情報通信

【キーワード】 ヒューマノイドロボット、二足歩行、3次元視覚、地図作成、位置認識、経路計画、実時間分散ネットワークプロセッサ

【テーマ題目6】自動車乗降動作の行動戦略可視化（運営費交付金＋企業等と共同研究）

【研究代表者】 栗山 繁（豊橋技術科学大学）

【研究担当者】 川地 克明（常勤職員1名）

【研究内容】

障害物が入り組んだ狭隘な環境における人間の動作は、その環境内の物体の大きさや位置等に影響を受けて変化する。本研究では、自動車設計における車体形状の外観と操作性の両立を目的とし、自動車使用時の動作が変化する範囲を計算機上で予測して設計者を支援するシステムを開発する。乗降動作の予測は、人間の動力学的なモデルを構築して消費エネルギー最小化等の評価関数に基づく最適化を導入する方法が考えられる。しかし、十分な精度を得るための詳細なモデル化はユーザ毎の個別の対応が困難であり、レディメイド製品である車両設計には不適であると考えられる。

本研究では、ありうる乗降動作を実際の動作データを観察することによって設計者に示すという、実例ベースの予測・可視化手法を用いてこの問題にアプローチする。具体的には、実際の自動車座席のモックアップのレイアウトを変更しながら多数の動作を測定し、これらの運動をその類似度に基づいて動作分布図としてレイアウトすることで、どのような動作がありうるかを設計者に提示する。また、動作分布図上の任意の点で動作を合成することにより、新しい設計パラメータに対応する動作を予測する。このような手法によって設計の初期段階における車体形状に対する操作性の予見が可能になり、設計リードタイムの短縮と試作コストの削減が期待される。

開発した動作解析・予測・合成プログラムを共同研究先の自動車会社内の車体形状データベースと連動させる機構を開発し、実際の設計現場における利用を可能にした。乗込み動作については、7変数を持つ運転席周辺系形状について測定した動作の合成が可能であることを示した。また、サイドブレーキの操作、ペダルの踏み変え動作の計測と解析を通じて、本動作合成手法の広い適用範囲を実証した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 デジタル設計、可視化、モーションキャプチャ

【テーマ題目7】複雑な形状物体の精細な形状獲得（運営費交付金）

【研究代表者】 栗山 繁（豊橋技術科学大学）

【研究担当者】 山崎 俊太郎（常勤職員1名）

【研究内容】

日常生活のさまざまな場面で、人間は外界と幾何学的なインタラクションをしている。とくに手や足のような部位は明確な意図を持って作業を行う行動主体である。このような人体機能を解析して理解することは、より良い製品設計やサービスを提供するために重要な課題である。したがって本研究では、指等の遮蔽の多い物体形状、頭髮などの微細な3次元構造、足などの大変形をする物体の高速変形を対象として、これらの形状を精度良く獲得するための基盤技術を開発する。

実物体の形状計測は、人体に限らず幅広い産業応用の期待できる基礎的な技術である。これまでに非接触式の方法だけを見ても、ステレオ視、構造化光投射、レーザー計測など様々な方法が提案され、製品として実用化されてきた。しかしながらこうした技術は、人体の様に複雑な表面反射、入り組んだ微細構造、および高速な変形移動を含む対象物を計測することを想定しておらず、正確な形状が得ることが難しい。本研究では、カメラやプロジェクタ、スクリーン等の装置を通常とは異なる光学系で用いる、コンピューショナルフォトグラフィの方法論を適用して、入手の容易な市販製品では従来不可能であった計測性能を実現している。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 3次元形状計測、コンピューショナルフォトグラフィ

【テーマ題目8】乳幼児の事故シーンの簡易な映像制作環境（運営費交付金）

【研究代表者】 栗山 繁（豊橋技術科学大学）

【研究担当者】 赤澤 由章（他1名）

【研究内容】

乳幼児事故の多くは保護者の事故予防に関する知識で未然に防ぐ事ができるので、事故の状況シーンを再現した3次元 CG 映像を用いた教育手法は、高い学習効果が期待される。しかしながら、事故シーンの作成において仮想環境内での人間の振る舞いを再現するためには、動作データや可視化に関する知識等が必要になる。ゆえに、これらの知識を持たない利用者にも簡単に事故映像を再現するための仮想環境を構築でき、3次元 CG 映像を制作できる基盤技術が求められる。

本研究では、モーションキャプチャ装置で計測した事故発生の際に人間が振舞う反応動作を、事故現場の環境を再現する物体データと関連付けて管理する手法を導入

し、技術課題の解決を目指す。具体的には、環境を構成する家具データに、環境への配置規則や人間の行動の制御方法等の規則を付加することにより、事故に伴う人間の動作や行動を環境側から管理する。すなわち、家具データの配置規則を用いて自動的に仮想環境が構築され、各家具データには発生しうる事故動作が割り当てられる。その後、事故が発生する家具までの移動行動をシミュレートし、割り当てられた事故動作から一連の事故シーン映像が半自動的に生成される。連携している人間行動理解チームが構築した事故統計データからこれらの規則をXML形式で作成することにより、実際の事故情報に基づく事故状況をシミュレーションできることが期待される。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 事故シーン、映像コンテンツ制作、環境駆動型アニメーション

### ⑬【近接場光応用工学研究センター】

(Center for Applied Near-Field Optics Research)

(存続期間：2003. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：富永 淳二

所在地：つくば中央第4

人員：10名（9名）

経費：174,756千円（117,747千円）

概要：

産業技術総合研究所中期目標に掲載されている、「鈹工業の科学技術分野」の「(1) 社会ニーズへの対応」において、「2. 経済社会の新生の基礎となる高度情報化社会の実現—情報化基盤技術の第4項」である、「大容量・高速記憶装置技術の新たな応用の開拓と新規産業の創出を目的として、光による情報記録を波長の数分の1程度の微細領域で可能とする技術確立する」を実現するため、「近接場光応用工学研究センター」のミッションは、産総研独自技術「スーパーレンズ」方式を利用し、真にサブTBから1TBの記憶容量を有する大容量光ディスク・システムの研究開発と、その派生技術として研究が進められている貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いた局在プラズモン光型高感度光センシング技術の開発に重点を置くとともに、局在光（近接場光、表面プラズモン光）の産業利用を促進する上で重要となる基礎原理の解明にある。特に「スーパーレンズ」技術を用いた大容量光ディスク・システムにおいては、企業との共同研究を通じて技術の高度化を検討していく。近接場光応用工学研究センターは、国内の光ストレージ産業のさらなる発展と、リスクの大きい新規光ストレージ技術開発を中心に、次世代の光記録システム研究開発の国内拠点となるば

かりでなく、広くその高精度光技術を核とした新規光デバイス分野の開発拠点として、7年間の研究開発をリードしていく。近接場光応用工学研究センターの研究組織は、スーパーレンズ・テクノロジー研究チーム、表面プラズモン光応用デバイス研究チーム、及びそれらの基盤をサポートしさらに新規光デバイスの創製を担当する近接場光基礎研究チームから構成されており、それぞれが相互に協力し合いながらテーマにおける課題の解決、推進を行う。

発表：誌上発表32件、口頭発表45件、その他7件

#### スーパーレンズテクノロジー研究チーム

(Advanced Super-RENS Technology Research Team)

研究チーム長：中野 隆志

(つくば中央第4)

概要：

産総研の独自技術である光学非線形薄膜を利用した光超解像技術「スーパーレンズ」を応用した超高密度光ディスクでは、既存の光学システムを利用した50～100 GB/ layerの記録容量特性が実証され、現在はさらなる高密度化のための基盤技術の開発が研究課題になっている。

今年度は、ROMディスクで半径方向のピッチを詰めて高密度化を実現する技術として提案している、Group Tracking法の評価を成形基板を用いて実施し、スーパーレンズではトラック方向にも超解像特性が存在し、1.5倍密のトラック密度での読み出しが実現できることを確認した。今後は、これまでの技術を融合し、100GB-1TB級の記憶容量を有する大容量光ディスク・システムの実現化を最終目標として研究展開を行う。

また、「スーパーレンズ」からの派生技術として、熱リソグラフィ法によるナノ構造形成技術の確立に成功し、大面積、高速ナノ構造作製技術・装置として民間企業への技術移転を実施した。また、金属ナノ微粒子作製技術をナノ構造光学素子作製分野に応用し、曲面金型へのナノ構造作製と射出成形によるナノ構造光学素子の製造を実現した。

研究テーマ：テーマ題目1

#### 表面プラズモン光応用デバイス研究チーム

(Applied Surface Plasmon Device Research Team)

研究チーム長：栗津 浩一

(つくば中央第4)

概要：

貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いたプラズモン光デバイスの開発

金属ナノ粒子やワイヤーなどの微細構造体は、レーザー等の光を集光させると、局所的に光の強度が増強

される現象が知られているが、表面プラズモン光応用デバイス研究チームでは、こうした特異現象を単に科学として扱うのではなく、発現やその機能を自由に制御して、産業応用を図ることを目的として研究を行っている。平成14年度に「スーパーレンズ」の派生技術として開発された新規貴金属ナノ構造体作製技術（貴金属酸化物のプラズマ還元法）は、簡便に金属ナノ構造を広面積でしかも5分程度の短時間で均一に作製することができる方法として注目されている。表面プラズモン光応用デバイス研究チームでは、この方法を発展させて、新規光デバイスの創製、分子センシングへの応用を図る。

研究テーマ：テーマ題目2

#### 近接場光基礎研究チーム

（Nano-Optics Research Team）

研究チーム長： Paul J Fons

（つくば中央第4）

概 要：

近接場光基礎研究

新規近接場光応用システム・デバイスの提案及びセンターの重点課題研究を支援する基礎基盤研究と新規近接場光応用システム・デバイスの探索研究を主務とし、特に、近接場光領域でのシミュレーション技術の構築及びスーパーレンズの機構解明、そのための実験データの取得（XAFS、非線形光学定数、光散乱特性、表面プラズモン等の精密測定及びパラメータ取得）を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

-----  
**【テーマ題目1】サブテラバイトからテラバイト記憶容量を有する次世代大容量光ディスク・システムの研究開発（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 中野 隆志

（スーパーレンズテクノロジー研究チーム）

**【研究担当者】** 島 隆之、栗原 一真、（兼）富永 淳二、（兼）Paul Fons、（兼）桑原 正史、（兼）Kolobov Alexander（常勤職員7名、契約職員2名、ポスドク1名、外部共同研究者）

**【研究内容】**

サブテラバイトからテラバイト記憶容量を有する次世代大容量光ディスクを実現するため、「スーパーレンズ」と名付けた産総研の独自の超解像技術を用いた光ディスク・システム開発を、運営交付金とマッチングファンドを利用した、企業との開発型共同研究によって進めている。近接場光応用工学研究センターでは、共同研究の中核としてスーパーレンズの基盤技術開発を行っている。

平成19年度は、スーパーレンズを用いたさらなる高密度化を検討するため、半径方向への超解像特性の評価を実施した。半径方向にピッチをつめた ROM ディスク用のトラッキング方法として提案した Group Tracking 法で、電子ビーム描画で作製した金型で成形したプラスチック基板を用いたスーパーレンズ ROM ディスクの超解像読み出しを行い、スーパーレンズにおいてはトラック方向の超解像特性が存在し、通常の1.5倍密となるトラックピッチ実現できることを確認した。

**【分野名】** 情報通信・エレクトロニクス

**【キーワード】** データストレージ、先進光技術、光ディスク

**【テーマ題目2】貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いたプラズモン光デバイスの開発（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 栗津 浩一

（表面プラズモン光応用デバイス研究チーム）

**【研究担当者】** 藤巻 真、（兼）富永 淳二（常勤職員2名、ポスドク1名、契約職員1名、連携大学院制度による大学院生10名）

**【研究内容】**

平成14年度に「スーパーレンズ」の派生技術として開発された新規貴金属ナノ構造体作製技術（貴金属酸化物のプラズマ還元法）を用いて、新規光デバイスの創製、分子センシングへの応用を図っている。平成19年度は、平成18年度に引き続き、Ag ナノ粒子作製条件の検討と、ラマン分光法と組み合わせた高感度分子認識技術を応用したプロトタイプの作製と実証を中心に研究活動を展開した。その結果として、①酸化銀薄膜による表面増強ラマン分光法により、 $10^{-8}$  M の分子検出に成功した。②酸化銀薄膜をプラズマ還元する銀ナノ粒子薄膜を用いて、波長シフト型の分子センシングが可能であることを証明した。③流路型酸化銀分子センサーの応用を展開した。④バイオ DVD の基礎実験を開始し、機能することを確認した。

**【分野名】** 情報通信・エレクトロニクス

**【キーワード】** ナノテクノロジー、先進光技術、近接場光デバイス、バイオ応用

**【テーマ題目3】近接場光基礎研究（運営費交付金）**

**【研究代表者】** Paul Fons

（近接場光基礎研究チーム）

**【研究担当者】** Alexander Kolobov、桑原 正史（常勤職員3名、他1名）

**【研究内容】**

新規近接場光応用システム・デバイスの提案及びセンターの重点課題研究を支援する基礎基盤研究と新規近接場光応用システム・デバイスの探索研究を実施し、実験



及びコンピュータによるシミュレーション技術を用いて、局在光の特性を正確に把握するとともに、新規光デバイスの創製を検討して最小の素子プロトタイプを作っている。平成19年度の主な成果として、①放射光利用 X 線吸収構造解析によって、記録最中のスーパーレンズ関連記録材料の原子レベルでのサブナノ秒の時間分解の構造を研究し、GeSbTe に加えその熔融状態について構造解析を実施するとともに、圧力変化に伴う相変化現象を解析した。②実験で得た構造を用いて理想的な記録材料開発のため、第一原理シミュレーションを実施した。③シミュレーションのための重要な記録関係材料の光特性温度可変を測定した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ナノテクノロジー、先進光技術、近接場光デバイス

#### ⑭【ダイヤモンド研究センター】

(Diamond Research Center)

(存続期間：2003. 4. 1～)

研究センター長：藤森 直治

副研究センター長：鹿田 真一

所在地：つくば中央第2、関西センター

人員：11名 (10) 名

経費：297, 030千円 (206, 516千円)

概要：

ダイヤモンドは様々な優れた物性を有しており、これらを利用した新しい応用が期待されている。既に応用されている高硬度や高熱伝導率以外にも、半導体材料としての特性、光学特性、さらに生体適合性や電子放出特性などの新たな有用な特性が開けつつある。当センターは応用分野が多岐にわたるダイヤモンドを、材料からのシーズ開発を行って、産業化へ結びつける研究開発を目指している。

ダイヤモンドの気相合成法が確立され、形態や純度などの制御が可能となったことで、上記の様々な優れた特性を利用するための製品開発が行われてきた。しかし、現状では限定された製品への展開に留まっており、産業としてのインパクトのある製品の開発が期待されている。この為には素材作製技術から製品化技術までの様々な段階を総合的に研究開発することが必要であり、当センターは本格研究を実践することでこの目的を達成することを期している。特に、エレクトロニクス材料としてダイヤモンドを捉えることで、素材からデバイス化までの幅広い技術開発を推進する。

競合する他材料やデバイスとの比較において、ダイヤモンドの優位性を明確にし、実用的な利用を拡大するための技術的な課題を明確にする。このために、そ

れぞれの応用分野の研究機関や企業と連携し、最新の技術情報を入手する。ダイヤモンドに特徴的な物性を活かし、半導体デバイス、電子放出デバイス、センサー及びこれらをインテグレートしたデバイスを最終的な開発対象としている。平成18年度からの当センター後期4年間では、以下に示すデバイスを実用化への芽を出させることを主要な研究課題として設定した。

- ① パワーデバイス：高耐電圧や高温動作などを生かした電力用ショットキーバリアダイオード (SBD) の開発を中心に、将来の省エネ電力変換素子への発展を期した様々な技術開発を行っている。
- ② 電子放出デバイス：ダイヤモンドは負性電子親和力を持ち、電子放出が容易である。この特性を生かして実用的なデバイスとするには、長、短期の安定性や大電流化が必要である。表面状態の最適化を含めた電子源への適用技術の開発を行っている。
- ③ バイオセンサー：ダイヤモンドは DNA の固定強度が強く、電気化学的ポテンシャル窓が広いなどの特性があり、これらを利用したバイオ応用が期待されている。DNA 等の生体物質の微量、高速検出を中心としたセンサー開発を行うとともに、将来のダイヤモンドの生体内利用につながる様々なデバイス開発を進めている。

以上の研究開発に必要な素材及び基盤技術についても、積極的に取り組んでいる。共通研究課題としてセンター全体で様々な角度から検討を行うことで、応用開発に資する研究を目指している。具体的には以下のような研究課題を設定している。

- ① 大型単結晶基板の製造技術：インチサイズ以上の大型単結晶基板はデバイス応用には必須の素材であり、これを実現すべく高速成長技術、大面積合成装置技術や加工技術などに総合的に取り組んでいる。
- ② エピタキシャル成長やドーピング等の半導体製造に必要な合成技術：半導体ダイヤモンドの利用には高品質の結晶や不純物ドーピングの制御が必須であり、現在の技術を高度化する必要がある。ダイヤモンドの気相合成技術の改良や、同位体半導体材料の研究、カソードルミネッセンス等の評価手法研究を中心に、これらの課題に取り組む。
- ③ 表面修飾技術：ダイヤモンドの表面物性は、吸着原子や分子によって大きく変化し、その利用は非常に多角的になると考えられる。上記のバイオセンサーや電子源としての応用以外でもその利用は重要であり、応用に合致した特性評価とともに表面構造の原子レベルの評価を進め、実用特性の改善と安定な形成技術を確立する。

ダイヤモンド研究センターはダイヤモンド関連研究の中核機関としてその責務を果たすべく、情報発信やプロジェクト形成などを積極的に進めている。また、日本におけるダイヤモンドコミュニティへの貢献を



ミッションに含め、センター全員で積極的に取り組んでいる。これらの活動全体を当センターのアウトカムの目標として位置づける。

外部資金：

経済産業省 平成18年度原子力試験研究委託費

「ダイヤモンド放射線検出器の開発に向けた基礎的研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「ナノテクノロジープログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発／ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 A）

「半導体ダイヤモンドを用いた超高出力 RF 増幅及びスウィッチングデバイスの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金（産業技術研究助成事業）

「高品質半導体ダイヤモンドによる耐環境低損失パワーデバイスの開発」

経済産業省 近畿経済産業局 地域イノベーション研究開発事業

「地球温暖化係数ゼロのフッ素ガス超小型発生装置の開発」

戦略的基盤技術高度化支援事業 近畿経済産業局

「高精度加工用大型ダイヤモンド切削工具の開発」

発 表：誌上発表26件、口頭発表55件、その他1件

## デバイス開発チーム

（Device R&D Team）

研究チーム長：鹿田 真一

（つくば中央第2）

概 要：

ダイヤモンドの優れた半導体特性並びに熱伝導率等を活かした各種デバイスの研究開発を行う。高温動作・大電流・高耐圧といった特徴を持つ将来の省エネ型パワーデバイス、大電流・低しきい値電圧の電子放出デバイスを中心に開発する。これらを実現する上で必要な各々の応用に必要な材料技術、プロセス技術、デバイス要素技術、シミュレーション技術などを最適化し、応用分野の要求を踏まえたデバイス設計、またダイヤモンドデバイスの特徴を活かすための実装技術など、将来の広い展開を見据えたデバイス基礎研究を行う。またこれらを支えるエピタキシャル成長技術を、同位体半導体材料も含めて研究する。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 表面デバイスチーム

（Surface Functionalized Device Team）

研究チーム長：Nebel Christoph Erwin

（つくば中央第2）

概 要：

ダイヤモンド表面は各種の元素や分子で修飾が容易であり、特性が大きく変化するとともに、様々な機能性を有する。この利用が応用の広がりにとって非常に重要と考え、表面デバイスチームでは表面物性の評価とこれを利用したデバイスの開発を進めている。DNA 等の生体物質の固定を含む表面修飾技術の研究するとともに、ダイヤモンドが持っている優れた電気化学的特性を利用して、バイオセンサーとしての応用を目指している。サブミクロンサイズの微小なセンサーを集合させたマルチセンサーアレイを実現し、微量計測とともに高速の計測が可能なデバイス開発を目標としている。生体内で動作するシステムへのダイヤモンドデバイスの適用を最終的なターゲットとし、様々なデバイスの研究開発を進めて行く。

研究テーマ：テーマ題目 2

## 単結晶基板開発チーム

（Diamond Wafer Team）

研究チーム長：茶谷原 昭義

（関西センター）

概 要：

ダイヤモンドの応用に欠かせない実用的な1インチ以上の単結晶基板を製造する技術開発を行う。そのため、大型化への自由度が高い気相合成技術を中心に検討し、経済的にも成立しうる技術として確立する。合成速度の向上、大面積化、電子デバイスへ適用できるレベルの欠陥状態の実現等の合成技術を中心的な研究対象とする。さらに研磨、切断などのウェハを製造するために必要な加工技術も開発する。最終的な到達目標としては、1インチ単結晶基板の量産技術を研究開発の目標にしている。

研究テーマ：テーマ題目 3

## 【テーマ題目 1】電子デバイス開発

【研究代表者】鹿田 真一（デバイス開発チーム）

【研究担当者】山田 貴壽、梅澤 仁、  
Kumaragurubaran Somu、池田 和寛、  
R.Kumaresan（常勤職員3名、他3名）

## 【研究内容】

ダイヤモンドは物質中最高値である絶縁破壊電圧や熱伝導率などを有し、高耐圧、高温動作の省エネパワーデバイス材料として期待されており、この実現へ向けて様々な要素技術研究を行っている。また電子源について

は、放出電圧の低減、安定性、寿命など残る課題をクリアして、実用的な電子源モジュールを試作することを目的に研究を実施している。

パワーデバイスに向けた研究では、デバイスの基本となる高速・低欠陥のエピタキシャル膜成長技術に取り組んでいる。今回、高密度マイクロ波プラズマ導入を行うと共に、ダイヤモンド基板オフ角制御によるステップフロー成長最適化を実施した。デバイスの活性層となる p- ドリフト層成長速度を、従来の 0.25  $\mu\text{m}/\text{h}$  から 1.7  $\mu\text{m}/\text{h}$  にほぼ7倍にすることに成功し、また併せてエピタキシャル膜の致命的欠陥（デバイスキラー欠陥）密度を  $10^5/\text{cm}^2$  からほぼゼロに、5桁低減することに成功した。これにより、試作したショットキーバリアダイオードは、一様にリーク電流がなく、また終端構造なしで逆方向耐圧 1.8kV を得ることができた。電子源応用開発では、XPS によるダイヤモンド表面解析により再構成表面最適化を行い、水素及び酸素表面に比べて電子放出電圧を 1/3 に低減することに成功した。

材料基盤技術として、エピタキシャル成長で同位体半導体成長も行い、C12 と C13 を任意の比率で合成することに成功した。高純度材料合成が可能になったことで、スピン、フォノンを利用するデバイスへ向けた材料の基盤を作ることができた。

【分野名】 ナノテクノロジー、材料、製造

【キーワード】 ダイヤモンド、半導体、デバイス、パワーデバイス、電子源、MEMS

## 【テーマ題目2】 バイオ機能デバイス開発

【研究代表者】 Nebel Christoph Erwin  
(表面デバイスチーム)

【研究担当者】 渡邊 幸志、上塚 洋、Yang Nianjun、Yu Jiuhong (常勤職員2名、他3名)

### 【研究内容】

昨年までに検討してきた B ドープダイヤモンドを電極材料とする電気化学的センサーについて、リンカー分子の選択固定や表面の凸凹を作製する手法を加え、実用に近いデバイスが出来つつある。このセンサーの能力を明確にするため、23塩基を持つ DNA のハイブリダイゼーションによって評価した。その結果、分解能は 10～100pM で有ることが判明した。この結果は金などの既存電極材料に比べて3桁低く、高い分解能を実証できた。また、このセンサーを30回繰り返し使用しても全く特性の劣化が起らないことも確認した。

また、ナノ細胞マッピング用のダイヤモンド針を NEDO のプロジェクトで取り組んでいる。400 nm  $\phi$  以下の直径で 10  $\mu\text{m}$  の長さを持つダイヤモンド針を、Si 基板上に形成した多結晶ダイヤモンドによって作製する技術を完成した。導電性多結晶ダイヤモンドを使い、針周囲に絶縁性ダイヤモンドや DLC (ダイヤモンドライクカーボン膜) をコーティングした電極構造の作製にも

成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー、材料、製造

【キーワード】 ダイヤモンド、表面修飾、電気化学、バイオセンサー

## 【テーマ題目3】 単結晶基板開発

【研究代表者】 茶谷原 昭義 (単結晶基板開発チーム)

【研究担当者】 李野 由明、坪内 信輝、山田 英明  
(常勤職員4名)

### 【研究内容】

本年度は、主として大型単結晶合成および評価技術、ウェハ化技術及び大面積合成装置技術について開発に取り組んだ。

大型単結晶合成技術： 超高压 (HPHT) 合成の単結晶ダイヤモンド基板 (Ib 型) を種結晶として、マイクロ波 CVD 法により一次元成長法を3方向に適用し、大型種結晶を作製する技術開発を昨年に引き続き実施した。これまでに最大 12×13 mm 種結晶の合成を行った。X 線トポグラフ、ロッキングカーブや偏光顕微鏡、透過型電子顕微鏡観察により結晶性を評価。HPHT 合成の Ib 型ダイヤモンドに匹敵する品質であることがわかった。

ウェハ化技術： 昨年開発した「ダイレクトウェハ化技術」を用いて 1 cm 角までのダイヤモンドウェアを安定に製造できるようになり、外部へ研究試料提供した。また、多結晶ダイヤモンドを用いてこの技術により 2 インチまでのウェハが作製できることを実証した。

大面積合成装置技術： ダイヤモンドプラズマ CVD 装置の詳細を反映したシミュレーション技術を活用し、電力効率のよい大面積ダイヤモンド合成装置を提案・試作した。合成条件を改善した結果、1.5 インチ径内で 50  $\mu\text{m}/\text{h}$  以上の成長速度を確認し、市販装置に対して4倍の電力効率を達成した。

【分野名】 ナノテクノロジー、材料、製造

【キーワード】 ダイヤモンド半導体、結晶成長、ダイヤモンドウェア

## ⑮【バイオニクス研究センター】

(Research Center of Advanced Bionics)

(存続期間：2003. 8. 1～)

研究センター長： 軽部 征夫

副研究センター長： 新保 外志夫、横山 憲二

所在地： つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、八王子事業所

人員： 13名 (12名)

経費： 444,605千円 (165,220千円)

### 概要：

超微量の化学物質、生体成分などを高感度に測定す

るシステムは、医療福祉、環境、食品、セキュリティなどの分野で強く要望されている。しかし、従来から行われている機器分析では試料の前処理が煩雑で長時間を要し、測定装置そのものが極めて高価であるなどの問題を抱えている。

一方、生体の持つ優れた分子識別機能を応用したバイオセンサーは、これらの問題を解決する優れた計測デバイスである。当研究センターでは、バイオセンサーの研究で世界をリードしてきた実績を基にこれまでに培ってきた知見と経験を活かして、毒性化学物質や DNA を高感度に計測するバイオチップだけでなく、タンパク質の分離・同定を行うバイオシステムチップや細胞マニピュレーション・オンチップ等の実用的デバイスの研究に取り組んでいる。

具体的には、産学官連携による2次元電気泳動を利用したプロテインシステムチップの開発、糖鎖を主成分とした分子認識素子の創製とそれを利用した有害タンパク質検出システムの構築、細胞のセンシングとその機能制御が可能な材料表面構築技術とそれを応用したデバイス・システムの開発等を行っている。

外部資金：

文部科学省 科学技術振興調整費  
「化学剤・生物毒素の一斉現場検知法の開発」

文部科学省 科学技術振興調整費  
「生物化学テロにおける効果的な除染法の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業/バイオ材料（タンパク質など）の選択的修飾技術」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金  
「2次元マトリクスアッセイを実現する閉鎖流路型細胞アレイのテ일러メイド作製技術」

独立行政法人科学技術振興機構 大学発ベンチャー創出推進事業  
「二次元培養細胞マニピュレーション装置の開発」

財団法人富山県新世紀産業機構 知的クラスター創成事業  
「細胞の保持・解放が可能な環境応答性樹脂チップの開発」  
文部科学省 科学研究費補助金  
「機能性近赤外蛍光分子プローブの創製と医療診断への展開」

文部科学省 科学研究費補助金

「ペプチドホルモン調節系の起原と分子進化」

文部科学省 科学研究費補助金  
「塩害耐性植物創製のための耐塩性遺伝子の探索」

日本学術振興会 科学研究費補助金・特別研究員奨励費  
「糖鎖を用いた、食中毒菌の生産する有害タンパク質の高感度検知法の開発」

発 表：誌上発表34件、口頭発表91件、その他15件

## プロテインシステムチップチーム

(Research Center of Advanced Bionics Proteomic Device Team)

研究チーム長：横山 憲二

(つくば中央第4、八王子事業所)

概 要：

プロテインシステムチップチームでは、重点研究課題である個別化医療のためのプロテインチップ、バイオメディカル標準のための標準タンパク質、バイオ MEMS 作製技術を用いた次世代バイオチップ等の開発を行っている。

### 1. 個別化医療のためのプロテインチップの開発

個別化医療のためのプロテインチップの開発では、タンパク質を分離する全自動二次元電気泳動システムとタンパク質を検出するウエスタンブロッティングシステムを組み合わせた装置の開発を行っている。本年度は、全自動二次元電気泳動システムについて、再現性、感度、定量性の向上など、製品化に必要な改良を加えた。また二次元電気泳動から引き続きウエスタンブロッティングを行えるチップの作製に成功した。

一方、バイオチップ、二次元電気泳動等のマーカーとして使用するための臨床検査対象標準タンパク質として、血管内皮細胞増殖因子 (VEGF) 受容体タンパク質の一部を化学合成により作製した。

### 2. バイオ MEMS 作製技術を用いた次世代バイオチップ等

MEMS (Micro Electro Mechanical System) 基板上において、ヒト疾患関連タンパク質などの生体分子を検出するための MEMS センシングデバイスの開発を目標とした検出法の開発を行っている。具体的には VEGF に対する新規な分子認識素子の開発、分子認識素子の選択的修飾技術の開発、MEMS センシングデバイスへの適応の可能性を示す。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 糖鎖系情報分子チーム

(Research Center of Advanced Bionics Glyco-

## Informatics Team)

研究チーム長：鶴沢 浩隆

(つくば中央第5)

## 概 要：

当チームでは、人にとって有害なタンパク質や毒素等を、高感度に迅速に検出するための研究を展開している。これらの研究は、毒素やウィルスなどが細胞表面の糖鎖に結合して感染する事実を材料工学的に模倣したものである。本チームでは、認識ツールとしての糖鎖合成とそのセンサー基板への固定化、さらには、毒素等の高感度検知技術の開発を中心に行なっている。

研究テーマ：テーマ題目 2

## バイオナノマテリアルチーム

(Research Center of Advanced Bionics Bio-Nanomaterials Team)

研究チーム長：金森 敏幸

(つくば中央第5)

## 概 要：

当チームでは、細胞のセンシングとマニピュレーションが可能なバイオチップの開発をミッションとする。具体的には、高分子材料－細胞間の相互作用について物理化学的な理解を深め、細胞が有する複数の分子素子・ドメイン間の精緻な協調に基づく“ビビッドな”機能を人工的に再現することにより、今までの人工材料には無かった高次の機能を発現しうる人工材料・分子デバイスを開発する。具体的に本年度は、1) 目的とする細胞を連続的に分離する技術（セルセパレーション）、2) 個々の細胞を操作する技術（セルマニピュレーション）、3) 細胞を体内に埋め込む技術、の実用化を目指す。以上の目標を達成するための研究要素としては、1) 材料表面での細胞培養技術と材料－細胞間相互作用の評価、2) 機能性分子素子の設計・合成及び機能評価、3) 高分子構造の微細制御と機能性分子素子の組み込み技術、4) 物理刺激による高分子機能の遠隔制御技術、5) 機能集積材料によるデバイス・システムの理論設計、の5つの技術課題を掲げ、研究開発活動を実施した。

研究テーマ：テーマ題目 3

-----

【テーマ題目 1】個別化医療ためのプロテインチップの開発（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】横山 憲二

(プロテインシステムチップチーム)

【研究担当者】横山 憲二、平塚 淳典、鈴木 祥夫、木下 英樹、壺岐 純子、坂口 菜央  
(常勤職員3名、他3名)

## 【研究内容】

二次元電気泳動は複数のタンパク質の分離に広く使われている方法である。一般には一次元目に等電点電気泳

動 (IEF)、二次元目にドデシル硫酸ナトリウム－ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE) を行う方法が最も多用されている。近年は、生体内でのタンパク質機能解明のために二次元電気泳動を使ったプロテオーム解析が多く行われていて、二次元電気泳動のハイスループット化が求められている。しかしながら、二次元電気泳動は操作が煩雑であり、最終的なサンプルの検出までの時間が非常に長く、しかも再現性よく結果が得られない。そこで我々は、これらの煩雑な手作業の操作をコンピュータ制御の自動搬送システムを用いることにより、すべての操作を短時間に全自動で行える二次元電気泳動システムを開発した。システムは、IEF チップ、反応溶液チップ、SDS-PAGE チップ、IEF 及び SDS-PAGE 用電極、自動搬送システム、冷却装置、蛍光検出システム (励起光源、CCD カメラ、フィルター)、電気泳動用電源、制御用コンピュータからなる。反応溶液チップには、タンパク質溶液槽、IEF ゲル膨潤槽、IEF 槽、洗浄槽、タンパク質中間染色槽、SDS 平衡化槽からなり、IEF チップが順次、各槽へと移動し反応が起こる。最後に、IEF チップが SDS-PAGE チップのスタートラインのゲルに接触し、SDS-PAGE が開始される。タンパク質の分離は、CCD カメラにより、分離過程を含めて観察することができる。

19年度は、反応溶液チップの構造を改変することにより、IEF チップに高効率でタンパク質試料を導入することができ、それにより検出感度の上昇が顕著に見られた。また SDS-PAGE チップにストライプ電極を設置することにより、SDS-PAGE とウエスタンブロッティングがひとつのチップで行えるシステムの作製に成功した。

一方、バイオチップ、二次元電気泳動等のマーカーとして使用するための臨床検査対象標準タンパク質として、VEGF 受容体の一部を化学合成により作製した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質分離、プロテオーム、二次元電気泳動、ウエスタンブロッティング、バイオチップ、バイオツール、個別化医療、疾患マーカー

【テーマ題目 2】糖鎖系情報分子を活用した有害タンパク質検知チップの開発（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】鶴沢 浩隆 (糖鎖系情報分子チーム)

【研究担当者】鶴沢 浩隆、和泉 雅之、加藤 治人、西田 大輔、永塚 健宏、S. Roy、S. Sarkar、佐藤 啓太、近藤 里志  
(常勤職員2名、他7名)

## 【研究内容】

当研究室では、これまでに有害タンパク質を高感度に検出する研究に取り組んできた。なかでも、①毒素などの有害物を検出するための糖鎖の設計・合成、②糖鎖の



基板への高密度な固定化、③有害タンパク質の高感度検知技術の開発に重点を置いて研究を進めてきた。本年度は、国民保護法に備えて、我々がこれまでに開発してきた各技術を集積して、高感度なリシン検知チップ作製のための糖鎖を合成して保存することを目的とした。本研究は、安心・安全な社会の構築に貢献するものである。

これまでの研究から、リシンの高感度検知に有効な糖鎖構造が明らかになっている。この糖鎖リガンドはケモエンザイム法により調製しているが、多量の界面活性剤を使用しているため、目的の化合物を精製することは、必ずしも容易ではない。そこでまず、使用する界面活性剤の量を減らせないか検討した。その結果、酵素反応の時間を長くすれば、従来の1/10まで減らしても収量は変わらないことがわかった。

また、目的とする化合物の純度が毒素検知の感度を左右する。そこで今回、固相抽出の前処理を新たに追加・導入し、純度のより高い糖鎖リガンドの精製法について検討した。逆相 HPLC クロマトを用い、得られる各フラクションの不純物を LCMS で確認を行い、高純度で目的物を含んでいるフラクションのみを回収した。その結果、約400回測定可能な目的物を得ることができた。合成した糖鎖を用いて毒素検知チップを作製し、表面プラズモン共鳴装置に装着して、チップのクオリティーを標準タンパク質を用いて検定した。その結果、当該タンパク質を高感度で再現性良く検出できた。これらの糖鎖リガンドは、室温でも安定であるが、長期保管に備え、-20℃で保管した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖、合成、表面プラズモン共鳴

### 【テーマ題目3】細胞のセンシングとマニピュレーション技術の開発（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 金森 敏幸

（バイオナノマテリアルチーム）

【研究担当者】 金森 敏幸、馬場 照彦、須丸 公雄、高木 俊之、杉浦 慎治、枝廣 純一、高井 克毅、Andras Szilagyi、服部 浩二、菊池 鏡子、山口 麻奈絵、今野 航、佐伯 大輔（常勤職員5名、他8名）

### 【研究内容】

当研究チームは、分子からシステム・デバイスまで、チーム内で一貫して取り扱うことを基本方針としている。システム・デバイスとして、具体的にはバイオチップを対象とし、当面は、1)細胞アレイチップ、および、2)膜タンパク質組み込み型センサー、について集中して研究を行っている。

現在、バイオテクノロジー研究は、ゲノムからプロテノームへと推移している。こういった背景から我々は、

次のターゲットは個々の細胞を用いたセンシングや細胞のマニピュレーションに基づくアッセイであろうと予想し、そのために必要な要素技術について研究開発を進めてきた。具体的には、機能性分子素子を開発し、それを材料表面上に任意に配列させ、材料－細胞（生体物質）間相互作用を任意に制御する技術の確立を目指す。また、 $\mu\text{m}$  オーダーの大きさの細胞を個々に操作するためにはマイクロ空間で操作することが必須であると考え、チーム内で研究開発している全ての技術を最終的にはチップに組み込むことを想定して研究を進めている。本年度は、そのために不可欠であるマイクロチップ上での流体制御技術の開発について、幾つか革新的な進歩を遂げることができた。即ち、流体制御技術を駆使し、直径1.5 mm程度のマイクロチャンバー内に自動的に細胞を充填し、さらに培養液を還流しながら細胞を長期にわたって培養し、そこに薬液を注入して毒性を試験することができるチップを考案した。現時点では、8種類の薬液について5点ずつ同時に評価できる灌流型細胞アレイチップの開発に成功している。今後は、この技術に基づき、創薬支援用細胞チップの開発を目指す。

一方、膜タンパク質の利用については、半世紀以上前から膨大な研究がなされてきたが、未だ実用の域に達していないのが現状である。我々は、工学的な観点から膜タンパク質を捉え、単なる機能性分子として取り扱うことにより、新たな展開が期待できるものと考えている。機能性分子としての膜タンパク質を活用するためには、それを安定して可溶化し、リフォールディングし、最終的には再構築する必要があるが、その際にキーとなるのは機能性脂質である。我々は、1) 水素の代わりにフッ素を導入、2) 分岐構造、3) 不飽和構造、の3点に注目し、計算機化学を利用するなどして合目的に分子設計を行い、さらにめばしいものについて合成し、その機能の評価を行ってきた。その結果、界面化学的観点からはフッ素導入による興味深い効果が見られたものの、タンパク質の可溶化については、効果は得られなかった。分岐構造についてはリフォールディングに効果が認められ、現在さらなる検討を行っている。不飽和構造については、界面化学的観点から興味深い結果が見られ、現在タンパク質に対する効果を確認中である。

これらの技術のうち、光によって培養細胞を個々の細胞レベルでパターンニングできる技術は、既にベンチャー企業設立が現実的な視野に入っている。さらに、次の段階として、その技術を用いた創薬支援用細胞チップの開発にも着手している。細胞分離技術及び細胞センシングシステムについては、試験管レベルではある程度の成果が得られているが、今後の課題は機能向上とチップへの組み込みである。

最終的には以上述べた全ての技術をチップ上に集積することにより、個々の細胞をセンシング及びマニピュレーションすることができるバイオチップ（次世代型細胞

チップ)を世界に先駆けて開発する。さらに、細胞分離技術として本年より研究に着手した新しい方法(アルギン酸ビーズとある生体物質の組み合わせ)は、それ自体で新しい細胞分離技術としての実用化が期待できるため、早い段階でアライアンス先を探し、製品化を図る。また、細胞センシングシステムとしては、人工脂質/膜タンパク質ハイブリッド膜の応用を検討しているが、それ自体でも污水处理システム(重金属の濃縮)などへの応用が期待できるため、研究の進捗状況を見ながら、適宜製品化を図る。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】細胞センシング、細胞マニピュレーション、機能性脂質、刺激応答性高分子材料、バイオチップ、膜タンパク質

#### ⑩【太陽光発電研究センター】

(Research center for photovoltaics)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究センター長：近藤 道雄

副研究センター長：仁木 栄

主 幹 研 究 員：作田 宏一

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5

人 員：30名(29名)

経 費：898,070千円(298,767千円)

概 要：

21世紀は環境の時代と言われているが、人類の持続的発展のためには環境に配慮したエネルギーの確保が最重要課題であり、そのために自然エネルギー、とりわけ太陽光発電への期待が世界的に高まりつつある。このような背景の中、産総研が太陽光発電研究に対して戦略的に取り組む拠点として当センターは設置された。当センターでは材料デバイスにとどまらず、国の中立機関として求められる太陽電池の標準の供給、ユーザサイドに立ったシステム研究に至るまで総合的に太陽光発電研究に取り組み、2010年に現在の発電コストを1/2に、2030年には現在の1/7にまで低減すると同時に全電力需要の10%を太陽光発電で賄うことを目標としたロードマップを実現するための研究開発を行うことをミッションとしている。

現在、日本は太陽光発電産業で世界一の座にあるが、そのフロントランナーとしての地位を維持するために次世代に向けた技術開発が必要であり、産総研がその先導的役割を果たすことを目標とする。

太陽光発電普及を加速させるための研究の方向性として、下記課題を4つの柱として、研究活動を行っている。

(1) 新規太陽電池材料及びデバイスの開発

(2) 太陽電池の標準化技術、評価技術の開発

(3) 太陽光発電システム運用技術、評価技術の開発、維持及び規格化

(4) 太陽光発電を通じた国際協力

外部資金：

新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「高性能の擬固体型有機色素太陽電池の開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「広域分散型電源としての太陽光発電システムの利用可能性の調査」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発/太陽光発電システム共通基盤技術研究開発/太陽電池評価技術の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発/太陽光発電システム共通基盤技術研究開発/発電量評価技術の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発/太陽光発電システム未来技術研究開発/タンデム型高効率・高耐久性有機薄膜太陽電池の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発/太陽光発電システム未来技術研究開発/省資源・低環境負荷型太陽光発電システムの開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発/太陽光発電システム未来技術研究開発/大面積 CIGS 太陽電池の高性能化技術の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「太陽光発電システム等国際共同実証開発事業/太陽光発電システム等に係る設計支援ツール開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「超薄型ヘテロ構造シリコン太陽電池の研究開発(プラズマ加工スライス、セルプロセス)」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「薄膜シリコン太陽電池の高効率化と高速堆積技術の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「平成19年度太陽光発電フィールドテスト事業に関する分析手

法の開発及び分析評価」

発 表：誌上発表94件、口頭発表136件、その他16件

## 結晶シリコンチーム

(Advanced Crystalline Silicon Team)

研究チーム長：坂田 功

(つくば中央第2)

概 要：

次世代超薄型結晶シリコン太陽電池の高効率化に向け、結晶シリコン太陽電池の作製プロセスの高度化、新規プロセスを取り入れた結晶太陽電池の作製を行う。新規プロセスとしては、プラズマレスエッチング、 $a\text{-Si:H}$  BSF 層について課題抽出を行うとともにその最適化を目指す。また、試作ラインを活用して結晶シリコン太陽電池用要素技術の検討を行う。

省資源低環境負荷型太陽光発電システムの開発に向け、非希少で低環境負荷の化合物ワイドギャップ太陽電池材料の探索と評価を行う。シリコン基板への格子整合系である III-V 稀薄窒化物系 (GaPN 系) について、Si 基板への高品質薄膜形成法の確立を目指し、薄膜形成プロセスの研究開発を行う。

年度進歩：

結晶シリコン太陽電池の作製プロセスラインの高度化を行い、再現性よく変換効率15 %以上の結晶シリコン太陽電池が得られるようになった。固定砥粒を用いたワイヤーソーによる多結晶シリコン基板スライスでは遊離砥粒を用いた場合に比べ、スライスに伴うダメージ層の厚さが1/2以下に低減されることを見出した。 $\text{XeF}_2$ を用いたプラズマレスエッチングによる表面テクスチャ形成に成功し、シリコン窒化膜との組み合わせで反射率3 %以下を実現した。 $a\text{-Si:H}$  BSF 層を多結晶シリコン太陽電池に適用し、裏面再結合速度1000  $\text{cm/s}$  を実現し、この手法の有効性を確認した。III-V 稀薄窒化物系 (GaPN 系) 材料の研究において、X線回折による歪系薄膜の格子定数評価に $\phi\text{-}\omega/2\theta$ マッピング法を用いることが有効であることを確認し、歪系の格子定数評価法を確立した。分子線エピタキシーによる GaPN 膜成長では、窒素組成はほぼ窒素ラジカル供給量に比例することを明らかにし、また、窒素取り込みは、1層ごとに窒素ラジカル供給量に応じて、表面吸着サイトを埋める形で行われることを明らかにした。

## シリコン新材料チーム

(Novel Silicon Material Team)

研究チーム長：藤原 裕之

(つくば中央第2)

概 要：

薄膜シリコン太陽電池は、市場拡大による大量導入

が期待されている次世代型の太陽電池であり、この太陽電池の大規模普及を推進するため、太陽電池の高効率化が可能な多接合型太陽電池およびそのデバイス化技術を重点的に開発する。さらに、シリコン系太陽電池に使用する高移動度型の高性能透明導電膜を開発し、これをシリコン系太陽電池に導入することにより変換効率の向上を目指す。また、アモルファス/結晶シリコンのヘテロ構造を有するヘテロ接合型太陽電池を開発し、ヘテロ構造を統一的に理解すると共に、新規デバイス技術を構築する。

年度進歩：

- 1) 多接合太陽電池のボトムセルに適用できる新規ナローギャップ系材料として微結晶  $\text{SiGe}$  を開発し、単接合セルにおいて、Ge 組成20 %で変換効率6.3 %を達成した。特にこの太陽電池では、厚さ1  $\mu\text{m}$  において、厚さが2倍の微結晶 Si を越える高い赤外感度が得られており、この材料が多接合型太陽電池の効率改善に極めて有望であることが確認された。さらに、アモルファス Si/微結晶  $\text{SiGe}$  の2接合型の太陽電池を作製し、初期変換効率10.8 %を実現した。
- 2) 微結晶シリコン太陽電池における光閉じ込めの高度化を目的とし、規則的な周期構造を有する新テクスチャー形成法を確立した。このテクスチャーはアルミニウム基板の陽極酸化により形成し、さらに陽極酸化条件および酸化後のウェットエッチング条件を制御することからテクスチャーの形状制御も可能であることを明らかにした。そして、これらの基板を微結晶太陽電池に適用し、基礎評価を行った。
- 3) 透明導電膜の開発では、新規透明導電材料である  $\text{In}_2\text{O}_3\text{:H}$  が従来材料よりも極めて高い移動度を持つことを発見した。この材料は水蒸気を導入したスパッタリング成膜により作製可能であり、特に従来の移動度 ( $\sim 20 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ) よりも非常に高い移動度 ( $130 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ ) を示す。そして、この高移動度透明導電膜を用いた場合には、太陽電池の短絡電流が  $1.5 \text{ mA/cm}^2$  以上向上することが確認された。
- 4) 新規なヘテロ材料としてワイドギャップ  $a\text{-SiO:H}$  層を開発し、シリコン単結晶基板を用いたヘテロ接合太陽電池を作製した。特に、 $a\text{-SiO:H}$  新規材料の開発により、より容易に高効率な太陽電池を作製することが可能となった。さらに、開発した  $a\text{-SiO:H}$  p-i および n-i 層を使用して、n 型基板上の両面にヘテロ構造を形成したヘテロ接合太陽電池を作製し、厚さ100  $\mu\text{m}$  および300  $\mu\text{m}$  の太陽電池において、それぞれ変換効率15.5 %および17.5 %を得た。

## 化合物薄膜チーム

(Thin Film Compound Semiconductor Team)

研究チーム長：仁木 栄



(つくば中央第2)

## 概要：

2030年セル効率25 %、モジュール効率22 %という目標の実現に向けて20 %超の CIGS 太陽電池実現のための要素技術の開発を行う。また、酸化亜鉛系ワイドギャップ半導体の製膜技術と材料制御技術を向上することで、透明導電膜の特性を向上するとともに、光・電子デバイスとしての可能性を探る。

- 1) 蒸着法を用いて高品質かつ大面積な CIGS 光吸収層の製膜と集積化技術を開発することで、結晶シリコン太陽電池並の高効率な CIGS サブモジュールの開発を目指す。
- 2) 変換効率20 %超の CIGS 太陽電池の開発を目指し、高開放電圧で高 FF を実現するための太陽電池プロセスを開発する。
- 3) フレキシブル基板上の CIGS 太陽電池の性能を向上するための技術開発を行う。
- 4) CIGS 太陽電池の大量導入を目指し、Mo や In などの省資源化技術を開発する。

## 年度進歩：

- ・平成18年度に導入した、ガラス基板の洗浄装置、裏面電極作製装置、CIGS 製膜装置を用いて製膜実験を開始した。集積型モジュールを作製するためのプロセスを確立し、10 cm 角の集積型モジュールで変換効率15.1 %を達成した。また、セレン原料の利用効率の向上を目指してラジカルセレン源を用いた新しい製膜技術を開発した。太陽電池の特性を低下させずにセレンの原料利用効率が10倍以上向上することに成功した。導入した CIGS 製膜装置において、セレンラジカルを用いた製膜実験に着手した。
- ・ドーピングによって CIGS 光吸収層の電気伝導性の制御技術を開発し、開放電圧の向上を図ることを目的に水蒸気照射効果のメカニズムの解明と新しいドーパントの探索を行った。水蒸気照射によってホール濃度が向上するのはセレン空孔のパッシベーション効果にあることを明らかにした。Zn 系及び Cu 系のバッファ層を電気化学的手法で作製するための理論的な検討を行い、製膜実験を行った。CIGS 光吸収層上にこれらのバッファ層を製膜した試料に関して、界面の電子状態の評価とデバイス化に着手した。
- ・CIGS 太陽電池の機能性を向上するために、フレキシブル太陽電池の高効率化技術の開発に取り組んだ。新しい Na 制御法を開発し、金属ホイル基板上で変換効率16.6 %を実現した。  
ZnMgO 混晶において、Mg 濃度を増加すると、発光波長が短波長側にシフトするとともに、発光効率が飛躍的に向上することを発見した。
- ・Mo 電極の薄型化に関する実験を行い、0.2  $\mu\text{m}$  程度までは変換効率の大幅な低下が起こらないことを

確認した。また、太陽電池性能と Mo の結晶性、Na 効果との因果関係に関する検討を開始した。

## 評価・システムチーム

(Characterization, Testing and System Team)

研究チーム長：菱川 善博

(つくば中央第2)

## 概要：

## 1. 太陽電池評価に関する研究

日本における太陽電池標準のトレーサビリティの確立と維持、その高度化を図る。また国際比較を通してその測定技術に関する高い技術レベルを海外に示すことで太陽電池システム輸出入の促進にも重要な貢献を行う。新型太陽電池の測定技術の確立や規格化においても中心的な役割を果たす。さらに、長期寿命を保証するための加速劣化試験手法の開発やリサイクル手法に関する研究など、太陽電池のより広範な普及に欠かせない研究を遂行する。

- 1) 太陽電池性能評価の基本となる一次基準太陽電池校正を実施するとともに、その技術の高度化を目指す。世界の主要な研究所・機関が参画する基幹国際比較において日本の Qualified Lab として高い技術レベルを示すとともにその維持・向上を図る。
- 2) 結晶 Si・薄膜 Si・化合物半導体・多接合・有機等、各種新型太陽電池の高精度な評価を可能にするために、各種太陽電池に特有なデバイス構造・分光感度特性・電気的時定数・光照射効果・温度照度依存性等を正確に考慮した性能評価技術を開発し、実施する。
- 3) 寿命の長い太陽電池モジュールの信頼性を短期間で評価するための複合加速劣化試験技術を開発する。

## 年度進歩：

- 1) 「絶対分光感度法」による一次校正実現のための要素技術として、高強度・高均一プローブ光照射光学系の開発を行い、大幅な高品質化を果たした。また、二次基準モジュールの校正値とソーラシミュレータ設定照度の不確かさ、被測定モジュールのセル接続方式及びセルの特性バラツキのデータから、モンテカルロ法によって、生産現場における管理標準の校正の不確かさを明らかにし、基準モジュール用モジュールを構成するセル配置の空間的最適化について、基礎的な検討を実施した。また、基準太陽電池の校正を着実に実施し、ラボ品質システムを構築して基準セル一次校正の ISO/IEC17025適合性認定受審査の申請を完了した。
- 2) 太陽電池メーカー等で研究・開発された各種新型太陽電池セル・モジュールの測定技術を開発し、測定を実施した。大型太陽電池モジュール内の任意のセルの分光感度を高精度に測定するモジュール分光感度評価の技術を開発し、測定精度の検証を行った。



幅広い温度条件における太陽電池特性を正確に評価するために、25℃～65℃以上の高温域における太陽電池性能の屋内評価技術を開発した。

- 3) 3SUN90℃、3SUN75℃他の条件下で複合加速劣化試験を実施し、加速係数の算出に必要な活性化エネルギー値を算出した。更なる加速劣化因子探索のための要素技術として、周期的に変化する順方向・逆方向の電圧を印加することでストレスを与える劣化試験に着手した。予備試験の結果、屋外実使用条件下での不具合事例と同様な現象が観察され、新たな加速手法として有望と考える。

## 2. 太陽光発電システムに関する研究

太陽光発電システムの大量導入時代に向けて、太陽光発電システムの設計段階から施工、運用に至るまでの総合支援技術を開発する。直流（アレイ）出力に異常があると判定された場合には、アレイ端から信号波を入力しその反射波を観測するタイムドメインリフレクトメトリ（TDR）を用いる方法により、不具合箇所・種類を特定するための技術を開発する。太陽電池モジュール等の年間発電量を各種太陽電池で評価するため、標準試験状態（STC）を補完する複数の試験条件の検討を行う。日射・温度・分光放射の同時分布観測を実施し、線形内挿法による任意条件への換算方式の検証を行うなど、発電量定格方式の基本技術開発を行う。フィールドテストに関しては、運転データの収集方法・分析手法の開発を行う。また、大量導入時における系統への影響評価およびエネルギーマネージメントの技術開発を行う。

年度進歩：

太陽電池アレイ故障診断技術に関して、TDR測定により、ストリング中の断線位置および直列抵抗増が検出可能であることを明らかにするとともに、モジュール内不良を模擬した実験を行うことによりモジュール劣化のオンサイト検出技術の検討をすすめている。発電量定格技術については、発電量定格法を国際標準委員会（IEC TC82 WG2）に提案するための、アルゴリズム開発、基礎データ取得、計測方式の開発を実施した。I-V特性換算方式として線形内挿法は、屋外計測データにおいても有効な手段であることを明らかにした。IEC61853規格案における定格モードを国内において利用しやすい形態とするために、年間発電量の計測値を基にしたブレンド方式を提唱した。フィールドテスト運転データの収集・分析手法の開発については、システムの運転特性マクロ解析を昨年度に続き実施し、実システムにおける問題点・不足技術の洗い出し等を行い、汚れによる影響等の調査を行った。大量導入時における系統への影響評価として、需要バランスの観点におけるPVシステムの導入可能量の検討

を行った。

## 有機薄膜チーム

（Organic Thin Film Team）

研究チーム長：齊藤 和裕

（つくば中央第2、つくば中央第5）

概要：

有機薄膜太陽電池の研究開発に関し、タンデム化による高Vocセルの開発と吸収波長領域を拡大した高Jscを発現するセルの開発を行う。高分子材料の不純物制御や大面積セルの発電電流分布を観測・制御し、大面積セルでエネルギー変換効率5%と耐久性の向上を目標とする。

有機色素太陽電池の研究開発に関し、有機色素、ナノ結晶酸化半導体電極、イオン性液体またはイオンゲルから成る電解液を用いた、低環境負荷な新規有機色素太陽電池の開発を行い、セルのエネルギー変換効率6.5%を目標とする。また、新規な有機色素の設計・合成ならびに光化学・電気化学等の基礎物性評価を行う。

年度進歩：高効率化セルの開発

低分子系セルにおいて、新規に開発した中間層を用いて受光面積1cm<sup>2</sup>のタンデムセルを作製した。Vocが接合数に応じて向上し、3層タンデムセルにおいて2.5Vという世界最高レベルのVocが得られた。近赤外領域の光を有効利用することができる色素の材料探索を行った。その結果、Snフタロシアニン（SnPc）を導入したセルでは、波長900nmでのIPCE（外部量子効率）：10%以上の高い値を得た。高分子系セルにおいてレーザービーム起電流（LBIC）測定法を用いて、Jscの面内分布を調べたところ発電量に大きな分布があることが判明した。分布の制御がなされていない受光面積1cm<sup>2</sup> P3HT:[C70]PCBMセルにおいて、PCEの最高値は3.8%であり、今後分布の制御により高性能化が期待される。クロマトグラフィー（GPC）の手法を用いて、高分子材料に含まれる低分子不純物の除去と高分子材料の分子量分布制御を行った。分子量10000以下の材料では、低い性能しか得られず、有機薄膜のモルホロジーも分子量に応じて変化することもわかった。P3HT:[C60]PCBMブレンド型セルを用いて、窒素雰囲気中30℃での連続光照射下50時間における耐久性の評価を行ったところ、相対効率低下は約60%であったが、熱アニール処理を行うことにより、相対効率低下10%以下まで性能が回復した。

新規に設計・合成した有機色素を用いた有機色素太陽電池において、非溶媒で非揮発のイオン性液体電解質を用いた系で、6.7%の高いエネルギー変換効率を達成した。また、AFMなどの表面分析法や過渡吸収分光法などにより、有機色素の分子構造により電極上

での吸着状態が異なり、それが有機色素太陽電池における電子移動効率、Voc、フィルファクターなどの特性に大きく影響を与えることを明らかにした。さらに、疑似太陽光の連続1000時間以上の光照射（紫外線カット、約50度）においても光電変換特性の良好な耐久性を得ることができた。

#### 産業化戦略チーム

(Strategic Industrialization Team)

研究チーム長：増田 淳

(つくば中央第2)

概要：

産業技術総合研究所で開発された太陽光発電に関する要素技術のみならず、民間企業、大学ならびに公設試験研究機関で開発された技術をも含め、各種要素技術の実用化可能性を検証し、産業界への技術移転を加速することを目的としたチームである。ハード面では、太陽電池製造用試作ラインや実証プロト機を用いた試験により、産業界への技術移転の可能性を検証している。ソフト面では、太陽電池メーカーのみならず、装置メーカー、部材メーカーをも含めた産学官連携コンソーシアムを設立し、産学官の人材の交流や知見の融合を図ることで、太陽光発電分野における日本の産業競争力強化に資する技術開発を試みている。また、民間企業や大学の若手人材を共同研究員として受け入れ、集中研方式で共同研究を推進することにより、太陽光発電分野の将来を担う人材の育成も試みている。さらに、国内外の太陽光発電に関する要素技術を幅広く調査し体系化することにより、研究開発の方向性を正しく認識することにも努めている。

年度進捗：

各種太陽電池ならびに関連する周辺技術について、30件（民間企業22件ならびに大学8件）の共同研究を実施した（再委託を含む）。一部の共同研究はNEDOの委託研究に基づいて実施したものである。「フレキシブル太陽電池基材コンソーシアム」に参画したIHI、石川製作所、きもと、住友ベークライト、日本合成化学工業、帝人デュボンフィルム、三菱瓦斯化学、麗光とともに、太陽電池部材に用いることを目的に、ポリマー基材上に酸化物透明導電膜やバリア膜を低温形成する技術の開発に取り組んだ。ポリマー基材上に光閉じ込めのためのテクスチャ構造を有する酸化物透明導電膜を低温形成することは困難であったが、ポリマー基材そのものにテクスチャ構造を持たせることで課題の解決を図った。その結果、テクスチャ構造を形成した紫外光硬化性アクリル樹脂を汎用ポリマー基材に貼り付けることにより、容易に短絡電流密度が向上することを見出した。当該技術は、高品質フレキシブル太陽電池の実現に資するとともに、ガラス基板上でのテクスチャ構造形成にも適用可能である。

NEDOの委託研究では、薄膜シリコン太陽電池の高効率化・高生産性技術ならびに結晶シリコンインゴットの新規スライス技術に取り組んだ。前者では、名古屋大学との共同研究により、マイクロ波プラズマを用いて、2 m<sup>2</sup>の面積に膜厚不均一性10 %以下において、微結晶シリコン膜を2.4 nm/sで高速堆積することに成功した。また、三菱重工業とは3接合太陽電池の高効率化ならびにVHFプラズマソースを用いた大面積堆積に、富士電機アドバンストテクノロジーとは微結晶シリコン膜の高速堆積に取り組んだ。後者では、トヨーエイテックとの共同研究により、従来のワイヤーソーに替えて、ドライエッチングを用いることで、原理的にソーダダメージが発生せず、カーフロスも小さくできるプラズマスライス技術の実用化に取り組んだ。当該技術により最小カーフロス110 μmを達成した。この他に、球状シリコン太陽電池の高品質化技術にも取り組み、球状シリコンの再熔融時の温度を精密制御することによりキャリアライフタイムを大幅に向上させる技術等を開発した。

#### ⑩【システム検証研究センター】

(Research Center for Verification and Semantics)

(存続期間：2004. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：木下 佳樹

副研究センター長：高橋 孝一

所在地：関西センター池田サイト、千里サイト

人員：13名（12名）

経費：229,356千円（163,359千円）

概要：

情報処理システムによる制御が宇宙航空、原子力から金融、通信、計量器にまで遍在化（ubiquitous）した結果、システムのバグ（誤動作）の社会に及ぼす影響がますます深刻になっている。

現状では、実機を稼働させて動作を観察し、バグを発見する、動作テストによる方法が今なお主流だが、すべての場合を尽くせないための見落とし、再現困難なバグへの対処などの信頼性に関する問題と、上流工程では適用できない、実機の稼働後でないと適用できないなどのシステム開発の生産性に関する問題があり、もっと強力な検証法が求められている。

本研究センターでは、数理的技法（形式的技法、Formal Methods）による検証法（数理的検証法）の研究を行っている。

科学研究とフィールドワークの二本立てで研究を推進し、コアメンバーには、両方のプロジェクトに携わらせ、このことによって最新の科学研究の成果をフィールドワークを通して社会に移転し、かつ社会の現状

を観察した上で科学研究のテーマを選ぶ、という双方向のインタラクションを生むべく活動している。

フィールドワークでは、企業や産総研内の先端情報計算センターなど、実際に情報処理システムを開発している場所をフィールドとして、そこで抱えている問題を、システム検証の科学技術によって解決するべく試みる。

この仕事では、必ずしも我々自身が生んだ科学研究上の成果を応用することにはこだわらない。この分野で研究しているおかげで、この分野に関する深い専門的知識を研究員は持ち合わせており、その知識をフィールドにおける問題解決に利用する。

科学上の価値観よりもフィールドにおける価値観を優先させるのである。

具体的には、複数の企業と、それぞれ数理的検証法導入に関する共同研究を行ったほか、計量標準へのソフトウェア認証導入（ソフトウェア改竄検出）に関して、計測標準研究部門に協力している。

科学研究のテーマによって、算譜科学、自動検証法、対話型検証法などの研究チームを設けている。

実際の研究活動は、プロジェクトごとに班を構成し、必要なメンバーがプロジェクト毎に離合集散する、という形をとっている。

理論研究のために用いる手法は、数理論理学、圏論（特に Lawvere による函手意味論）、関係代数、計算論（特に項書換系）などで、現在の研究対象は一階様相 $\mu$ 計算、余代数、不動点付様相論理の函手意味論、Kleene 代数の一般化、等式付木構造オートマトン、不動点付様相論理の充足可能性算法などである。また、Chalmers 工科大学(瑞)で行なわれてきた、Martin-Löf の構成的型理論に基づく対話型証明支援系 Agda の開発に参加し、この上で、Agda をユーザインターフェイスとして種々の自動検証系を呼び出すことを可能にするような統合検証環境の構築を目指したシステムの研究開発を行なっている。

Agda の記述言語を高速で簡約化するコンパイラ Agate の開発も進めており、依存型を持つ関数型作譜言語応用の基盤を築きつつある。

特に本年度は Agda を LSI の model based testing に応用する適用実験を企業と共同で行い（「システム LSI 仕様のモデル化と検証項目の自動生成」）、相手先企業から Agda の適用に関して極めて肯定的な評価を得ることができた。

-----  
外部資金：

1. 独立行政法人科学技術振興機構  
制度名：戦略的創造研究推進事業（CREST）  
「検証における記述量爆発問題の構造変換による解決」（木下 佳樹）

2. 独立行政法人科学技術振興機構  
制度名：産学共同シーズイノベーション事業（顕在化ステージ）  
「システム LSI 仕様のモデル化と検証項目の自動生成」（木下 佳樹）

3. 独立行政法人中小企業基盤整備機構  
制度名：戦略的基盤技術高度化支援事業  
「機能安全対応自動車制御用プラットフォームの開発」（水口 大知）

4. 財団法人情報科学国際交流財団  
制度名：平成19年度後期 研究者海外派遣助成  
「拡張された UML アクティビティ図におけるエビデンス・ライフサイクルの検証アルゴリズム」（高木 理）

資金提供型共同研究 2件

発表：誌上発表21件、口頭発表25件、その他0件

#### 自動検証研究チーム

(Automatic Verification Research Team)

研究チーム長：高井 利憲

(関西センター池田サイト)

概要：

モデル検査に代表される自動検証技術の現場導入を目指し、以下のことを行った。

フィールドワーク1では、数理科学的な視点から、これまでの共同研究成果をみつめなおし、その過程から得られた考察をまとめた。

フィールドワーク6では、ソフトウェアの不具合解析手法としてのモデル検査の可能性について検討した。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2

#### 算譜意味論研究チーム

(Programming Semantics Research Team)

研究チーム長：竹内 泉

(関西センター千里サイト)

概要：

数理的技法を利用することによってソフトウェアの不具合を防ぐことを目的とする。

ソフトウェアにおける数理的技法とは、ソフトウェアに対し数理モデルを与え、その数理モデルの上で数学的な議論に基づきそのプログラムが正当であることを証明する、というものである。

ソフトウェアに対し数理モデルを与えるには、適切な数理モデルの選択が必要である。

代表的なものとしては状態遷移系や無限言語が知られている。

既に知られている数理モデルを洗練させること、ま



た、新たな適切な数理モデルを探すことを研究している。

また、数理モデル上でプログラムの正当性を証明するには、数理モデルに関する理論と、正当性を数学的に記述する技法が必要である。

このような理論と技法の研究を行っている。

またその他にも、ソフトウェア認証に数理的技法を適用することも研究している。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2

#### 対話型検証研究チーム

(Interactive Verification Research Team)

研究チーム長：渡邊 宏

(関西センター千里サイト)

概要：

対話型検証では、検証者と計算機との対話により検証を進める。

検証者は計算機に計算ステップを指示し、計算機はそれを実行した結果どのように検証問題が簡単化されたかを検証者へ応答する。

検証作業の全自動化が難しい高度な論理を、検証者が計算機よりも創造的に駆使することで、自動検証法だけでは解けない検証を可能にすることが目的である。

その手段として、型理論に基づく証明支援系 Agda システムを中核に、個別の検証論理・自動検証ツール群を統括する検証環境の構築を目指している。

平成19年度は、自動検証法だけでは難しいポインタ操作の検証に向け、自動抽象化ツール MLAT と Agda を結ぶプラグイン機構の整備を行うことにより、統合検証環境 Agda-IVE を開発した。

さらに、MLAT 単体では扱えない大規模な事例として MPI 通信ライブラリ YAMP II の検証を行い、Agda-IVE の有用性を実証した。

また、Deutsch-Schorr-Waite マーキングアルゴリズムを検証題材とし、自動検証にかかる CPU 時間と対話型検証の作業量の観点からパレート最適な検証例の作成にも成功した。

他方、フィールドワークにおいても制御系 ECU 調停器を題材に Agda による検証事例を作成した。

スウェーデンの Chalmers 工科大学との研究協力では、二度の研究集会週間、定例ビデオセミナーなどの活動を行うとともに、Agda 核言語の研究を共同で行った。

-----  
[テーマ題目 1] システム検証の数理的技法に関する研究 (運営費交付金、(独) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 (CREST))

[研究代表者] 木下 佳樹

(システム検証研究センター)

[研究担当者] 木下 佳樹、岡本 圭史、加藤 紀夫、齋藤 正也、関澤 俊弦、高井 利憲、高橋 孝一、竹内 泉、田辺 良則、山形 頼之、湯浅 能史  
(常勤職員4名、その他7名)

#### [研究内容]

研究目的、手段：

情報処理システムのバグ検出技術の研究を行い開発の生産性、信頼性の向上に資する。

また、開発計画のコスト及びリスク評価の基盤を提供する。

特にスケーラビリティを実現するための抽象化方式の研究、対話型検証方式、自動検証方式などの要素技術研究、要素技術を総合する統合検証環境の研究開発などを進める。

年度進捗：

・抽象化ツール研究開発

ポインタを操作するプログラムのソースコードを網羅的に検証するためには、抽象化が必須である。

我々は、ポインタ操作をするソースコードから、抽象化された状態遷移系を自動生成する MLAT ツールを改良し、高度なプログラムの検証を可能にした。

・数理モデル研究

プログラミング意味論の研究を行うことを目的としている。

我々が提案した一階様相 $\mu$ 計算の恒真命題は帰納的に枚挙不能であり、従って完全性が成立し得ないことは二年前に明らかにしていたが、高階論理の場合と同様にして、一般完全性の概念を導入して、一回様相 $\mu$ 計算が一般完全であることを示した。

その他、PML の意味論を不動点付様相論理の代数的意味論の一般論を用いて与える試みも行った。

・対話型検証研究

対話型証明支援系 Agda と Agda から外部の自動検証器を呼び出す機構を組み合わせることにより、統合検証環境 Agda-IVE を開発した。

また実際に Agda-IVE を使って MPI 通信ライブラリ YAMP II のポインタ操作の検証を行い、対話型検証と自動検証の両方を扱える環境の有用性を実証した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 抽象化、数理的手法、自動証明、対話的証明、代数構造

[テーマ題目 2] システム検証の数理的技法に関するフィールドワーク (運営費交付金)

[研究代表者] 木下 佳樹

(システム検証研究センター)

[研究担当者] 木下 佳樹、尾崎 弘幸、高井 利憲、高木 理、高橋 孝一、高村 博紀、



竹内 泉、西原 秀明、谷田部 俊介、  
武山 誠、齋藤 正也、長谷部 浩二、  
中野 昌弘、吉田 聡、岡本 圭史、  
水口 大知、湯浅 能史、渡邊 宏、  
中原 早生、大崎 人士  
(常勤職員6名、その他14名)

## 〔研究内容〕

研究目的、手段：

技術移転活動を通じて、科学的研究成果がどのように利用されるかを観察し、問題点を解決しようとするフィールドワークを行う第二種基礎研究を進める。

具体的な各事例で用いたノウハウを科学的に分析し、別の事例にも適用可能な形に体系化し、研修コースやコンサルティング事業としてまとめる。

年度進捗：

### ・フィールドワーク 1

矢崎総業と共同研究で、数理的技法をソフトウェアの開発現場に導入するための研究を行い、本年度は、昨年度までの成果をまとめることを中心に以下の成果を得た。組込みソフトウェアの効率的なモデル化技術である環境ドライバや検査式の図的で直感的な表現である図示記法、n 点通過テストのための検査手法を提案した。

また、いくつかのモデル検査実験も手がけた。

### ・フィールドワーク 2

業務フロー図の作成を支援し、検証を行なうシステム AWV を開発した。

この AWV の製作に際して開発された業務フロー図を検証する技術の特許として出願した。

### ・フィールドワーク 4

自動車関連企業と共同で、対話的証明支援系を用いた車載ソフトウェアの検証について事例研究を行った。

実験用に策定された電子制御ユニットのデータフロー図仕様を Agda 言語で記述した。

更に調停器と呼ばれるユニットに関して、その基本性質を演繹的な証明によって検証した。

### ・フィールドワーク 5

平成18年度行った活動、モデル検査法を用いた通信プロトコルの設計支援の研究の活動内容をとりまとめて第5回ディペンダブルソフトウェアワークショップで発表した。

### ・フィールドワーク 6

共同研究により、アセンブラで記述された組込みシステムに対して数理的技法による不具合解析を試みた。

結果として、不具合の全容解明には至らなかったが、新たなソースコード上の脆弱性を発見した。

また、ソースコードからの半自動的なモデリングや、不具合現象の原因候補の選別のための手法（不具合の原因にならないことを示すために行った足踏同値なモデルの作成）が得られた。

### ・フィールドワーク 7

従来人手により行われていたシステム LSI 用検証項目の生成作業を自動化する為に、Agda 言語を用いて、仕様書の一部形式化と検証項目生成器の試作を行った。

なお、本研究は株式会社ルネサステクノロジとの共同研究であり、JST からの受託研究の一環として行われた。

### ・研修コース開発

「モデル検査研修コース中級編/上級編」の開発を行った。

中級編について18年度の成果としてつくられていた教材を文書化してまとめた。

上級編については教材作成を行い、ドラフト版を完成させた。

数理的技法の教育について議論するワークショップを四回開催した。このワークショップを発端に、数理的技法の新たな教育プログラムを共同で開発する活動も始まっている。

### ・ソフトウェア認証研究

主には「機能安全対応自動車制御用プラットフォームの開発」（別掲）において活動したが、加えて、ソフトウェアにおける機能安全についての解説記事の執筆も行った（信頼性学会誌）。

また、産総研計測標準研究部門と共同で、計量器の遠隔校正システムの妥当性確認を ISO/IEC 17025 に沿って行うための研究を開始した。

### ・知識様相論理

知識様相論理研究班は、証明支援系 Agda 上で、知識様相論理の意味論（充足関数）の実装をおこなった。この様相論理は、不確かな、誤りを含む情報から正しい結論を導出することを目的とした体系であり、ネットワーク上の個人認証技術などへの応用が期待される。

### ・事例報告データベース

平成14年度以後にシステム検証研究センターあるいはその前身であるシステム検証研究ラボで実施した、システム検証の科学技術に関する事例研究について、それを詳しく説明する論文、テクニカルレポートなどの情報への参照を収集した。

まとめた「システム検証の事例報告集2007年度版」をテクニカルレポートとして出版するとともに、Web 版をユニットの公式ホームページ上でも公開した。

<http://unit.aist.go.jp/cvs/jireihoukoku/index.html>

### 〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕モデル検査、組み込みシステム、業務システム、プロトコル検証、研修コース、ソフトウェア認証、機能安全

## ⑩【ナノカーボン研究センター】

(Research Center for Advanced Carbon Materials)

(存続期間：2001. 4. 11～2008. 3. 31)

研究センター長：飯島 澄男  
副研究センター長：古賀 義紀  
主 幹 研 究 員：湯村 守雄

所在地：つくば中央第5  
人 員：19名（18名）  
経 費：717,110千円（372,371千円）

概 要：

ナノカーボン材料の持つナノスペースを精査し、その構造や機能を明らかにしながら優れた機能特性と環境に適応しやすい特長を活かした、新しいナノカーボン材料による革新的な環境・エネルギー材料及び情報通信材料の開発を目指す。このため、ナノスペースを利用したナノカーボン材料の開発及びカーボン計測技術の開発と産業化の可能性を明らかにするとともに、ナノチューブ等のナノカーボン材料の我が国の基幹材料としての位置づけを確立し、さらに企業との連携により、実用化に向けて産業育成の実現を計る。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「カーボンナノチューブキャパシター開発プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「カーボンナノチューブに関する標準化調査事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「ナノダイヤコーティングを施した PPS 樹脂の射出成型品」

文部科学省科学研究費補助金「機能性カーボンナノチューブの原子レベル構造解析」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「新規ナノカーボン複合材料の開発と構造解析に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「低加速高感度電子顕微鏡の開発とソフトマターの分子・原子レベル観察実験への応用」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「SWNT 量産用自動直径制御合成システムの構築と SWNT 加工プロセス基礎技術の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「新世代カーボンナノチューブの創製及び分光学的評価」

共同研究「カーボンナノチューブ FED による停電時駆動可能な多機能情報表示装置の開発」

発 表：誌上発表34件、口頭発表71件、その他7件

ナノカーボンチーム

（Nano-Carbon Materials Team）

研究チーム長：畠 賢治

（つくば中央第5）

概 要：

触媒制御技術を利用することによりナノ領域での構造、原子配列を制御したナノカーボン材料の合成、構造制御、構造・物性解析を行うとともに、ナノテクノロジー等へ適用を目指したナノチューブ応用技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1

カーボン計測評価チーム

（Nano-Scale Characterization Team）

研究チーム長：末永 和知

（つくば中央第5）

概 要：

超高感度電子顕微鏡装置開発を通じ、これまで困難であったナノカーボン材料における原子レベルでの元素同定や構造解析法を実現する。それとともに、これら評価技術を駆使した新たなナノカーボン材料のナノスペース科学の構築とその応用を目指した研究開発を行う。

研究テーマ：研究テーマ題目 2

表面機能制御材料チーム

（Surface-Modified Materials Team）

研究チーム長：長谷川 雅考

（つくば中央第5）

概 要：

環境適合に必要な機械的、化学的及び光学的機能に優れたナノカーボン構造体機能制御技術を開発するとともに、それらの構造解析及び特性評価を行う。さらに、ナノダイヤモンドの応用等を目指した研究開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 3

【テーマ題目 1】ナノカーボン材料の開発（運営費交付金）

【研究代表者】畠 賢治（ナノカーボンチーム）

【研究担当者】畠 賢治、湯村 守雄、大嶋 哲、

Kazaoui Said、斎藤 毅、Futaba Don、  
山田 健郎、内田 邦夫、水野 耕平、  
大森 滋和、吉田 理佐、石沢 佐智子  
(常勤職員9名、他3名)

【研究内容】

スーパーグロス法の新たな用途開発を進め、極めて広範囲の波長での均一な黒体輻射や、約4割引き延ばしても安定的に電気が流れるストレッチャブル導電性材料等、画期的な新規用途が開発された。また、SWCNT 量産技術として画期的な新規気相流動合成法である e-DIPS 法で合成される超高品質 SWCNT の加工技術開発の一環として、①石英基板上に直接 SWCNT 透明導電性薄膜を成膜する技術を開発し、透過率85 %以上で表面抵抗500  $\Omega/\square$ 以下を実現した。また、②SWCNT シートを電気化学的手法で極めて簡便に、しかも直径選択的に短尺化する新規技術の開発に成功した。上記の新技術①②に関して特許出願を行った。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】カーボンナノチューブ、スーパーグロス、DIPS 法

【テーマ題目2】カーボン計測制御技術の開発（運営費交付金）

【研究代表者】末永 和知（カーボン計測評価チーム）

【研究担当者】末永 和知、佐藤 雄太、劉 崢、  
廣瀬 香織、近藤 望、  
Jin Chuanhong、横澤 忠洋、  
越野 雅至、新見佳子  
(常勤職員3名、他7名)

【研究内容】

高精度電子顕微鏡を用いた原子直視型構造解析技術の開発において、フラーレン単分子の異性体決定また、レチナールの官能基の観察を世界で初めて成功した。またカーボンナノチューブ中の StoneWales 欠陥の観察に成功し、ナノチューブの接合などの実験にも成功した。成果の一部は、Nature Nanotech 誌など一流誌に掲載された。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】電子顕微鏡、ピーポッド、内包フラーレン、光学測定

【テーマ題目3】表面機能制御材料の開発（運営費交付金）

【研究代表者】長谷川 雅考

(表面機能制御材料チーム)

【研究担当者】長谷川 雅考、古賀 義紀、  
石原 正統、金載 浩、津川 和夫、  
川木 俊輔、上林 明夫、田中 けい子、  
吉田 充宏、湯原 夏紀  
(常勤職員3名、他7名)

【研究内容】

低温成長ナノ結晶ダイヤモンド成膜技術を用いたアプリケーションの開発の一環として、研磨盤成膜用生産機プロトタイプの製作した。φ150 mm 基材3枚の自公転方式により、膜厚均一性3%を実現した。これにより、超精密研磨盤応用アプリケーションとして、SiC 単結晶の超精密研磨により原子層ステップ表面のデモンストレーションに成功した。研磨盤応用について企業各社との連携を準備中である。PPS 樹脂のナノ結晶ダイヤモンドコーティングの大幅な密着力強化に成功し、ナノ結晶ダイヤモンドコーティングを施した PPS 樹脂の実用レベルの摺動試験に移行した。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】ナノ結晶ダイヤモンド、研磨、低温成膜、樹脂基材

⑬【健康工学研究センター】

(Health Technology Research Center)

(存続期間：2005. 4. 1～)

研究センター長：国分 友邦

副研究センター長：馬場 嘉信

主 幹 研 究 員：廣津 孝弘

所在地：四国センター

人 員：25名 (24名)

経 費：443, 476千円 (285, 022千円)

概 要：

1. ミッション

少子高齢化が進む日本の社会において、持続的に安心して豊かな人間生活の営みを可能にする健康に関する問題は国民の大きな関心事である。そのため健康維持にかかわる技術開発及び健康関連産業の振興は、総合科学技術会議や経済産業省における「新産業創造戦略」の中でその推進がうたわれている。産総研においても第2期中期目標達成に向けて中期計画において、社会的要請を踏まえた研究戦略の下、研究の重点化を図り、健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発の推進を謳っている。

産総研第2期に発足した健康工学研究センターでは、今後5年の間にこれまで四国センターにおいて蓄積されてきた研究資源を礎に、人間生活における人体の健康維持管理に関する工学的研究を中心に技術開発を進める。さらに将来的には健康工学研究領域という新領域の確立に努力し、21世紀における新たな産業創出に貢献することを目指している。

具体的には、病気とは言えないがその直前の状態（未病）にある患者候補の生理的状況を理解し、発症を予防する先端的な疾患予知診断技術の確立を目

指す一方、身近な生活圏に存在する様々なリスク要因を排し安心して暮らせる技術開発の研究を推進し、その成果を社会に還元していくことを主たる目標とする。また、健康工学に関する研究は様々な研究分野の融合化が重要であることから、効果的な研究推進を図るために産総研の健康工学関連分野の研究を様々な観点から遂行している研究ユニットとの連携並びに企業や大学との研究協力を図りながら健康関連産業の振興に資する。特に本センターはこれらの研究開発を通し、四国を中心とした地域における健康関連産業振興の拠点となっていくことを目指している。

## 2. 研究内容

人間が安心して安全に暮らすためには、健康状態の異変を予知あるいは早期に発見し迅速適切な処置を行うことによって、健康を維持増進する研究の推進と健康を損なう恐れのない生活環境の創出を目指す研究の推進が不可欠である。具体的には、以下の3研究課題を重点課題としている。

### 1) 生体機能解析に基づく健康維持のための予知診断技術・デバイス開発の研究

[極微量の生体試料で迅速に病変を予知診断する技術の開発]

#### ・単一細胞診断技術

疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質を1分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

#### ・ナノバイオデバイス診断技術

疾患の早期診断に役立てるため、同定された生活習慣病のタンパク質マーカーを簡便に解析して極微量の血液からマーカーを数分以内で解析できるデバイスを開発する。また、遺伝情報の個人差を解析して罹患の可能性や薬効を診断するため、注目する遺伝子について個々人の配列の違いを数分以内に解析できるデバイスを開発する。

#### ・1分子 DNA 解析技術

個々人のゲノム情報に基づいた高精度診断を実現するため、1分子 DNA 操作技術や1分子 DNA 配列識別技術等の個々人のゲノム解析に必要な要素技術を開発する

### 2) 生体機能評価技術の研究

[糖鎖糖質など疾患に関連する生体物質の機能解析]

#### ・疾患等により細胞膜の構造が変化することから、これを知るための糖脂質及びその代謝に関連する生体分子を探索しそれらの機能を解析し、有効なバイオマーカーとして疾患の診断や治療等に利用する。

### 3) 健康リスクの削減技術の研究

[健康阻害要因物質の分離除去・無害化技術]

#### ・水や大気等の媒質中に存在する微量でも健康リスク

要因となる物質や有害な微生物などを除去・無害化する技術の開発及び生物学的手法と吸着法を併用した浄化システムを開発する。

#### 外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「試験管内タンパク質合成の分子基盤と細胞機能模倣に向けたその応用」

文部科学省 科学研究費補助金（若手B）「プラズモン増強を用いた単一分子電子共鳴レーザ散乱分光」

文部科学省 科学研究費補助金（若手B）「熱帯熱マラリア原虫における膜輸送関連蛋白質の同定と機能解析」

日本学術振興会 科学研究費補助金（基盤 C）「レーザー光を用いた非球状マイクロ物質の非接触3次元姿勢操作・加工の研究」

日本学術振興会 科学研究費補助金（基盤 C）「細胞培養デバイスによる複合多糖類の生物活性など機能評価技術の開発」

日本学術振興会 科学研究費補助金（基盤 C）「歯周疾患活動性マーカーの迅速測定デバイスの開発」

独立行政法人日本学術振興会 二国間交流事業平成19年度「複合糖膜の抗菌ペプチドによる機能変化とその評価技術の開発」

文部科学省委託費（科学技術振興調整費）1遺伝子可視化法による遺伝子ベクター創製  
「1遺伝子可視化法による遺伝子ベクター創製、イメージング用テララーメイド量子ドットの開発」

経済産業省（技術振興課）委託費 平成19年度原子力試験研究委託費「軽元素同位体の分離と産業応用に関する研究」

経済産業省（技術振興課）委託費 平成19年度試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）「海藻バイオフィルターとナノ空間制御吸着剤による魚類養殖場の水質浄化に関する研究」

経済産業省委託費 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「バイオ検査・測定用パルスインジェクターを用いた POCT 技術開発」

経済産業省委託費 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「マイクロ ELISA システム計測装



置を用いた生体試料の解析」

独立行政法人新・エネルギー産業技術総合開発機構ナノ  
テク・先端部材実用化研究開発／Point-of-Care バイオ  
チップ診断装置の研究開発

独立行政法人科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究  
推進事業（さがけタイプ）「核酸ポリメラーゼ解析と  
DNA1分子シーケンスへの応用」

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開  
発事業「自走式植物生育診断装置を含む知的植物工場シ  
ステムの開発」

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開  
発事業「分離機能ナノ粒子の非接触複合化による機動的  
浄水システム開発」

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開  
発事業「リンパ浮腫患者用弾性ストッキング製造システ  
ムの開発」

独立行政法人科学技術振興機構（JST）地域イノベーシ  
ョン創出総合支援事業・重点地域研究開発推進プログラ  
ム平成19年度「シーズ発掘試験」「局在表面プラズモン  
増強による単一分子レーザ散乱分光装置の開発」

独立行政法人科学技術振興機構（JST）地域イノベーシ  
ョン創出総合支援事業・重点地域研究開発推進プログラ  
ム平成19年度「シーズ発掘試験」「Development of a  
nanosensor for toxic materials」

独立行政法人科学技術振興機構（JST）平成19年度地域  
イノベーション創出総合支援事業「研究成果実用化検討  
（FS）」「新規育種技術を利用した糖タンパク質高生産  
酵母株の開発」

財団法人とくしま産業振興機構「地域食材を用いた健康  
維持機能探索と抗肥満食品への応用」

財団法人エンジニアリング振興協会「海水中のリチウム  
を捕集するための吸着材料の提供と分析及び評価」

発 表：誌上発表46件、口頭発表115件、その他9件

#### 生体ナノ計測チーム

（Nano-bioanalysis Team）

研究チーム長：石川 満

（四国センター）

概 要：

当研究チームでは、生体分子分析化学をナノテクノ  
ロジー化するという趣旨で、以下の3つの課題に取り  
組んでいる。(i) 疾患に関係する生体分子等の細胞内  
における存在を検知して診断に役立てることを目的と  
した、単一細胞及び単一細胞内外の生体分子を一分子  
レベルで実時間イメージングするための技術の研究開  
発（単一細胞診断）、(ii) 極微量の血液から生活習慣  
病のマーカー分子を数分以内に解析できるバイオデバ  
イスを開発して、在宅診断に寄与することを目的とし  
た、バイオデバイス技術の研究開発（POCT デバイ  
ス）、(iii) 個人ゲノム解析に基づくテーラーメード医  
療の実現を目的とした、1分子 DNA 解析技術及びそ  
の要素技術の研究開発（1分子 DNA 解析と要素技術）。

具体的には、“単一細胞診断”の研究開発では、単  
一生体分子を可視化するための蛍光標識に必要な量子  
ドット技術の開発、及びその細胞機能解析への応用、  
光圧を用いた細胞ソーティング技術を開発してい  
る。“POCT デバイス”の研究開発では、それぞ  
れの方法の特長を生かして、試料の蛍光標識法と非標  
識法を並行して開発している。蛍光標識法では、蛍  
光検出デバイス、及びマイクロレンズと光源の開発、  
及び POCT デバイスの応用としてバイオマーカーの検  
出技術を開発している。非標識法では、二次元エリ  
プソメトリ技術を開発している。“1分子 DNA 解析と  
要素技術”の研究開発では、DNA ポリメラーゼを用  
いた1分子 DNA シークエンシング技術、及び非蛍光  
性分子で1分子検出・同定が可能な表面増強ラマン散  
乱（SERS: Surface-enhanced Raman Scattering）  
技術を開発している。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目  
3

#### バイオデバイスチーム

（Bio-device Team）

研究チーム長：大家 利彦

（四国センター）

概 要：

バイオデバイスに向けた「精密微細加工技術」の研  
究・開発を行い、「極微量の血液からマーカーを数分  
以内に解析できるデバイス」、「注目する遺伝子につ  
いて個々人の配列の違いを数分以内に解析できるデバ  
イス」など、バイオナノデバイスを基盤とした「新規バ  
イオデバイス」の実現につなげることを目的とする。  
具体的には、レーザ等を用いた加工技術、圧電素子や  
レーザを駆動力とする極微量サンプル操作技術により、  
独自のインクジェットユニット、マイクロ流路型抗体  
固定化チップ、高密度電気泳動チップ、生体高分子分  
取装置等を開発している。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 4

## バイオマーカー解析チーム

(Biomarker Analysis Team)

研究チーム長：片岡 正俊

(四国センター)

## 概要：

マイクロ化学チップを中心としたバイオチップを用いて、臨床診断を始め生物学的解析への応用を目指す。まず各種生活習慣病や感染症を対象に Point of Care Testing への応用が可能なデバイス構築を行っている。生活習慣病については心筋梗塞診断用血中バイオマーカーH-FABP および骨粗鬆症や歯周病診断マーカーPICP を対象に、プラスチックを材料とするマイクロチップ基板に作製したマイクロ流路上での抗原抗体反応を用いた検出時間30分で臨牀的に必要とされる濃度域をカバーする定量的検出系を構築した。感染症についてはヒト・マラリア原虫(*Plasmodium falciparum*)の赤血球内寄生時における原虫外膜系の形成機構と血球膜へのタンパク輸送機構を分子(蛋白質)レベルで解明することを目的として、大量培養系の構築を行った。さらにマイクロチップの生物学的解析への応用として遺伝子多型のマルチ解析系や試験管内タンパク質合成への応用を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目11、テーマ題目12、テーマ題目13

## 生体機能評価チーム

(Glicolipid Function Analysis Team)

研究チーム長：仲山 賢一

(四国センター)

## 概要：

糖脂質などにより形成されるマイクロドメインによる細胞の制御機構の解明を行い、病気の診断・治療に応用していくことを目標として研究を行った。(1) 糖脂質によるシグナル受容体の制御機構の解明、(2) 免疫系に作用する複合糖質の解析、(3) 環境耐性酵母を用いた糖鎖工学技術の開発、の3課題について研究を進めた。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目5、テーマ題目6

## 健康リスク削減技術チーム

(Health Hazards Reduction Team)

研究チーム長：廣津 孝弘

(四国センター)

## 概要：

人の健康を維持管理する1つの方法は、身近な生活環境中に存在し健康を阻害する有害物質を体外で除去・無害化し、人体内でのそれらの作用を阻止することである。従って、水、大気等媒質中に存在する微量でも有害な健康リスク要因となる物質(イオン、分子、

バクテリア等)を安全にかつ効果的に吸着除去・無害化する基盤の技術を開発する。さらに、これらの技術と自然浄化機能を活用する生物学的手法を統合した浄化システムを提案する。特に、(1)有害オキソ酸イオン(硝酸イオン、リン酸イオン等)等を水質基準以下に抑えるための無機イオン交換体の開発、及び有害有機分子の吸着・酸化無害化系の提案、(2)多成分からなる水系(Cl<sup>-</sup>イオン濃度<0.1 mol/l)においても持続性を示す安全な水系抗菌剤の創製を行う。これらの基盤技術を統合し、機動的な浄水システムを提案する。さらに、(3)海藻等の自然浄化機能を活用する生物学的手法と吸着技術を組み合わせた海水系の浄化システム(全 N:1 ppm 以下、全 P:0.09 ppm 以下)の提案を行う。また、研究の新たな展開を念頭に、関連する基礎的技術を積極的に推進する。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10

## [テーマ題目1] 単細胞診断技術

[研究代表者] 石川 満(生体ナノ計測チーム)

仲山 賢一(生体機能評価チーム)

[研究担当者] 石川 満、福岡 聡、田中 芳夫、

平野 研、Vasudevan Pillai BIJU、

仲山 賢一(常勤職員6名、他5名)

## [研究内容]

細胞膜上の増殖因子受容体(EGFR)の存在状態の違いに着目して、がん細胞と正常細胞を区別することが本題目の第1の目的である。今年度の目標は以下の通り。量子ドットで標識した成長因子 EGF が成長因子レセプターEGFR を活性化するかを確認する。確認後、EGF の活性に問題がなければ糖脂質存在下、非存在下でのEGFR の挙動を量子ドットで標識した EGF を用い、AFM と蛍光顕微鏡を用いて観察を行い、作用機序を解明する。

今年度、量子ドットで標識した EGF による EGF レセプターの活性化は確認されなかった。これは、標識された EGF に対して量子ドットがかなり大きいため、レセプターとの結合の障害となった結果と考えられる。来年度は、通常の蛍光色素や抗体を用いた手法に転換し研究を継続する。

従来の細胞ソーティング技術では達成されていない5種類以上の細胞(粒子)の回収操作を、光圧を用いた新規なマルチソーティング法を用いて実現することが本題目の第2の目的である。細胞マルチソーティング技術の実用化に向けて、細胞処理量の向上を目指した自動化等、装置を改良する。細胞回収に適したマイクロチップを設計する。そして、セルソータ用の PDMS チップを自製できる体制を整えることを今年度の目標とする。

今年度、細胞マルチソーティング技術の実用化に必要な、細胞を含む微粒子の蛍光強度に応答する回収機構の

自動化を実現した。装置の制御およびデータ解析に必要なソフトウェアを開発した。さらに、簡便に作成可能なPDMS製のマイクロチップについて、連続的な細胞回収に適した並列型構造を考案し自製した。その結果、5種類の微粒子を回収する並列分取が可能となり、一般的なセルソータで分取できる4種類を上回った。現在、実用上重要な動物細胞のマルチソーティングを試ている。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 単一細胞、量子ドット、蛍光イメージング、AFM、増殖因子レセプター、糖脂質、光圧、細胞ソーティング

## 【テーマ題目2】 バイオナノ技術を用いた診断デバイスの開発

【研究代表者】 石川 満（生体ナノ計測チーム）

大家 利彦（バイオデバイスチーム）

【研究担当者】 石川 満、片岡 正俊、大槻 荘一、伊藤 民武、Vasudevan Pillai BIJU、大家 利彦、田中 正人、内海 明博（常勤職員8名、他12名）

### 【研究内容】

POCT 用途に開発されたポリメチルメタクリレート（PMMA）等、ポリマー製のバイオデバイスに対するタンパク質等の非特異吸着を防止するための新しいダイナミックコーティング法を開発して、疾病等のマーカー生体分子を蛍光標識型の電気泳動法を用いて解析すること、および数10個以上の遺伝子またはマーカー生体分子を非標識で計測できるマイクロアレイ創製することが本題目の目的である。本題目に含まれる各項目の今年度の目標は以下の通りである。非特異吸着防止の研究では、新規なダイナミックコーティング用のセルロース誘導体を用いて、従来分離が困難であったタンパク質および糖鎖試料を分離する。心筋梗塞診断デバイスの開発では、心筋梗塞マーカーの H-FABP タンパク質をマイクロ流路中で検出するため流路設計および検出系を設計し、血球成分分離ユニットの流路組込む。イメージングエリプソメトリーの開発では、表面プラズモン共鳴およびエリプソメトリーに基づく非標識二次元検出技術を開発する。特に、並列同期検出法を利用した測定の高速度および精度の向上を図る。上記非標識計測に用いるデバイスを作製するため、金、シリカおよび金属酸化物の表面に DNA やタンパク質を高密度に固定化する技術を開発する。また、金薄膜上にシリカの高密度薄膜を形成する技術を開発する。

今年度、非特異吸着防止の研究では、疎水基で修飾した一連のヒドロキシエチルセルロース（HEC）誘導体を新規設計し合成した。これらの新たに合成された疎水性の HEC 誘導体をダイナミックコートした結果、効率よく非特異吸着が抑制され、それぞれの出発セルロースでは不可能であったレクチンタンパク質およびグルコースを基本単位とする糖鎖類の分析に成功した。心筋梗塞

診断デバイスの開発では、全血を用いたマイクロチップ上での H-FABP 検出系の構築のため、レクチン標識磁気ビーズを用いることで遠心などの前処理を必要とせず短時間で効率的な赤血球の除去方法を構築した。さらに環状ポリオレフィン基板上で抗原抗体反応を用いた結果、臨床診断に用いられる6.2 ng/mL以上の H-FABP を定量検出する系を構築した。

イメージングエリプソメトリーの開発では、光学系等の調整・校正して偏光解析パラメータの測定精度の向上を評価した。自動回転ステージを用いて入射角を正確かつ迅速に設定可能となり、表面プラズモン共鳴（SPR）イメージング測定が迅速化し精度が向上した。非標識計測用のデバイスの作製では、高品質な金薄膜を形成させ、その表面上に均質な有機薄膜を作成する手法を確立した。その結果、DNA やタンパク質を高密度で固定化できた。同様の方法をシリカ、金属酸化物の薄膜化に応用できることを確かめた。

【分 野 名】 ライフサイエンス／ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電気泳動、タンパク質マーカー、血液、疾病リスク、健康

## 【テーマ題目3】 個人のゲノム情報に基づく診断技術の要素技術開発

【研究代表者】 石川 満（生体ナノ計測チーム）

【研究担当者】 石川 満、田中 芳夫、伊藤 民武、平野 研（常勤職員4名、他3名）

### 【研究内容】

従来法の限界を克服するために、1分子で DNA の塩基配列を解析することが本題目の目的である。この目的を達成するために、それぞれ特長のある蛍光標識法と非蛍光標識法を並列して研究する。非蛍光標識法では、要素技術として、核酸塩基等を直接1分子検出感度が期待される表面増強ラマン散乱（SERS）分光の高感度化および高感度発現効率を向上させることが目的である。

蛍光標識法では、ポリメラーゼ反応によって、4種類の蛍光標識ヌクレオチドが所定の順番で取り込まれる過程を実時間で可視化することにより、1分子 DNA シーケンシングを達成することが今年度の目標である。また、DNA ポリメラーゼ自体を改変し、蛍光標識ヌクレオチドを効率的に取り込み、ヌクレオチド取り込みのエラーの少ないポリメラーゼの獲得を試みる。また蛍光標識ヌクレオチドの改良によるポリメラーゼ反応制御の手法も併せて調べる。

今年度、DNA ポリメラーゼ変異体の探索では、合成忠実度、取り込み活性などの機能を解析して、1種類の酵素に絞り込んだ。この酵素を用い3種類の蛍光標識dNTPのDNAポリメラーゼ合成反応をリアルタイムに観察することによって、鋳型DNAの塩基配列に対応した塩基が取り込まれる過程を実時間で観測することに成



功した。

非蛍光標識法では、以下の2つの項目が今年度の目標である。単一の金属ナノ粒子凝集体について、表面増強ラマン散乱（SERS）と弾性散乱スペクトルを同時に測定できる装置と走査型電子顕微鏡を用い、SERS技術の実用化を困難にしている強度のばらつきの原因を解明するために、SERS強度と弾性散乱スペクトルおよび金属ナノ構造の形態との相関を、個々の金属ナノ粒子について調べる。さらに、金属ナノ構造の創製法として、新たに見出した近赤外レーザ誘起光還元法を用いて SERS 活性の高いナノ構造を作成する。

今年度、SERS スペクトルと強度のばらつきは、ナノ構造の形態の多様性に起因する個々の金属ナノ粒子凝集体のプラズモン弾性散乱の共鳴波長のばらつきに起因することを解析した。この解析に資する実験技術として、同一の金属ナノ粒子凝集体に対して、走査型電子顕微鏡測定、SERS 測定、そしてプラズモン弾性散乱共鳴測定を可能とする実験手順を確立した。近赤外レーザ誘起光還元法を用いてプラズモン共鳴の波長、分極方向を制御した好適なナノ構造を作製中である。その他、SERS が細胞の表面に局在しているタンパク質の分析に有用なことを実証した。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】1分子 DNA、1分子操作、ゲノム解析、表面増強ラマン散乱、局在表面プラズモン

#### 【テーマ題目 4】集積型診断デバイスに向けたレーザ微細加工技術の開発

【研究代表者】大家 利彦（パイオデバイスチーム）

【研究担当者】大家 利彦、内海 明博、田中 正人（常勤職員3名、他5名）

【研究内容】

微細流路、流体制御素子と電子回路が共存し、多項目の同時診断が可能な集積型診断デバイスの実現に向け、レーザを用いた精密微細接合・除去・整形等の加工技術開発を行う。

今年度は、すでに開発済みのマイクロ流路加工技術を用い、高密度電気泳動チップならびに、機能集積型診断チップ向けの極微量生体サンプル操作技術として、マルチノズル型レーザ駆動インクジェットヘッドを開発・試作し流路幅50ミクロン、流路ピッチ100ミクロン、50ノズルでの吐出動作を確認した。また、駆動に必要なレーザエネルギーの低減に向け、吐出口サイズ・形状、レーザ吸収体寸法の影響を調べた。

【分 野 名】ライフサイエンス／ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】パイオナノ、診断デバイス、パイオチップ、疾病リスク、微細加工、レーザ、健康

#### 【テーマ題目 5】免疫系に作用する複合糖質の解析

【研究代表者】仲山 賢一（生体機能評価チーム）

【研究担当者】仲山 賢一、安部 博子、奥田 徹哉（常勤職員3名）

【研究内容】

免疫系に作用する糖脂質を各種食材から抽出し、その活性をマクロファージ様細胞を用いて解析を行った。また、糖脂質による生体制御機構の解明の一環として、糖脂質合成に関する酵素の発現制御機構の解明をするために、そのプロモーター配列の決定を行い、制御領域の特定に成功した。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】免疫、糖脂質

#### 【テーマ題目 6】環境耐性酵母を用いた糖鎖工学技術の開発

【研究代表者】仲山 賢一（生体機能評価チーム）

【研究担当者】仲山 賢一、安部 博子（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

これまでに糖鎖工学センターで開発されたヒト適応型糖鎖付加酵母について、その欠点である高温での生育停止を、新規変異導入法を用いて耐性の株を取得することに成功した。この新規高温耐性酵母は、通常の温度においても生育が向上していることが判明した。このことから、新規環境耐性酵母はヒト適応型糖鎖付加糖タンパク質の生産に適したものであることが分かった。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】環境耐性、糖タンパク質

#### 【テーマ題目 7】微量で健康に有害な化学物質の除去・無害化技術

【研究代表者】廣津 孝弘（健康工学研究センター）

【研究担当者】廣津 孝弘、坂根 幸治、苑田 晃成、王 正明（エネルギー技術研究部門）（常勤職員4名、他4名）

【研究内容】

水系で健康に有害な硝酸イオン等のオキシ酸陰イオンを水質基準以下に低減できる実用的な新規イオン交換体の開発を目標とする。さらに、微量の有害有機分子を酸化無害化するための新規材料を設計・開発する。本年度は、実験室レベルで合成することに成功した無害な元素組成からなる硝酸イオン選択性吸着剤に関して、粒径を制御した大量製造を試みた。粒径の整った吸着剤微粒子を担持した実用的な繊維状成形体を開発した。また、有害有機物捕捉・無害化モデルとして、炭素薄層とチタニアナノ粒子からなる新規光触媒複合体の開発を進めた。

無害な Mg および Al の金属元素を成分とする層状複水酸化物 MgAl(Cl)-LDH を数十 kg 単位で製造を試みた。粉砕・分級して平均粒径約0.6 μm(最大粒径3 μm)



に調整した粉末状の硝酸イオン吸着剤は、実験室レベルと同等の硝酸イオン選択性と物性を有することを明らかにした。この粉末状硝酸イオン選択性吸着剤をその粒子界面が非接触になるように高分子マトリックスに担持した繊維状成形体(繊維径約1 mm)を調製し、攪拌式バッチ試験で原料粉末と同等の硝酸イオン交換特性を示すことを明らかにした。

これらの知見を基に、昨年度から実施している地域新生コンソーシアム研究開発事業において、災害等非常時用の機動的浄水システムのプロト機を試作し、河川水、ため池水、地下水を原水とするフィールドテストを行い、処理水が水質基準を満足することを実証した。また、新規磁性吸着剤の合成方法を確立した。

有害有機物の選択吸着性と光分解性を同時に有する新規複合体を開発するため、市販チタニアの極低濃度ビスフェノール A(BPA; DDT、PCB 等の構造類似物)に対する光分解効果を解明し、平成18年度に実施した BPA に対する吸着性能にかかるスクリーニング実験の結果と併せて考察し、複合体中に含有されるチタニアの光触媒活性の向上が最も重要な課題であることが分かった。その結果、複合体中のチタニアの結晶状態が制御された高性能の新規ポーラスナノコンポジットを開発することに成功した。得られたアナターゼナノ粒子-/ナノロッド-炭素ナノシート系コンポジットは、吸着特性が優れているだけでなく、光触媒活性も市販のチタニアよりも6倍以上高いことから、実用的にも大変有望である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 イオン交換、選択吸着、硝酸イオン、層状複水酸化物、浄水、難分解性有機化合物、層状化合物、ビスフェノール A、チタニア、ナノロッド、光分解

【テーマ題目8】 水系微生物の無害化に関する研究

【研究代表者】 廣津 孝弘

(健康リスク削減技術チーム)

【研究担当者】 廣津 孝弘、小比賀 秀樹、

榎田 洋二、都 英次郎

(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

水系で抗菌性を発現する抗菌材料の設計・開発を目指す。特に、その広いスペクトルと安全性に着目し多成分系においても抗菌性を持続的に発現できる新規銀系抗菌剤の開発、ある特定の微生物を特異的に認識しかつ無害化できる新規ナノ複合体の設計を集中的に行う。

新規銀系抗菌剤の開発では、2種類の層状ニオブ酸化物(ニオブ酸チタン、ニオブ酸カルシウム)の層間に銀イオンよりも耐塩性の高い銀錯体(ヒスチジン銀錯体、メチオニン銀錯体)を担持した新規な銀系抗菌剤を開発した。通常のイオン交換法では出発物質の層状ニオブ酸化物の層間に直接銀錯体を挿入することはできないが、

層状ニオブ酸化物の剥離再配列を利用する方法または段階的イオン交換法により担持できた。剥離再配列を利用する方法では、層状ニオブ酸化物がテトラメチルアンモニウムヒドロキシド溶液中で剥離し乾燥すると再配列する反応を利用して、銀錯体を層間に担持した。段階的イオン交換法では、まず比較的大きなイオンを層状ニオブ酸化物の層間に挿入して層間を広げた後、通常のイオン交換法により銀錯体を担持した。次に、水系における抗菌性の発現期間の制御を目的として、銀錯体担持ニオブ酸化物の層間または表面を疎水化して銀錯体の徐放制御を試みた。イオン交換法により層間の一部にアルキルトリメチルアンモニウムを挿入し疎水化したサンプルは、4 mM  $\text{NaNO}_3$  溶液中においてアルキル基が短いほど銀錯体の溶出量は低かったが、疎水化しないサンプルよりも溶出量が高かった。一方、シリル化反応により表面をエチルトリエトキシシランで疎水化したサンプルは、疎水化しない場合に比べて溶出量は30~50 %低かった。このことから、銀錯体の溶出抑制には、単なるイオン交換による層間疎水化よりもシランカップリングによる表面疎水化が好適なことがわかった。

微生物(酵母、大腸菌、ファージ)を特異的に認識し、かつこれを無害化するための、新規ナノカーボン(カーボンナノホーン)複合体の設計を行った。水系分散性に優れた本複合体は、水中でこれらの微生物に選択的に吸着し、近赤外レーザを照射することによりナノカーボンの光発熱効果を利用して微生物を特異的に殺傷できることを明らかにした。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 抗菌剤、銀錯体、塩水、層状ニオブ酸化物、層間担持、疎水化、ナノ複合体、分子認識、ナノカーボン、光発熱

【テーマ題目9】 生物学的手法を統合した浄化システムの構築

【研究代表者】 垣田 浩孝

(健康リスク削減技術チーム)

【研究担当者】 坂根 幸治、垣田 浩孝、小比賀 秀樹

(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

魚類により富栄養化された海水中の窒素、リンを環境基準値(全窒素:1 ppm 以下、全リン: 0.09 ppm 以下)にまで低減し、それを海域に戻すための「洋上半閉鎖型魚類養殖システム」のモデルを設計する。このため、研究課題を次の3つのサブ課題:(a) 生態系に係わる物質収支(海藻等の増殖に関する物質収支)の解明、(b) ナノ空間制御吸着剤による海水中濃度の環境基準値までの低減、(c) 生態系リサイクルを達成するための海藻の利用法の確立、で計画構成し、それらを目指して研究を進める。

本年度は、(a) 海藻の増殖に関する物質収支につい

てのパラメータをさらに取得するために、海藻増殖に関する窒素、リンの物質収支への海水の流速と海水中の栄養塩濃度の影響を評価した。(b) 海水中の栄養塩類の吸着用として選定した吸着剤について大量合成を行った。得られた硝酸イオン吸着剤、リン酸イオン吸着剤の吸着速度を改善するために、造粒条件を検討した。(c) 海水中の窒素、リンを吸収して増殖した海藻から粗抽出液を調製した。次いで、海藻粗抽出液中の活性と比べて海藻由来有用成分の比活性を2倍上昇させる精製方法を高速液体クロマトグラフィにより分析レベル ( $\mu\text{g}$  オーダー) で検討した。

本年度の研究により以下のことが明らかになった。  
(a) 海水の流速と海水中の栄養塩濃度(窒素及びリン濃度)の異なる培養条件下での海藻生長を比較し、海藻増殖による栄養塩類吸収に関するデータを取得できた。  
(b) 液中硬化法による造粒で、粒径の小さい成形体が得られる条件を検討し、吸着速度を改善できた。  
(c) イオン交換高速液体クロマトグラフィ用カラムを用いた塩濃度の直線上昇溶離により、粗抽出液中の海藻色素を約30 %除去でき、海藻粗抽出液中の活性に比べて海藻由来有用成分の比活性を2.5倍上昇できた。

広い塩分濃度、水温範囲で生育可能な紅藻類海藻の天然藻体から分離した単藻培養株が、栄養塩濃度が低濃度でも高濃度時のアンモニア態窒素約40 %、リン酸態リン約20 %の栄養塩吸収能を保持しており、当該海藻が広い栄養塩濃度範囲で海水中の栄養塩吸収に利用可能であることを示した。このことからこの単藻培養株は、魚類養殖場の栄養塩類の生物吸収剤として有用であるといえる。液中硬化法による造粒で、粒径の小さい成形体が得られる条件を検討し、吸着速度を改善できたことは、大量の海水を処理する吸着処理の効率の点から、その意義は大きい。魚類養殖場の栄養塩類を吸収して増殖した海藻の有用成分の比活性を上昇させることができたことは、海藻利用のための基盤技術として重要である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 健康リスク削減、環境保全、水環境、海水、海藻、健康増進 (魚類)

#### 【テーマ題目10】健康関連基盤技術

【研究代表者】 廣津 孝弘

(健康リスク削減技術チーム)

【研究担当者】 廣津 孝弘、坂根 幸治、吉原 一年、  
苑田 晃成、榎田 洋二

(常勤職員5名、他3名)

#### 【研究内容】

健康、環境分野の基盤的技術として、極低濃度のイオンあるいは分子を特異的に認識・捕捉する分離剤の開発と評価、さらには希少糖の新規な有用機能の評価を行っている。本年度は、化学交換法によるリチウム、ホウ素同位体の高効率カラム分離を検討した。また、新規な希

少糖の機能を開発する目的で、バチルス属菌に属する納豆菌によるたんぱく質分解酵素プロテアーゼの分泌生産に及ぼす希少糖の効果を調べた。

化学交換法による同位体分離は、異なる化学種間で同位体の僅かな分配が生じることを利用するもので、ホウ素同位体 ( $^{10}\text{B}$ 、 $^{11}\text{B}$ ) の場合、 $^{10}\text{B}$  は四面体型の錯体に、一方 $^{11}\text{B}$  は平面三角型形の錯体に分配されることを利用する。ラボスケールの実験においては、これまで回収した $^{10}\text{B}$  濃縮画分 ( $^{10}\text{B}/^{11}\text{B} = 0.622$ ) を供給液としてカラム実験を行った。同位体は  $\delta^{10}\text{B}$  値で  $-308 \text{ ‰}$  から  $+308 \text{ ‰}$  まで、対称性良く分離され、 $^{10}\text{B}$  の最大濃縮値 ( $^{10}\text{B}/^{11}\text{B} = 0.814$ ) は、天然比 ( $^{10}\text{B}/^{11}\text{B} = 0.25$ ) の3.2倍となり、数値目標とした3倍濃縮を達成した。ベンチ試験により、 $^{10}\text{B}$  濃縮物 ( $^{10}\text{B}/^{11}\text{B} = 0.30$  以上) をホウ素換算で100 g 以上回収することができた。一方、リチウム同位体 ( $^6\text{Li}$ 、 $^7\text{Li}$ ) の場合、カラム分離実験により $^6\text{Li}$  濃縮画分を採取し、これ供給液として次のカラム実験に用いる方法で操作する、繰り返しカラム実験による $^6\text{Li}$  の高濃縮化を試みた。3回の繰り返し実験により採取した濃縮画分の $^6\text{Li}$  濃縮度 ( $^7\text{Li}/^6\text{Li} = 5.1$ ) は、最初に用いたリチウム供給溶液の $^6\text{Li}$  の天然比 ( $^7\text{Li}/^6\text{Li} = 12.4$ ) の2.4倍であった。目標値の3倍濃縮には、さらにあと1回のカラム分離が必要と思われる。同位体の濃縮には、多段カラム処理が単カラムによる長距離展開よりも実用的であることがわかった。

本年度は納豆菌 (バチルス属菌) が菌体外に分泌生産するプロテアーゼの生産に及ぼす希少糖の効果を評価した。9種類の希少糖について効果を調べた結果、D-アロースの場合、培地あたり0.6 %までの添加で培地中のプロテアーゼ活性が添加濃度に応じて増加し、0.6-0.8 %の添加でほぼ平衡に達し活性は2倍超となることを見出した。

【分 野 名】 ライフサイエンス、環境・エネルギー

【キーワード】 同位体分離、リチウム、ホウ素、希少糖、アロース、プロテアーゼ、納豆菌

#### 【テーマ題目11】生活習慣病診断用バイオチップの開発

【研究代表者】 片岡 正俊

(バイオマーカー解析チーム)

【研究担当者】 片岡 正俊、八代 聖基

(常勤職員2名、他3名)

#### 【研究内容】

心筋梗塞マーカーH-FABP および骨粗鬆症や歯周病のマーカーとして利用される PICP について、数マイクロリッター単位の血漿サンプルを対象に、マイクロチップ基板上に形成したマイクロ流路上で抗原抗体反応を用いることで検出時間30分で臨床検査に必要とされる濃度範囲で定量的検出系を構築している。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生活習慣病、バイオチップ、マイクロ流

路、臨床検査、抗原抗体反応

〔テーマ題目12〕熱熱帯マラリアの赤血球寄生様式の機構解明

〔研究代表者〕片岡 正俊  
(バイオマーカー解析チーム)

〔研究分担者〕片岡 正俊、八代 聖基  
(常勤職員2名、他3名)

〔研究内容〕

熱熱帯マラリア原虫の膜輸送タンパク質の同定と機能解析を目標に、ヒト・マラリア原虫の赤血球内寄生時における原虫外膜系の形成機構と赤血球膜へのタンパク質輸送機構をタンパク質レベルで解明するものである。そして N-ethylmaleimide-sensitive factor (Pf NSF) のマラリア原虫ホモログを足がかりにして複数の原虫由来の膜融合装置関連タンパク質を同定するために、NSF のアミノ酸配列から2種類の合成アミノ酸を作製してこれをもとに NSF 特異的な抗体作製を行った。作製した特異抗体を用いて膜融合装置関連タンパク質を同定するとともに、生化学的・構造生物学的な解析を行っている。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕熱熱帯マラリア原虫、小胞輸送、膜融合タンパク質、赤血球、抗体

〔テーマ題目13〕マイクロチップの生物学的解析への応用

〔研究代表者〕片岡 正俊  
(バイオマーカー解析チーム)

〔研究分担者〕片岡 正俊、八代 聖基  
(常勤職員2名、他3名)

〔研究内容〕

マイクロチップ電気泳動は核酸・タンパク質の分離・解析に用いられており既に複数の企業からデバイスとして市販されている。マイクロチップ基板を含めこれら市販のマイクロチップ電気泳動装置の汎用性を高めるために生物学系の実験や臨床検査を見据えた応用性を検討している。その対象として、RNA 発現解析や試験管内タンパク質合成系に必要とされる合成 RNA のリアルタイム解析への応用、mRNA 発現解析を目的とする RNase protection assay や、遺伝子多型にもとづく制限酵素切断長多型による血液型判定のオンチップマルチ解析法などを PMMA 基板上で構築しており生物学的応用性の高さを明らかにしている。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕マイクロチップ電気泳動、生物学的解析、バイオチップ、マルチ解析

②0【情報セキュリティ研究センター】

(Research Center for Information Security)

(存続期間：2005. 4. 1～2012. 3. 31)

研究センター長：今井 秀樹

副研究センター長：渡邊 創、米澤 明憲

主 幹 研 究 員：古原 和邦

所在地：東京本部・秋葉原事業所

人 員：23名 (22名)

経 費：544, 330千円 (194, 540千円)

概 要：

情報セキュリティ研究センターのミッションは、「不正行為にも安全に対処できる、誰もが安心して利便性を享受できる IT 社会の実現」のため、情報セキュリティ分野に関する研究開発を実施することである。現状における緊急度や産総研のミッションである「国際的な産業競争力強化、新産業の創出」といった視点を勘案し、特にソフトウェア製品、ハードウェア製品に求められる情報セキュリティ技術、及びそこで用いられる基盤技術の確立を目標とする。さらにこれらの研究活動を通じて、世界的な研究成果を継続的に出すことのできる、「日本のセキュリティ研究のコア」を形成すること、また政府が実行する情報セキュリティ関連施策の技術的、人的支援を行い、国民にも国際的にも信頼される機関として認知されることを目指す。

情報セキュリティに関係する諸問題の現状を鑑み、特に緊急性が高いと考えられる次の (ア)～(ウ) 3つのサブテーマを中核的課題としたチームを構成する。また今後はセンターの規模拡大とその時点での状況に応じて、これら以外のテーマ、たとえばセキュリティマネジメントやネットワークセキュリティといった分野を研究するチームを創設するなど、社会の要求に即座に対応できるよう柔軟な体制を維持する。

(ア)セキュリティ基盤技術研究チーム

安心して利用できる IT 社会基盤の提案・評価を目的としており、要素技術の機能強化及び新機能の提案・評価によりこの目的を達成する。また公的な評価活動へ積極的に参加する、重要インフラの評価を行う等の活動により、公的機関としての役割も果たしていく。

(イ)物理解析研究チーム

ハードウェア及び物理的セキュリティ技術に関する研究を行う。スマートカードなどに代表されるセキュアモジュール (耐タンパーモジュール) の実装・強度評価手法や、物理的效果に着目したセキュリティ技術の実用化を目的としており、物理学、量子情報理論等の知見を用いたモデル解析とその実証実験によりこの目的を達成する。

(ウ)ソフトウェアセキュリティ研究チーム

OS、Web アプリケーションなどのさまざまなソフトウェアをセキュアに構築する方式の開発を目的とする。検証技術、プログラミング言語技術、ラン



タイムシステム技術等を基盤とし、セキュリティホールの混入や発現の防止、製品が安全に設計・実装されていることの検証などを可能とすることによりこの目的を達成する。

さらに、それぞれが自身の課題に取り組むだけでなく、ある課題に各チームが異なる視点から取り組み、また協力し合うことにより、これまでに無かった総合的で効果的なセキュリティ技術を創出することも目指す。そして研究開発活動を通じ、以下のような役割を果たしていくことにより、センターの研究目標を達成する。

- ・産業界に役立つ研究開発人材の育成：  
学術的シーズと産業界・利用者ニーズに精通した人材を、産学官連携による研究活動を通して育成する。
- ・インシデントに対応できる専門家及びチームの育成：  
関係機関に出向するなど、実務を通じた専門家を育成する。
- ・裏づけのあるセキュリティ情報の発信源：  
高いレベルの研究成果を出し続けることで、専門家及び専門研究により裏付けられた、信頼できる情報の発信地としての役割を果たす。
- ・重要インフラ等の安全性評価：  
新たな手法の研究、及び最先端の手法を用いた重要インフラの評価を、公的研究機関の立場を活かして行う。脆弱性を発見した場合には、IPA 等適切な伝達ルートを通して関係者へ脆弱性情報及び対処法を周知する。

内外の機関との連携を通じ、研究成果を社会へ還元していく。民間企業、大学、公的研究所等とは、共同で研究プロジェクトを立ち上げ、日本の情報セキュリティ分野のレベルアップ、世界をリードする産業分野の育成、新産業の創出を目指す。経済産業省、内閣官房情報セキュリティセンター、IPA をはじめとする政府およびその関連機関に対しては、情報セキュリティ研究センターで開発した最先端の研究に基づく情報の提供、問題の解析、対処法の提案など、技術的なバックアップを行い、緊密な連携を取っていくことで、より安全性の高い製品を流通させることを目指す。NICT のような他研究機関とは、担当する研究分野を効率的に分担し、また融合的な分野については共同で研究するなど、より効果的な成果を生み出す協力関係づくりを目指す。

-----  
外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金「量子論における不確定性原理の情報理論的表現とその応用」

文部科学省 科学研究費補助金「量子情報技術を頑強にする符号化技術の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「量子情報セキュリティ技術を取り入れた情報基盤設計のための基礎研究」

日本学術振興会 科学研究費補助金・特別研究員奨励費  
「低機能デバイスへ実装可能な実用的ポスト量子公開鍵暗号方式に関する研究」

日本学術振興会 科学研究費補助金・特別研究員奨励費  
「汎用的結合可能性を持つ高機能な公開鍵暗号とその量子的な拡張」

経済産業省 情報セキュリティ政策室委託費「ユビキタスネットワーク向けセキュアアセットコントロール技術の研究開発」「情報漏えいに堅牢な認証・データ管理方式とそのソフトウェアによる安全な実装・検証手法に関する研究開発」

経済産業省 情報セキュリティ政策室委託費「暗号モジュールの実装攻撃の評価に関する調査研究」

文部科学省 科学技術振興調整費「組込みシステム向け情報セキュリティ技術」

発 表：誌上発表130件、口頭発表139件、その他5件

#### ----- セキュリティ基盤技術研究チーム

(Research Team for Security Fundamentals)

研究グループ長：大塚 玲

(東京本部・秋葉原事業所)

概 要：

インターネットを介したサービスが広く普及した現在、その便利さの一方で、不正アクセスによる情報漏えいや、なりすましによるネット詐欺など、これまで存在しなかった問題が、数多く起きようになってきた。セキュリティ基盤技術研究チームでは、このような不正を防止し安心して利用できる IT 社会を実現することを目的とし、それを実現するための情報セキュリティ基盤技術に関する研究を行っている。基盤を構成する要素技術の例としては、ネット上を流れる情報の盗聴を防止したり改ざんを検出したりする「暗号技術」や、ネット上の利用者や端末などを特定・認証する「認証技術」などがある。我々は、それらをより使いやすく、また、より高い機能を実現するための研究や、新たな機能の実現、並びに安全性の評価を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3、テーマ題目 4、テーマ題目 5

#### 物理解析研究チーム

(Research Team for Physical Analysis)



研究チーム長：今福 健太郎

(東京本部・秋葉原事業所)

概 要：

情報セキュリティ技術は、さまざまな形で周辺科学技術の影響を受けその発展を続けている。特に、情報システムを実装するベースである物理層については、その技術的発展が情報セキュリティ技術に与える影響は大きい。物理層における技術の発展は、単に、既存の情報セキュリティ技術を効率よく達成するだけでなく、新しいタイプの情報セキュリティやそれに対する脅威のソースとなっている場合がある。このような状況を背景とし、物理解析研究チームでは、①ハードウェアのセキュアな設計・実装を可能とする各種技術やそれらの評価法の研究、及び、②量子暗号など、自然法則の原理や性質に基づいた情報セキュリティ技術の研究開発、を通じ、より安全な情報社会の実現に向け、根源的な貢献を行うことを目的としている。主な研究内容としては、1) 量子情報セキュリティ、2) 現代暗号論に基づくハードウェアデバイスのセキュリティ、3) 実用的仮定に基づく暗号の研究、などが挙げられる。

研究テーマ：テーマ題目 6、テーマ題目 7、テーマ題目 8

#### ソフトウェアセキュリティ研究チーム

(Research Team for Software Security)

研究チーム長：柴山 悦哉

(東京本部・秋葉原事業所)

概 要：

情報のデジタル化が進み、人間が情報にアクセスするためにもコンピュータシステムの助けが必要な時代となった。今日では、システムのセキュリティを確保すること抜きに、情報のセキュリティを守ることなど考えられない。しかし、コンピュータシステムの挙動を制御するソフトウェアは、依然として多くの脆弱性を抱えたまま稼働を続けている。ソフトウェアセキュリティ研究チームでは、このような現状を改善するために、ソフトウェアのセキュアな設計・実装を可能とする各種技術の研究・開発に取り組んでいる。また、その技術を応用し、広い意味でプログラムとみなせるプロトコル等の安全性を保証する方式の研究・開発も行っている。今年度の主な研究内容としては、(1) ソフトウェアの正しさを検証するための基礎理論と正しさが保証されたツールの開発、(2) ソフトウェアの信頼性を高めるためのテスト方式、(3) HTTP アクセス認証法を拡張した相互認証方式の提案などがある。

研究テーマ：テーマ題目 9、テーマ題目 10、テーマ題目

11

-----  
**【テーマ題目 1】情報漏えいに堅牢な暗号・認証方式**

**【研究代表者】** 古原 和邦

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

**【研究担当】** 古原 和邦、辛 星漢、花岡 悟一郎、

Hanane Fathi、渡邊 創

(常勤職員5名)

**【研究内容】**

従来、多くのセキュリティシステムは、そこで利用されている鍵や認証用データは漏えいしないとの仮定の基で構築されてきた。本研究では、この仮定を見直し、鍵や認証用データは漏えいするとした上で、それらが漏えいしたとしても大きな被害を引き起こさない、あるいは被害を局所化できる方法の研究を行っている。具体的に、鍵漏えいに堅牢な暗号化方式、電子署名方式、認証鍵共有方式、鍵の効率的な更新方法などの研究に取り組んでおり、これらの成果を応用することで、サーバやクライアントに保存している機密情報をより高度かつ効率的に保護したり、データベースに保存している個人情報情報を情報漏えいや不正アクセスから保護したりすることが期待できる。本年度は、これまでに提案してきた情報漏えいに堅牢なパスワードを用いた認証法に関し、クレデンシャルサービスや無線ネットワークへの応用についての検討を行った。公開鍵暗号の一種で、秘密鍵を複数のマスター鍵と一定期間で更新される一時鍵に分割することで、秘密鍵が漏えいした際に、その被害を最小限に抑えることのできる暗号を提案、論文誌発表を行った。

**【分野名】** 情報通信・エレクトロニクス

**【キーワード】** 認証、情報漏えい、暗号化

**【テーマ題目 2】代替暗号・認証技術に関する研究**

**【研究代表者】** 大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

**【研究担当】** 大塚 玲、北川 隆、花岡 悟一郎、

繁富 利恵 (常勤職員4名)

**【研究内容】**

従来の暗号技術の多くは、安全性を素因数分解の困難性等の計算量的な仮定に依拠している。しかし、これらの仮定が将来にわたって成り立つかどうかについては不明であるため、長期的な安全性が要求されるアプリケーションに対しては、必ずしも適用することができない。本研究においては、このような問題を回避するために1) 新技術及び新解析技術の研究、及び2) 新技術を円滑に適用するための研究を行なっている。本年度は、これまでに提案してきた認証符号をベースとする情報量的安全性に基づく暗号技術の効率化を行い、実用性の高い方式を国内研究会、国際会議などにおいて発表を行った。

また、公開鍵暗号の問題点を克服し、さらに高機能な暗号技術の実現を可能にする技術として ID に基づく認証・暗号化方式に注目し、研究を行っている。今年度は、より現実の世界を自然にモデル化した環境設定において、安全性を証明可能な公開鍵暗号や電子署名の構成法の基

礎理論について研究を行い、特に、選択平文攻撃に対して安全な暗号から、ブラックボックス変換で、限りなく選択暗号文攻撃に近い攻撃（所謂、Bounded CCA）に対して安全な暗号方式を構成する手法を初めて示した。本成果は比較的容易に構成可能な暗号を最強の暗号に変換する方式を示したものであり、広く利用されている暗号が安全でなくなった際に、代替方式を容易に構成することを可能とするものである。またこれらの成果を国際会議などで発表した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報量的安全性、ID ベース暗号、情報漏洩

### 【テーマ題目3】プライバシー保護技術に関する研究

【研究代表者】大塚 玲

（セキュリティ基盤技術研究チーム）

【研究担当者】大塚 玲、渡邊 創、古原 和邦、北川 隆、繁富 利恵、辛 星漢  
（常勤職員6名）

#### 【研究内容】

情報技術の発達に伴い、情報システム内に大量に蓄えられたプライバシー情報の漏洩が深刻な社会問題になっており、またネットワーク上の個人の尊厳を守ることがきわめて重要な課題になりつつある。本テーマではプライバシー情報漏洩問題を抜本的に解決するため、プライバシー情報を一切取得しなくても適切に情報処理が行える基盤技術の確立を目指して研究を行っている。こういった技術を利用することにより、プライバシー情報をサービス提供者が無駄に取得することなく、サービスを円滑に各ユーザに対して提供をすることができる。これまで提案してきたリフレッシュ可能な匿名トークン、匿名性の高いRFID、匿名通信路などについて、今年度は主としてコンテキスト依存サービスでの応用を考え、そこでのセキュリティ要件とそれを満たす手法を開発した。匿名でのパスワード認証法について、従来提案されてきた手法で問題となっていた通信量を削減する効率的な方式を開発した。これらの研究成果については、学会発表、論文誌発表を行った。

また、コンテンツの不正流通や顧客情報の漏洩への対策として、たとえ情報が漏洩したとしても漏洩した情報に符号化された識別子を埋め込むことにより、不正流通に関与した利用者を追跡できる技術として結託耐性符号に関する研究を行っている。今年度は、誤って無実のユーザを特定する確率を下げる手法、グループテスト法を応用し、不正者を効率的に特定する手法など、主に実用性を向上させる手法を開発し、学会発表および論文誌発表を行った。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】匿名認証、情報漏洩、結託耐性符号

### 【テーマ題目4】バイオメトリクスセキュリティに関する研究

【研究代表者】大塚 玲

（セキュリティ基盤技術研究チーム）

【研究担当者】大塚 玲、繁富 利恵  
（常勤職員2名）

#### 【研究内容】

簡便で高精度な本人認証は現在及び今後の情報化社会にとって重要な課題である。本研究では、バイオメトリクス技術のセキュリティ評価基準の開発を目指して研究を行っている。本年度は、これまでに提案してきた新しい安全性指標であるウルフ攻撃確率（WAP: Wolf Attack Probability）を、業界関係者から構成されているコンソーシアムで提案した。また指紋や静脈パターンなど、さまざまなバイオメトリクスを用いた認証において、ウルフ攻撃の可能性について分析を行い、本指標の有用性を明らかにした。そしてこれらの結果を学会で発表した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】バイオメトリクス、本人認証

### 【テーマ題目5】情報セキュリティ管理に関する研究

【研究代表者】大塚 玲

（セキュリティ基盤技術研究チーム）

【研究担当者】大塚 玲、田沼 均（常勤職員2名）

#### 【研究内容】

本研究の目的は、情報セキュリティインシデントを調べることにより現在発生している情報セキュリティインシデントの特徴とその原因、現在多くの情報システムが直面している情報セキュリティに関する脅威の実情や動向、情報セキュリティインシデントに発展する譲歩情報システムの脆弱性の現状と動向及びインシデントレスポンスという立場からの脆弱性に対する対策、現状で必要とされるインシデントレスポンスの手法等を調査研究し、今後の情報セキュリティ研究の基礎資料とすることにある。具体的には、内閣官房情報セキュリティセンターに兼務し、実際のインシデントレスポンスを行うことにより必要とする情報を得ることを通じて実践的な立場から研究を行っている。

また、効果的で効率的な情報セキュリティ対策を行うための評価手法の開発及び評価の基盤となる理論の構築を目指し、本年度では、セキュリティ対策としての情報共有問題を取り上げ、既存の経済分析モデルを拡張して3つのケースについて理論分析を行い、投資とその効果の関係をより詳細な形で明らかにすることができた。本成果は国内の学会で発表を行い、また同内容は投稿した国際学会でも採択された。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ管理、インシデントレスポンス、情報セキュリティ ROI

# 〔テーマ題目6〕量子情報セキュリティ技術

〔研究代表者〕 今福 健太郎

(物理解析研究チーム)

〔研究担当者〕 今福 健太郎、縫田 光司、  
宮寺 隆之、萩原 学 (常勤職員4名)

## 〔研究内容〕

情報理論は、「情報の記述」あるいは「情報の伝達や取得の際の原理的境界」について考察するための体系である。一方量子論は、「物理系の記述」あるいは「物理系の振舞いや測定の際の原理的境界」を考察するための体系である。全ての情報が物理系によって伝播すること、および、全ての情報の取得が測定を通じて行われることの二点を考えれば、情報理論と量子論の結びつきは必然である。しかしながら、量子論で記述されるミクロ系の不思議な振る舞いにより、両理論の融合には、単なる結びつきだけで終わらない面白さも存在する。量子性の高い物理系をリソースとして利用し、従来の情報システムでは達成することができなかった情報論的タスクを実現する応用として、量子暗号や量子計算が知られており、これらは21世紀の科学として大きな発展が期待されている分野である。

今年度は、量子情報セキュリティ技術の一般的かつ精密な安全性評価を可能とする、理論的研究を行い、Landau-Pollak 型不確定性関係の一般化、あるいはその separability criterion への応用などを行った。また、量子暗号システムの古典系における処理の研究においては、現実的には不可避なノイズに対抗する手段等として用いられる量子符号理論の重要課題である符号構成方法・復号法として、新たに有限環と組合せ論の境界手法を用いた手法を提案し、CSS 量子誤り訂正符号を従来よりも効率良く生成することを可能とした。さらに、量子暗号分野が学術上の対象という萌芽的な段階から、産業界への応用へと急速に変化しつつある状況を踏まえ、関連国際会議を、他の二機関（情報通信研究機構、情報処理推進機構）と協力して主催し、企業、研究所、大学、行政機関の間での情報共有、課題事項の整理を行った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 量子鍵配送プロトコル、光通信、秘匿性増強

# 〔テーマ題目7〕現代暗号論に基づくハードウェアデバイスのセキュリティ

〔研究代表者〕 今福 健太郎

(物理解析研究チーム)

〔研究担当者〕 今福 健太郎、佐藤 証、張 鋭  
(常勤職員3名)

## 〔研究内容〕

この分野の研究における挑戦は、情報通信システムの安全性がその利用状況に依存するという（一見分かりやすいが極めて抽象的な）事実、定量的で客観的な尺度

を導入しなければならない点にある。特に最近、ユビキタスの発展により情報へのアクセス構造が複雑化したこと、さらには、多様な物理的攻撃法（暗号モジュールがシステムとして必然的に物理的実装を持たなければならないという当たり前の事実に起因した、しかしながら逆にそれだけ強力な攻撃法）が指摘されその威力が確認されていることを背景とし、その「挑戦」はますます困難なものとなっている。

物理的攻撃法の、最初の、かつ最も重要な例として Paul Kocher によって指摘された消費電力解析が挙げられる。モジュールで実行される暗号演算に際し、その消費電力が暗号鍵に依存していることに注目し、消費電力の実測データに対し適切な統計処理を行うことで秘密鍵の推定が可能になることを示した攻撃である。この攻撃のインパクトは、アルゴリズムとして安全性が論理的に明確に保証された暗号方式でさえ、物理システムでの実行においては、意図しない（より正確には、アルゴリズムとしての安全性解析の中では決して考慮されなかった）情報漏えいが、物理プロセスとして起こりえること、さらにそれが安全性にとって極めて重大な脅威となりうることを示した点にある。この指摘によって端を発した流れは、現在ではさらに発展を続けており、消費電力以外の様々な物理量に対する考察が行われているだけでなく、単に正規の暗号演算を実行させる以外にも、解析が行いやすいようモジュールの機能を外部から物理的に制御した状態において、必要なデータの収集を行うような、いわば侵食型の攻撃まで検討されるに至っている。

このような情報漏えいを取り入れた暗号学的なモデルの構築、及び、このような情報漏えいに対して耐性を持つシステム自体の構築に向け、解析によって測定された量に対して、それが利用された際の物理攻撃が成功するための条件を整理した。また、ハードウェア、特に LSI 上に実装されたセキュアモジュールに対する高度な半導体解析技術に基づいた攻撃の性能について、LSI の高度な解析技術を用いて物理攻撃に必要な基礎データ（秘匿情報に依存するデータ）の収集を可能とするシステムの構成法について検討を行った。また、現行の暗号モジュール認証制度に、世界的な影響力を持つ米連邦情報処理規格140-2の改定について、米標準技術局の担当部門との意見交換を行い、関連する部分の改定に必要な技術開発を協力して行うことで合意した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 耐タンパー、暗号モジュール、情報漏えい

# 〔テーマ題目8〕実用的仮定に基づく暗号の研究

〔研究代表者〕 今福 健太郎

(物理解析研究チーム)

〔研究担当者〕 今福 健太郎、Kirill Morozov、  
張 鋭 (常勤職員3名)



## 〔研究内容〕

現在実用化されている多くの暗号は、計算量的仮定に基づいたものであるが、現実的と思える状況を仮定（例えばある程度コントロールすることができない雑音を含む通信路など）することにより、情報理論的に安全な暗号を構成できることが知られている。このような立場から現実的な仮定のもとで情報論的な安全性を満たす（攻撃者の計算資源に依らない）暗号を構成する幾つかの研究が行われている。本研究では、通信における電波伝搬や反射等の「実質的には制御不能なノイズ」のもとで、情報論的に安全な紛失通信路（oblivious transfer）を実現する手法を提案、およびその安全性の確保に必要なノイズレベルについて評価を行った。また、お互いが信頼できない状態のプレーヤ間にガウス雑音のある通信路について、ビットコミットメントプロトコルを構成したが、これらは安全な多パーティ間計算を実現するための根幹を成す技術である。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 情報理論、雑音通信路、暗号理論

## 〔テーマ題目9〕安全なソフトウェアのための検証・検査技術に関する研究

〔研究代表者〕 Affeldt Reynald（ソフトウェアセキュリティ研究チーム）

〔研究担当者〕 Affeldt Reynald、David Nowak、Nicolas Marti、田中 三貴、山田 聖（常勤職員3名、他2名）

## 〔研究内容〕

情報技術の社会基盤化が進むにつれ、情報システムの動作を規定するソフトウェアの不具合に起因する障害の影響範囲が拡大し、社会的混乱・経済的損失へとつながるケースが増加しつつある。このような問題を背景として、高品質なソフトウェアを開発するための方法論が提案されており、その中でも形式手法に基づく方法が注目されている。形式的手法とは、数理的技法によりソフトウェアを設計・開発・検証する手法であり、信頼性に優れた安全なソフトウェアの生産を支援するものであるが、高コストである点が幅広い利用の妨げとなっていた。しかし、近年のコンピュータの計算能力の向上とともに、手法の改善・支援ツールの開発等の成果が積み重ねられ、実用性が高まりつつある。このような状況において、本年度、我々は、形式手法に基づき情報セキュリティを確保することを目的とした以下の研究を実施した。

### 1. ソフトウェア検証器とその正しさの証明の研究

本研究では、プログラムの正しさを検証するための論理の一つである Separation Logic について、その自動検証器を構築し、その正しさを証明した。この検証器は Separation Logic に基づく表明(Assertion)の記述から証明条件(Verification Condition)を生成し、それを自動的に証明するものであり、検証器を構成す

る各手続きについて、その健全性が定理証明支援系 Coq を用いて示されている。また、この検証器はポインタ参照・リスト構造を扱うことができ、この検証器を用いて OS のメモリ管理処理の正しさを検証した。これまでにいくつかのプログラム検証器が提案されているが、それ自身の正しさが証明されたものは無く、本研究は形式手法に基づく検証器の信頼性向上へ貢献するものである。

### 2. ゲーム列による安全性証明手法の形式化の研究

本研究では、ゲーム列による安全性証明手法の形式化を定理証明支援 Coq を用いて行った。ゲーム列による証明手法は暗号技術の安全性証明を構成するための方法である。証明対象の安全性の定義や計算量的条件はゲームと呼ばれる状態として記述され、安全性証明はこの状態の遷移として表現される。ここで、ゲームと状態の遷移をプログラムとその書き換えの列に対応させ、状態遷移に基づく計算と捉えることができるが、その場合、健全性の証明が問題となる。そこで、本研究では、ゲームを扱うための確率的プログラミング言語を形式的に定義し、安全性証明に必要な性質を全て Coq 上で表現・証明することで健全性を保証した。具体的には、確率的プログラミング言語を定義することによりゲーム手法の枠組み（Bellare と Rogaway によるものおよび, Shoup によるもの）を形式化し、基本補題等の各補題の証明、さらにその応用として PRP/PRF Switching Lemma の証明、ElGamal 暗号の安全性の証明を行った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 ソフトウェア検証、仕様記述言語

## 〔テーマ題目10〕安全なソフトウェアのためのテスト技術に関する研究

〔研究代表者〕 Cyrille Artho（ソフトウェアセキュリティ研究チーム）

〔研究担当者〕 Cyrille Artho（常勤職員1名）

## 〔研究内容〕

ソフトウェアテストは、ソフトウェアのセキュリティおよび信頼性を向上させるためのスケーラブルな手法である。近年、現場レベルでは、テストケース実行の自動化ツールを用いた頻繁なテストが推奨されるようになり、研究レベルでは、テストに失敗した場合の原因推定の自動化手法なども提案されるようになってきている。

本年度は、テストの失敗原因を自動推定する手法の一つである Delta Debugging(DD)を拡張した Iterative Delta Debugging(IDD)手法を提案し、さらに Java 言語で記述されたプログラムにこの手法を適用するプロトタイプを作成した。DD とは、あるテスト実行に成功する入力データ（あるいはプログラム）例と失敗する入力データ（あるいはプログラム）例が与えられたとき、これらの成功例と失敗例から、差分が最小となる成功例と



失敗例の対を自動的に生成する手法である。こうして得られた対の差分こそが失敗の（少なくとも一つの）原因を如実に表すものとなる。

IDD は、CVS 等で過去のバージョンが残されたソフトウェアのリポジトリを対象に、新しいバージョン(V)のソフトウェアでテスト実行が失敗した時、プログラム中の原因となる箇所を自動推定する手法である。基本的なアイデアとしては次のようになる。(1) 一つ前のバージョン(V')でテストに成功すれば、単に DD を適用する。(2) バージョン V'で同じ失敗が発生すれば、バージョン V'を起点に同様の作業を行う。(3) バージョン V'で成功せず、バージョン V と異なる結果になれば、DD を適用してバージョン V と同じ結果を得るために必要な差分を求め、その差分をパッチとして V'に適用して(2)のケースに還元する。この(2)または(3)を繰り返しながらバージョンを遡り、その過程で得られたパッチのコレクションを適用することで(1)のケースに還元できるバージョンを見つけるまで、この過程を続ける。(1)のケースに到達すれば、そこで DD の結果としてえられた成功例と失敗例の差分が、テストに失敗した原因を指し示していることになる。本年度は、このような手法を現実的なサイズのプログラムである Java PathFinder に適用し、予備的な実験を行った。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ソフトウェアテスト、自動デバッグ

#### 【テーマ題目11】HTTP アクセス認証法を拡張した相互認証方式の提案

【研究代表者】渡邊 創（ソフトウェアセキュリティ研究チーム）

【研究担当者】渡邊 創、高木 浩光、大岩 寛  
（常勤職員3名）

#### 【研究 内 容】

近年、インターネット上であるサービスの利用者を偽のサーバに誘導し、そのサービスの ID やパスワード、さらにはクレジットカード情報や個人情報などを詐取する「フィッシング詐欺」が大きな問題になっている。これまでに、さまざまな解決法が提案されてきているが、それぞれ、新たにソフトウェアをインストールする必要がある場合、特定の利用者に的を絞って攻撃された場合に対処が難しい場合、偽サーバが利用者と本物のサーバの間に入って通信を巧妙に中継した場合に無力である場合、などの欠点が存在し、抜本的な解決法となるものは存在していなかった。本研究では、各種セキュリティ技術を用いた新たな通信プロトコルの開発だけでなく、Web ブラウザのユーザインターフェイスの改良までを行うことで、このような犯罪を未然に防ぐことができる方式を開発することを目標とする。これまでに、誤って偽サーバと通信してもパスワードが詐取されない、HTTP アクセス認証法を拡張した新たな相互認証方式を、そのユ

ーザインターフェイスの設計とともに開発してきた。

本年度では、これまでに設計してきた方式を特許出願した。フィッシング詐欺対策のための世界的な業界団体である APWG の主催する学会で、その方式のポスター発表を行った。さらに方式のインターネット標準化を目指し、その標準化団体である IETF にインターネットドラフトを提出した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、HTTP アクセス認証法、Web アプリケーション、フィッシング詐欺

#### ②【固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター】

(Polymer Electrolyte Fuel Cell Cutting-Edge Research Centre 【FC-Cubic】)

(存続期間：2004. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：長谷川 弘

副研究センター長：小林 悟

副研究センター長：関口 伸太郎

所在地：臨海副都心センター、つくば西

人 員：12名 (11) 名

経 費：1, 019, 893千円 (115, 588千円)

#### 概 要：

(社会的背景)

燃料電池は、地球環境の保全 (Environmental Protection)、エネルギーの安定供給 (Energy Security)、持続的な経済成長 (Economic Growth) を同時に達成する上で最も期待が懸かる重要技術であり、世界各国が熱心に開発を進めている。とりわけ固体高分子形燃料電池（以下、燃料電池と記す）は、小型で起動時間が短いという特徴を持ち、家庭用コージェネ発電設備（定置用燃料電池）や、自動車など移動体での使用に適していることから開発の中心をなしている。

この様な中、日本産業界は燃料電池の実用化では世界に一步先駆けているが、本格的普及のための商品性確保への道程は極めて険しく、コストダウン、耐久性・信頼性確保、性能向上という多様な要素を満たす革新的なブレイクスルーが待望されている。

燃料電池技術のブレイクスルーを効率的に進めるためには、単にエンジニアリング手法に頼るのではなく、サイエンスに立ち帰った根本的な理解が必要不可欠となっている。

(研究センターのミッション)

燃料電池実用化推進協議会 (FCCJ) をはじめとする産業界からの強い要請と、資源エネルギー庁・燃料電池推進室の力強い後押しを受け、固体高分子形

燃料電池先端基盤研究センターは2005年に設立された。定置用燃料電池や燃料電池自動車の本格的普及のために解決しなければならない課題に向けて、サイエンスに基づく革新的技術の研究開発と、次世代の燃料電池を担う人材育成が、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センターの設立時からのミッションである。

(研究センターの活動方針)

－中期課題－

産業界との議論を通じて、産業界が必要とする基礎科学的な研究テーマとして、下記3テーマを選び、ナレッジの蓄積と融合を図っている。

- ① コストポテンシャル向上との両立を目指した電極触媒の革新的性能向上のための反応メカニズム解明
- ② コストポテンシャル向上との両立を目指した電解質材料の革新的向上のための物質移動・反応メカニズム解明
- ③ セル構成要素及び界面における物質移動速度向上のための物質移動メカニズム解明

－計画を達成するための方策－

独創的な研究の成否は全て人的資質が握っていると言っても過言では無く、本研究センターは、産総研あるいは国内に限らず広く世界に門戸を拡げ、燃料電池に熱意を持った科学者の結集に全力を挙げている。

また、限られたリソースを有効に活用するためには、国内外の研究機関並びに企業との連携を積極的に進めている。

サイエンス重視の動きは、各国で顕在化しており、米国ロスアラモス国立研究所では、米国エネルギー省 (Department of Energy, DOE) の方針の下、燃料電池に関する研究開発・産学連携を強化し総合的に実施するため、「水素燃料電池研究センター (Institute for Hydrogen and Fuel Cell Research)」が活発に活動している。またカナダにおいては、国家研究会議 (National Research Council Canada, CNRC) 傘下の「燃料電池技術革新研究所 (Institute for Fuel Cell Innovation)」などが、その一例である。

固体高分子形燃料電池先端基盤研究センターは、2006年5月に上記米国ロスアラモス国立研究所と「情報交換に関する覚書」を取り交わし、密な連携を図るなど、「固体高分子形燃料電池の先端基盤研究に関するナショナルセンター」として、我が国のみならず世界の産業界・学界との協調的発展に貢献している。

外部資金：

経済産業省 燃料電池先端科学研究事業「平成19年度燃料電池先端科学研究」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「界面のキラリティを捉える非線形顕微分光の開発」

発表：誌上発表3件、口頭発表34件、その他0件

#### 触媒研究チーム

(Catalyst team)

研究チーム長：八木 一三

(臨海副都心センター)

概要：

●電極触媒界面における電気化学反応の速度論的解析手法の開発

空気極における電極触媒反応場で生じる電気化学ならびにその他の反応に関する速度論的解析手法を開発する。具体的には、振動分光法をプローブとして、反応物質の供給をトリガーとする時間分解測定を可能にする手法を開発している。一方で、電極触媒反応場のスケールを最小限まで絞り、反応過程をノイズスペクトルのかつ顕微分光的に計測する手法についても併せて研究を進めている。

●諸電気化学反応の触媒構造依存性等の解明

触媒近傍で起こる反応の速度論に及ぼす反応場の影響を明らかにする。触媒の構造および電子状態の効果に加えて、反応種の拡散に由来する濃度分極の影響や、触媒周辺に存在する水の構造・電子状態の影響についても精緻に解析する。

●現状技術打破に向けての触媒設計指針提案

現状技術における諸現象解析に関するナレッジとシミュレーション技術を活用して、電極触媒のあるべき姿を、また電解質研究チームとのナレッジの融合から、膜電極接合体 (MEA) のあるべき姿を提案する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4

#### 界面物質移動研究チーム

(Material transfer at interface Team)

研究チーム長：石井 千明

(臨海副都心センター、つくば西)

概要：

●ミクロな多相界面、あるいはマクロな多層界面を経由する物質移動現象の精緻な速度論的計測手法の開発

燃料電池反応に関与するミクロな界面、すなわち気相 (水素、酸素等) と固相 (触媒、電解質等)、及び液相 (水を随伴したプロトン) との間で生じる物質移動現象を明らかにする。また、反応に伴う物質輸送現象を律速するマクロな界面、主には触媒層/ガス拡散層におけるガス相 (酸素、窒素、水蒸気等) と液相 (水) との相互あるいは競合拡散を正確に追跡する方法を開発する。種々の計測技術を相補的に利用して速度論としての解析を行う。

●物質移動現象の触媒層及びガス拡散層の構造依存性などの解明：

正確な測定技術を駆使し、触媒層並びにガス拡散層

の構造や構成材料の物性がどのような影響を及ぼすのかを明らかにする。このような解析を通じて現状技術における理想状態でのパフォーマンス限界を明らかにする。

●現状技術打破に向けての膜電極成形体設計指針提案：

現状技術における諸現象解析に関するナレッジとシミュレーション技術等を活用して、膜電極接合体+ガス拡散層（MEGA）のあるべき姿の指針を提案する。

研究テーマ：テーマ題目 2

## 電解質研究チーム

（Polymer Electrolyte team）

研究チーム長：太平 昭博

（臨海副都心センター）

概 要：

●電解質材料中における各種化学種（プロトン、水、各種ガス、反応生成物等々）の移動速度解析手法の開発：

電解質（電解質膜、触媒層電解質）材料中におけるプロトン、水、各種ガス（水素、酸素、窒素等）、更には反応生成物等の移動速度を正確に計測する手法を開発する。これらの化学種の移動は相互拡散や競合拡散であり、実状態に即した精緻な測定は困難とされてきた測定を行う。

●移動速度の電解質構造依存性等の解明：

各化学種の移動速度と電解質の構造（化学構造、ポリマー高次構造）との関係を解明する。この様な解析を通じて、現状技術の限界を究明する。

●現状技術打破に向けての電解質材料設計指針提案：

ナレッジの総集と各種シミュレーション、モデルサンプルによる検証試験等を利用して、電解質材料のあるべき姿を見出す。コストポテンシャルのある材料での高いパフォーマンス発現の指針を提案する。

研究テーマ：テーマ題目 3

## 〔テーマ題目 1〕燃料電池の基幹要素材料である電極触媒の革新的性能向上とコストポテンシャル向上（運営費交付金、外部資金）

〔代表研究者〕八木 一三

〔研究担当者〕八木 一三、林 灯、太田 鳴海、野津 英男、君島 堅一、猪熊 喜芳、（常勤職員4名、他2名）

### 〔研究内容〕

概 要：

燃料電池電極触媒の性能評価は従来、定常的な電気化学計測に基づき行われている。例えば、カソード電極触媒の評価で得られるのは、酸素還元反応の最終生成物と反応過電圧、反応電流（反応の総体的速度定数）である。

つまり電極触媒表面における素過程の反応速度や中間体の吸脱着の影響はブラックボックスとなっている。本研究では、第一に、そのブラックボックスの中身を明らかにする電極触媒の動的評価手段を確立し、構造・電子状態などを予め制御した電極触媒試料について、この動的評価を行い、データを蓄積することを目指す。これは、現在様々な材料を網羅的に評価するコンビナトリアル化学的なアプローチとは対照的なアプローチであるが、同時に性能向上機構の解明に資するという点では相補的である。第二に、触媒ならびに担体のナノ構造やメソ構造、あるいは電子構造を制御したモデル電極触媒を開発するアプローチを開始した。調製したモデル触媒の理想反応条件下での性能を極限まで高めた後に、実用レベル触媒へのコストダウン・効率化を図るスキームである。上記の「その場計測法」と「モデル触媒開発」がお互いにフィードバックを行うことで、現状技術打破につながる触媒設計指針を将来的に確立できると想定している。

当該研究チームでは、以上の研究を実施するため、以下の4つのテーマに取り組んでいる。

- ① 時間分解 *in situ* 振動構造追跡技術開発のための装置設計・手法開発
- ② 白金単粒子触媒担持カーボン探針電極における酸素還元反応解析
- ③ 電極触媒周辺の水の動的挙動と電子状態を計測するための手法開発
- ④ メソ構造を導入した電極担体の開発とカソード触媒性能向上への展開
- ⑤ 触媒と担体の電子的相互作用を制御することによる新規電極触媒の開発

年度進捗：

平成19年度は、主軸となる各種時間分解振動分光装置を実現するための表面増強能の最適化と時間分解トリガリングの手法開発を実施した。ラマン顕微鏡と表面増強ラマン分光（SERS）を組み合わせた時間分解 SERS 分光計測については、プラズモニック結晶構造を賦与した SERS 活性基板の製作と最適化、および分光電気化学セルの製作に取り組み、逆ピラミッド構造に成形した金基板表面を用いて電極表面における単分子層レベルの分子配向変化が電極電位に依存して可逆的に起こることを *in situ* で捉えることができた。また、反射顕微分光法を組みあわせることで、SERS 活性基板上で表面プラズモンポラリトンが伝搬するエネルギーを特定することにも成功している。20年度はいよいよ白金など d 金属基板における計測に展開する。一方、時間分解能を賦与するための仕組み作りについても、マイクロ流路を用いる方法と光化学的反応駆動の手法をそれぞれ設計・検討している。Pt 単粒子担持カーボン探針電極の調製については、絶縁被膜生成後においても、電位印加によりカーボン探針の電気化学的エッチングが進行してしまうことが問題となっていたが、新たな調製法を工夫することで



漸く調製手法の確立に迫り着きつつある。電極触媒周辺に存在する水の動的挙動を追跡するための可視・赤外和周波発生 (SFG) 分光システムについては、窒素パージボックスの設置と光学系のチューニングにより、短時間でのスペクトル取得が可能になった。メソ構造を導入したメソポーラスカーボン (MC) 担体については、ナノ反応場となるメソ細孔内部にイオノマーを導入することが最も重要なファクターであり、それを促進するためには孔内に担持する白金触媒粒子をできるだけ小さくする必要があることが判明した。特に、白金担持法を工夫することにより、細孔内にサブナノメートルの粒子を固定し、さらには安定化することに成功した。また、MC 担体の比較対象のために、粒子間細孔径をメソスケールで制御可能なカーボンエアロゲル担体の調製も開始し、担体粒子内細孔と粒子間細孔の違いを評価している。触媒・担体間の相互作用を利用する SMSI (Strong metal-support interaction) 電極触媒の開発においては、これまで炭素粒子を酸化物超薄膜で被覆し、その表面に金属ナノクラスターを担持することを検討してきたが、酸化物超薄膜が逆に電気抵抗として作用し、酸素還元反応の過電圧を増大させてしまう結果となった。そこで、むしろ伝導性の高い酸化物担体の検討を開始し、現在はいくつかの試料調製を進めている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】電極触媒、in situ 振動分光、モデル電極、速度論、メソポーラス担体

【テーマ題目2】セル構成要素と物質移動との相互作用 (運営費交付金、外部資金)

【代表研究者】石井 千明

【研究担当者】石井 千明、宮本 淳一、横山 浩司、大山 淳平 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

概要:

多相界面を経たプロトン及び水関連物質の移動現象を解明する。特にガス拡散層 (GDL) の表面性状や集合組織が水関連物質の移動現象及び電池性能に与える影響を調べることが本研究の目的である。

固体高分子形燃料電池における電圧低下の原因の1つとして燃料電池内、特に膜電極とガス拡散層 (MEGA) 内の水分管理が挙げられる。具体的には正極触媒層で化学反応の結果生じる生成水と反応ガスの物質移動のバランスがどちらか一方に偏ると発電性能は極端に低下する。この生成水・反応ガスの物質移動、いわゆる競合拡散が滞る現象は近年ガス拡散層 (GDL) にマイクロポーラス層 (MPL) を付与することで飛躍的に改善され、発電性能が安定するという技術の進展が見られた。しかし、MPL による燃料電池内の物質移動特性が改善される科学的根拠は未だ解明されていない。これらカソードにおける物質移動現象を解析するためには MEGA を構成す

る各基幹材料の表面性状・表面構造の解析、バルク集合組織が有する性状や構造の詳細 (= 静的) な解析だけでなく、燃料電池作動環境下での動的現象を評価していく必要がある。

上記を鑑み、平成19年度は以下の研究テーマに取り組んだ。

- ① ガス拡散層内の液体水・水蒸気の移動透過測定
- ② 発電時における燃料電池内温度測定
- ③ 触媒層における電流・水・温度等分布の数値計算シミュレーション

年度進捗:

平成18年度研究成果として静的水蒸気吸着測定により GDL 上の吸着水分子集団は液体に近い性質を有することを明らかにした。平成19年度は触媒層で生成した“水”が GDL を透過する際に液体あるいは水蒸気として透過することを考慮し、それぞれの場合について計測可能な装置開発を行った。特に実作動環境での燃料電池は必要な圧力で締結されている。すなわち内部要素材料は少なからず応力を受けている。それを考慮し、物質移動に対する応力依存特性について重視した。また、液体水として透過する際、GDL 内部での異方性を考慮し、面内及び面厚方向への液体水移動をそれぞれ計測可能なシステムを開発した。本装置により GDL の面内方向での液体水透過時における圧力損失の応力依存性について知見を得た。この現象について走査型電子顕微鏡 (SEM) による GDL 断面観察の結果と合わせて検討し、GDL 内部での水移動はその内部構造が大きく影響することを見出した。水蒸気透過装置については装置設計・製作の終了後、テスト材料などにより計測データの信頼性が十分であることを確認し、現在市販 GDL に対して測定を進めている。

近年、燃料電池における物質移動現象は内部熱移動の影響を受けているとの報告が数値計算等の結果から指摘されている。この現象について当研究センターでは特に正極触媒層での反応熱の移動が供給及び排出水分の湿度に大きく影響を与える可能性があると考えている。そこで実際の燃料電池発電時の内部温度測定を行い、熱流束の移動について知見を得ることを試みた。その結果、外部からの供給熱に対しカソード触媒層では約+3~8℃高い温度であることを明らかにした。現在、本測定に関して厚み方向だけでなく面方向に対する温度分布測定を試みている。

触媒層における物質・熱・電気移動現象は燃料電池の特性を決定する重要因子である。しかし、触媒層はナノメートルオーダーの触媒金属・触媒担体・プロトン伝導性高分子等から構成される複雑な領域であり、またその厚みが10 μm 程度の極めて狭い領域でもある。このような極小領域における各物性や速度論については実験的な困難もありこれまでほとんど知見が無い。このような触媒層の物性推定を行うには数値計算やコンピューターシ



ミュレーションが非常に強力なツールとなる。そこでわれわれは極めてシンプルな触媒層モデルを作成し、電流・温度・水の分布に対する数値計算シミュレーションを試みた。その結果、温度に関して触媒担体周囲に存在する水分子による熱伝導の影響を受け、触媒層全体に温度分布が存在することを明らかにした。今後は触媒層だけでなく電解質膜及び拡散媒体を含めた MEGA の各物性と速度論的解釈について精緻なモデルによる数値計算シミュレーションを行い、実験的に得られる測定値と合わせて検討することにより触媒層及び拡散媒体の設計指針を提示していきたい。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ガス拡散層、触媒層、膜電極ガス拡散層接合体、物質移動、構造解析、速度論

【テーマ題目3】燃料電池の基幹要素材料である電解質膜の革新的性能向上とコストポテンシャル向上

【代表研究者】大平 昭博

【研究担当者】大平 昭博、貴傳名 甲、滝本 直彦、  
呉 礼斌、大窪 貴洋、  
黒田カルロス清一、  
Hamdy F.M. Mohamed、  
大平 佳代、竹岡 裕子、藤田 正博  
(常勤職員2名、他8名)

【研究内容】

概要：

固体高分子形燃料電池の基幹材料である電解質（電解質膜、触媒層電解質）においては、廉価で高いパフォーマンスを示す材料の開発が求められている。耐久性に加え、幅広い温度域（-40℃～100℃以上）かつ低湿度で高プロトン伝導性を実現し、さらに電解質膜ではガス遮断性、触媒層電解質ではガス透過性という性質も要求される。これらの難題をクリアするためには、プロトン、水、各種ガス（水素、酸素、窒素等）、更には触媒層で生成する反応物等の移動現象を実作動環境に即した雰囲気で正確にとらえ、電解質の構造（化学構造・高次構造・界面構造）との関係を明らかにすることが鍵となる。よって電解質研究チームでは、電解質膜の革新的性能向上とコストポテンシャル向上をテーマに掲げ、実作動環境に即した精緻な解析による結果と各種シミュレーション技術、モデルサンプルによる検証試験により、現状技術の限界を把握し、限界打破に向けた材料設計指針の提案を目標とする。

具体的には以下のテーマを遂行している。

① 原子間力顕微鏡 (AFM) による電解質膜の高次構造観察

原子間力顕微鏡 (AFM) を用いて結晶化・アモルファス・親水ドメインの識別を試みる。特に親水ドメイ

ンに存在するプロトン伝導チャンネルが有効なパスとして機能しているのかどうかを直接判断するために、高解像度の位相イメージングに加えて、膜を通過するプロトンを電流値として検知する、プロトン伝導可視化技術を開発する。実作動環境を想定した温度および湿度条件下での位相イメージングと同時にプロトン伝導のイメージングを取得することで、高次構造とプロトン伝導との相関解明を試みる。

② 電解質膜内の水挙動とプロトン伝導との相関性解明

NMR を用いて電解質膜内の水挙動解析を行う。膜内水の拡散係数の時間依存性および異方性から、プロトン伝導に関与する親水ドメインの構造特性の評価を試みる。また、-40℃からの低温始動を念頭において、低温域での膜内水の状態（不凍水+凍結水）とプロトン伝導との関係を調査する。NMR 緩和測定から、各含水率での温度変化に対する凍結水と不凍水含有量の存在比の変化量を解析し、プロトン伝導度と対比することで低温域でのプロトン伝導メカニズムの解明を試みる。小角エックス線散乱によるバルク構造解析に加えて NMR 緩和測定による空隙構造解析により、低温域での親水ドメインに関する構造的因子の考察を行う。

③ ガス透過挙動と構造との相関性解明

プロトン伝導度とガス透過率は電解質膜のベンチマークとして、実用化に向けた目標数値が掲げられている。プロトン伝導に関しては、膜構造との相関性について多くの知見が蓄積されてきているが、ガス透過に関してもプロトン伝導同様、構造との相関性解明が期待されている。単なる膜の性能評価のためのガス透過率計測を行うだけではなく、陽電子消滅法による膜のサブ nm レベルの空隙サイズの計測を行い、温湿度制御下での膜の分子運動および空隙サイズの変化を解析し、ガス透過率と対比することで、膜高次構造とガス透過挙動の関係について考察する。

年度進捗：

① AFM を用いた高次構造観察では、種々条件を調整することで、位相モードにより 5 nm 以下の空間分解能を実現した。雰囲気制御下での直接観察において、nm レベルでの解析が可能となったことで、小角エックス線散乱等の他の測定手法と組み合わせて議論できるようになり、より詳細な構造情報の取得が期待できる。最も大きな進展は、位相モードと同時にプロトン伝導がイメージングできる手法を確立したことである。Nafion®だけでなく、炭化水素系電解質膜においても本手法により親水ドメイン中のプロトン伝導領域の疎密を位相モードと同等の解像度で識別することが可能となった。特に、これまで炭化水素系電解質膜のプロトン伝導領域の観察は報告例がなく、本検討により初めて表面構造とプロトン伝導領域の関係が示された。しかもこれまで半ば常識とされてきた解釈に反して、位相像における柔軟領域が必ずしもプロトン伝導に寄

与する親水ドメインではないことを証明した。

- ② NMR を用いた拡散係数測定は、電解質膜を所定の温湿度条件下に保持した状態で測定試料管に導入する手法を確立し、検討を行った結果、試料の設置方向に応じた拡散係数の差が見られ、異方性が確認された。Nafion®膜の異方性は小さい一方、炭化水素系電解質膜では比較的大きな異方性が見られ、電解質膜種および含水状態によって異方性に差異が認められることを初めて見出した。また、低温域（-40℃から0℃まで）でのプロトン伝導と水の状態（凍結水+不凍水）の関係について調査したところ、示差走査熱量測定（DSC）から Nafion®の場合で10%以上の含水率から凍結水および不凍水含有量をそれぞれ見積もることができた。凍結水を含む比較的高含水率の場合に対しては、水の凍結開始温度以下においては伝導度が低下するという、凍結温度の前後で2つの異なる活性化エネルギーの存在を確認した。また、小角エックス線散乱からは Nafion®の場合は親水ドメインの内部が凍結水によって満たされていることを確認した。

- ③ 陽電子消滅法により膜内の空隙サイズ（自由体積）を見積もり、ガスの透過挙動との相関性について調査したところ、Nafion®の乾燥状態における酸素ガス透過性と陽電子消滅法から算出された空隙サイズに高い相関が見られ、ガスが膜中の空隙を透過していることが示唆された。しかしながら湿潤状態においては、透過挙動と空隙サイズとの関係が乾燥状態とは全く異なっており、乾燥状態のような空隙サイズに単純に依存するという関係のみではないということが明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】高分子電解質膜、高次構造解析、物質移動

#### 【テーマ題目4】界面のキラリティを捉える非線形顕微分光の開発（外部資金）

【研究代表者】八木 一三

【研究担当者】八木 一三（常勤職員1名）

【研究内容】

概要：

最近、極微量の分子が界面に自己組織的に集合して形成されるキラル界面とそれに基づく分子認識能が重視されつつある。しかし、キラル界面を評価できる汎用ツールは存在しない。現在最も高感度なキラル分光法は、和周波発生（SFG）法でありキラル液体の評価が実現されている。本研究では SFG 分光計を基に、キラル界面を評価するための高感度化を図ると同時に、局所的なキラリティをも検出可能な顕微分光化を目指す。

年度進捗：

平成19年度には、単分子層レベルでのキラリティ評価が可能となった。また、年度中盤から、大気中の水分が

中赤外領域のブロードバンド SFG スペクトルに影響を及ぼすため（ナローバンド波長走査方式の場合は同時に赤外強度をモニタするために問題にならなかったが、ブロードバンドではスペクトル上に顕れてしまう）、SFG 分光計用の窒素パージボックスを製作した。これにより、水の影響でこれまで測定できなかった界面水の OH 伸縮やアミド結合領域、指紋領域での SFG 測定が可能となった。一方、オクタデカンチオール SAM 修飾金表面における探針増強 SFG 測定を実施したところ、STM 探針を近づけることで SFG スペクトル上における C-H 伸縮ピークがシフトした。これについて再現性を確認したところ、試料表面におけるビーム径を絞ればピークシフトが確認できるものの、信号増強を確認できるような結果は得られていない。これは偏光条件を変えても同じであった。この結果から、ビーム径を回折限界まで落とす必要と、コヒーレントな SF 光だけではなく SF 散乱光も残らず取り込む必要があるとの判断に繋がったため、現在、顕微鏡メーカーとディスカッションをして、倒立型顕微鏡と組み合わせた探針増強 SFG 測定システムを見据えた設計を進めている。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】非線形分光、二次元不斉、探針増強

#### ②【コンパクト化学プロセス研究センター】

（Research Center for Compact Chemical Process）

（存続期間：2005. 4. 1～2010. 3. 31）

研究センター長：水上 富士夫

副研究センター長：鈴木 敏重

所在地：東北センター、つくば中央第5

人員：33名（31名）

経費：609,363千円（320,721千円）

概要：

特異状態及び多機能材料の個々ならびに組み合わせで生まれる特徴を最大限に活用すると同時に、これら化学工学技術と、東北地域の高い異分野技術ポテンシャルすなわち大学・企業の電気・電子技術や微細機械金属加工技術等との融合を図ることにより、エネルギー使用を最小にし、不要物・毒物の発生を最少にする（グリーン・サステナブル化学：GSC）技術で、しかも分散適量生産方式に適合する技術の開発とその具体化に必要なエンジニアリング等の技術開発、すなわち、化学プロセスならびにプラントのシンプル化・コンパクト化を果たす実用的なグリーン・コンパクト化学プロセス技術を開発・構築する。

上記目標を達成するため、下記に示す2つの重点研究課題を実施する。

(1) 分散型プロセス技術の開発

分散型プロセス技術開発をプラント、特異状態制御、多機能材料設計の三位一体で進め、プラント設計、特異場観察・計測、特異場利用化成品合成、バイオマス利用プロセス、ナノ粒子設計製造、無機分離膜作製及び無機膜等多機能材料による合成・分離等の各技術の創造・革新と同時に、組み合わせ融合による最適化を行い、ガス・炭化水素・バイオ機能物質の分離精製、含酸素・窒素化合物の生産、機能性微粒子製造等の中小規模の高効率システムを提案する。この目的のため、以下の課題につき環境化学技術研究部門との協力のもとに研究を遂行する。

- 1) 反応効率を高めるプロセス技術の開発
  - 2) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発
  - 3) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発  
各テーマにおける成果目標は以下の通りである。
- 1) 反応効率を高めるプロセス技術の開発
    - ・有機溶媒に代えて超臨界流体場を利用して廃棄物を50%以上低減する選択的水素化反応プロセスを開発する。
    - ・マイクロリアクター、マイクロ波及び複合機能膜等の反応場技術と触媒を組み合わせ、廃棄物生成量を50%以上低減するファインケミカルズの合成技術を開発する。
  - 2) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発
    - ・99%以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から600℃までの広い温度領域で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発する。
  - 3) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発
    - ・バイオマスからアルコール、酢酸等の基礎化学品を製造するプロセスの効率化のため、生成産物等を高効率で分離するプロセス技術及び生成産物を機能部材に高効率で変換するプロセス技術を開発する。

(2) 分散型プロセスの工程管理技術の開発

分散型プロセスの工程管理技術開発を、表面処理技術と検出計測技術を両輪として進める。具体的には、表面処理技術として、バイス・機器の性能低下や短寿命化を防ぐための保護・劣化防止、半導体製造工程等で生じる汚染物・不要物・有害物の洗浄除去・分解の技術開発を、検出計測技術として、製造工程等で発生する排出物中の有毒物質簡易計測・処理の技術開発を行う。

成果目標として、分散型プロセスの工程管理技術の開発における表面処理技術（汚染・腐食の防止）として、精密機器の耐熱性保護・絶縁膜及び保護・絶縁手法、電子デバイスの耐熱性保護・絶縁膜及び保護・絶縁手法、及び超クリーン超臨界二酸化炭素

供給装置と半導体超臨界二酸化炭素洗浄を開発するとともに、腐食データベースを構築し、日本製精密機器の信頼度を世界最高までに向上することに貢献する。また、検出計測技術では、有害金属イオン及びハロゲンイオンの簡易計測手法を開発すると同時に回収法を提案し、製造工程の管理・効率化に貢献する。

外部資金：

経済産業省 原子力試験研究委託費「超臨界発電用炉水浄化技術の開発に関する研究」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「膨張液体の物性計測装置の開発と評価」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費「マイクロ波利用流通反応評価装置の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム「革新的マイクロ反応場利用部材技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発「革新的塗装装置の開発／二酸化炭素塗装装置の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「分散型水素貯蔵および製造触媒反応プロセスの技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「同一組成セラミックスメンブレンリアクターを用いた天然ガスの新規変換システムの提案に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「新規マイクロ化学合成・ガス拡散型リアクター（MC-GDR）により爆発雰囲気完全に制御し、ナンバリングバックアップにより生産性を強化した、水素および空気（酸素）の直接反応によるオンサイト過酸化水素合成プロセスのプロトタイプの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金国際分野「イオン液体を用いた新しいガス分離・精製方法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「特異環境場におけるイ



オン液体ーガス貯蔵媒体としての特性解明と制御の試み」

文部科学省 科学研究費補助金「構造緩和させた金属酸化薄膜のレイヤー・バイ・レイヤー形成に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「色素ナノ粒子/ファイバー保持膜を用いる高感度金属イオン検出システムの開発」

文部科学省 科学研究費補助金「ナノケージ材料からの気相 O-イオンの生成と応用」

文部科学省 科学研究費補助金「層状珪酸塩を用いた新規ナノ多孔体の合成にむけた構造変化の動的観察に関する研究」等

発 表：誌上発表88件、口頭発表134件、その他10件

#### コンパクトシステムエンジニアリングチーム

(Compact System Engineering Team)

研究チーム長：鈴木 明

(東北センター)

概 要：

当研究チームの目的は、超臨界流体技術と無機系膜技術を中心に分散適量生産が可能なコンパクトプロセスを工業化技術として確立することにより、従来の公的研究機関や大学とは一線を画すエンジニアリング研究を主体に実施する。ここ数年、超臨界流体や無機系膜に関する研究が進み、実用化の可能性の高い分野が数多く生まれてきている。当研究チームではそのような分野に対し、高度な装置構築技術を用いて装置・プロセスを提案し実証試験を行なうとともに、数値解析技術を駆使して、装置・プロセスの最適化や安全性評価、さらには経済性試算までを行う。

具体的には、コンパクト化のコア技術として、1) 高温高压マイクロリアクター・マイクロ熱交換器・マイクロ混合器、2) 超高压超臨界水反応システム、3) マルチパーパス超臨界二酸化炭素反応システムの開発などを行い、早期の実用化を目指す。

さらに当研究チームは、各種の産学官連携活動に加え、複数の企業や大学及び公的研究機関との共同研究を積極的に展開し、持続可能な社会形成に向けて研究を加速する

研究テーマ：高温高压マイクロリアクター・マイクロ熱交換器の開発、超高压超臨界水反応システムの開発、マルチパーパス超臨界二酸化炭素反応システムの開発、超臨界水ニトロ化プロセスの研究

#### 超臨界流体場反応チーム

(Supercritical Fluid Team)

研究チーム長：鈴木 敏重

(東北センター)

概 要：

当研究チームは、安全・安心・安価かつ枯渇しない地球資源である“水”と“二酸化炭素”の超臨界流体技術を核に、様々な新技術との融合により、資源循環低環境負荷技術を推進し、シンプルかつコンパクトで超高効率、高選択的な革新的物質合成技術を開発する。同時に有機溶媒フリーでグリーンかつ省エネルギーを実現した合成技術を展開する。さらに、超臨界流体技術をデータベース化し、それを利用することによって、本技術のより広範な展開を図る。具体例として、超臨界水とマイクロ空間技術の融合による超高速有機合成技術（1秒以下で  $\epsilon$ -カプロラクタムやテルペン類の合成等）、超臨界二酸化炭素とイオン性液体や固体触媒のシナジー効果による高効率・高選択的物質合成技術（高速エンジニアリングプラスチック原料合成、CO<sub>2</sub>化学固定化、高選択的水素化及び酸化等）やナノ粒子合成技術（室温での酸化チタンや銀微粒子合成等）についての研究開発を行う。

当研究チームの技術目標である、1) 超高速有機合成法開発、2) 高収率・高選択的な高機能化成品（アルコール類、炭酸エステル類等）の製造方法の開発、3) 体系化（データベース化）について、超臨界流体の特異性を最大限に利用し、その目標達成を目指す。

これらの開発技術は、チーム、ユニット間連携、企業との共同研究、さらに大学との連携も進め、産官学連携により、効率かつ迅速な実用化の実現を図る。

研究テーマ：超高速有機合成法開発、高収率・高選択的な高機能化成品の製造方法の開発、ナノ粒子合成技術、超臨界流体の体系化

#### 触媒反応チーム

(Catalysis Team)

研究チーム長：白井 誠之

(東北センター)

概 要：

本研究チームでは、環境調和型の化学プロセスを実現するために化学反応を制御する触媒技術開発に取り組む。

具体的には、1) 二酸化炭素溶媒と固体触媒を用いる多相系システムにより、化成品原料や有機系水素貯蔵材料の合成反応について検討する。このシステムでは、これまでの液相系や有機溶媒利用プロセスに対して、反応の高速化とそれに伴う反応温度の低下、装置のコンパクト化、生成物分離工程簡略化、触媒寿命向上などの特長を有す。また、2) 水と固体触媒を用いる多相系システムでは、種々のバイオマスからの化成



品原料回収やガス化技術、さらにプラスチックなど高分子のケミカルリサイクル研究を行う。

反応中における固体触媒表面上での動的挙動をその場観察する基礎的研究から、高機能触媒開発や新たな反応系の開拓を行い、触媒反応プロセスの実用化を目指す。

研究テーマ：多相系システムによる有機合成反応の開発、バイオマス等利用技術の開発、触媒反応プロセスの実用化

## 膜反応プロセスチーム

(Catalytic Membrane Team)

研究チーム長：濱川 聡 (東北センター)

概 要：

本研究チームでは、酸素や水素等の触媒活性化と選択透過を同時に実現する無機系反応膜を用いて、従来の複雑な化学反応プロセスのシンプル化を図り、省エネ化と環境負荷低減につながるコンパクトプロセスの提案を目指します。

主な研究テーマとしては、1) 膜利用反応プロセスの開発（パラジウム膜を利用した芳香族化合物水酸基化、セラミックスメンブレンリアクターを用いた天然ガスの変換、無機膜から発生する活性酸素種の制御と利用）、2) マイクロメンブレンリアクターやマイクロ波などの特異反応場を利用した新規反応系の開拓、3) 新しい膜材料の開発と反応プロセスへの応用等が挙げられます。

それぞれのテーマについては、膜素材の研究から部材開発、システム化研究と膜反応プロセスの提案に向けた本格研究を目指しており、これらの技術を軸に、大学や企業との密接な産学官連携のもと実用化への取り組みを進めていきたいと考えています。

研究テーマ：膜利用反応プロセスの開発、特異反応場を利用した新規反応系の開拓、新しい膜材料の開発と反応プロセスへの応用

## ナノ空間設計チーム

(Nanoporous Material Design Team)

研究チーム長：水上 富士夫 (東北センター、つくば中央第5)

概 要：

本研究センターが目標とする「分散型プロセス技術の開発」を達成するには、素材・部材・システム化の横断的な研究開発が必要である。このため、素材技術として新規ナノパーツの開発、ナノ空間材料の設計手法の開発、ナノコンポジット化による機能化を通して、高効率選択反応に関する新規研究分野の創出および多孔質材料の新規利用分野の開拓を目指す。また、部材化技術として低分子分離プロセスへの実装化を目指した高性能無機分離膜およびホスト機能・反応機能を有

する多孔質素材の開発することにより、省エネ・コンパクト分離反応プロセスの実現を目指す。

具体的には、ゼオライト、メソポーラス物質、層状化合物、粘土などの幅広い多孔質無機材料を主な対象として、高性能・高選択なナノ空間材料の開発を目指す。さらに材料の部材化や気相・液相での選択的分離精製、浄化・殺菌、高性能触媒膜等への応用を併せ、効果的な研究開発を行う。

研究テーマ：多孔質無機材料の開発、ミクロ・ナノ構造や材料物性の解明技術の開発、高度複合化機能性材料の開発

## 材料プロセッシングチーム

(Material Processing Team)

研究チーム長：蛭名 武雄 (東北センター)

概 要：

本研究チームでは、様々な素材から機能性材料を合理的に作製する材料プロセス技術ならびに、材料機能の応用開発に取り組む。具体的には、水の超臨界場による結晶成長の抑制を利用した酸化物ナノ結晶の合成、水熱プロセスによる無機イオン交換体の合成、無電解メッキの特徴を生かした水溶液系での貴金属薄膜の作製、ナノ粒子ゾルを用いるセラミック薄膜の製膜、層状粘土鉱物の水への分散と積層化による粘土膜の作製をプロセス技術ならびに材料のターゲットとする。

材料製造プロセスには、“水”を媒体として用い、環境負荷の小さい材料製造プロセスを特徴の一つとする。材料機能の応用として、1) パラジウム系薄膜によるクリーンエネルギーの水素の高純度分離、2) ナノ粒子化による高活性な触媒や蛍光体素材、3) 高選択性イオン分離材、4) 粘土素材のナノ空間を利用した耐熱シール材などへの展開を目指す。

以上の研究を基盤として、企業との共同研究による実用化を進め、連携大学院による大学との連携にも努めて行く。材料の作成プロセスの要素技術を押さえ、技術移転の基礎を固める。他チームや外部との連携により、膜、触媒、などへの応用展開のシナリオを明確にする。

研究テーマ：貴金属系薄膜の応用技術の開発、ナノ粒子化触媒による高度化機能の開発、高選択イオン分離、ナノ構造制御粘土素材の開発と応用

## 特異場制御計測チーム

(pecific-Field Analysis Team)

研究チーム長：南條 弘 (東北センター)

概 要：

化学プロセスならびにプラントのコンパクト化を目

的として、様々な特異場を、物理化学反応場として利用するための制御・計測技術を開発する。特異場としては、高温高压の超臨界状態、ギガヘルツ以上の高周波（マイクロ波）空間、ナノスケールの薄膜間に掛けられた巨大電場、感応性分子を配列または組織化させた多孔体などを研究対象とする。例えば、374℃、21.8MPa の超臨界水と常温の水とが混合する特異場の流れを可視化する装置を開発する。また、メソポーラス材料やイオン液体などの多機能物質と、超臨界流体やマイクロ波など特異場との組合せで発現する新たな物理化学現象を NMR、赤外・ラマン・可視・紫外分光、X 線回折など解析機器用の高温高压セルを用いて計測し、解明する。また、それらをはじめとする物理化学プロセスの制御によって、ヒ素等の有害物質を簡便でしかも高感度に検出できる機能性分子薄膜や多元系ホッピングモデルと呼ばれる式を用いて膜成長機構を解析しながら化学プロセスに清浄環境を提供する原子レベルで平坦なナノスケールの酸化薄膜などを開発する。

研究テーマ：特異場制御・計測技術の開発、ナノスケール表面処理技術の開発、有害物質の高感度簡易計測技術の開発

#### 【テーマ題目1】分散型プロセス技術の開発

【研究代表者】水上 富士夫（研究センター長）

【研究担当者】水上 富士夫、鈴木 明、畑田 清隆、米谷 道夫、増田 善雄、川崎 慎一郎、生島 豊、横山 敏郎、川波 肇、白井 誠之、佐藤 修、日吉 範人、山口 有朋、濱川 聡、佐藤 剛一、西岡 将輝、井上 朋也、清住 嘉道、角田 達朗、川合 章子、小平 哲也、長瀬 多加子、石井 亮、池田 拓史、伊藤 徹二、長谷川 泰久、松浦 俊一、蛭名 武雄、林 拓道、若嶋 勇一郎、閤 秀懿、若生 千春、大川原 竜人、稲 克彦、佐藤 正大、根元 秀実、Chatterjee Maya、Natarajan Venkataramanan、Shervani Zameer、Sudhir Dapurkar、Javaid Rahat、佐藤 恭子、村上 由香、守屋 智美、Rode Chandrashekhar Vasant、杉山 洋貴、星 靖、盧 金鳳、葛西 真琴、山崎 ふじみ、夏井 真由美、東 英生、堀田 裕美、田耕 愛子、大瀧 憲一郎、富樫 秀彰、奈良 貴幸、小野 千里、樫村 睦美、河田 明義、水口 純子、阿部 千枝、El-Safty Sherif、奈幡 明子、

坂口 謙吾、塩見 徹、久松 可南子、稲生 溪太、卜部 陽子、手塚 裕之、Nam Hyun-Jeong、川崎 加瑞範、Tanaka Alfredo、Llosa Tanco Margot、鈴木 麻実、上田 昭子、増田 和美、手島 暢彦、推野 敦子、Islam Nazrul、野口 多紀郎、弘 享子、（常勤職員29名、他53名）

#### 【研究内容】

中小規模機能品生産用の適量分散型ミニ・マイクロプラントの製作・提示を目的に、プロセスの選定・特定、ミニ・マイクロプラントの設計・製作、最適化によるプロセスの高効率化を研究する。

対象プロセスを、①ミニ・マイクロ化学装置によるコンパクトプロセス、②特異状態制御による低環境負荷型ファインケミカルズ製造プロセス、③ガスや炭化水素、バイオ機能物質などの分離精製利用プロセス、などとし、これらプロセスの効率化・グリーン化のための手段すなわち④多機能材料（具体的には、無機系多機能膜、固体触媒など）並びに状態（具体的には、超臨界流体、マイクロ波など）を研究する。これらのプロセス開発は、プラントの設計・製作と密接な連携の下に行うことにより、グリーン・コンパクト化学プロセスモデル構築のための基盤技術の整備と体系化を行う。

平成19年度の進捗状況：

##### ①コンパクトプロセス

高温高压水マイクロリアクターを用い、ベンゼン、トルエン、ナフタレン等を対象に、希硝酸のみを用いる無触媒ニトロ化反応を検討した。ナフタレンに関しては、90 %以上の高収率でニトロナフタレンが合成できることを実証した。また、硝酸アセチルを用いるマイクロリアクター低温ニトロ化法も検討し、フェノールにおいては定量的なモノニトロ化反応が進行することを確認した。

さらに、従来のマイクロ波化学反応装置の課題であった電磁界強度のムラについては、周波数制御法をシステムに取り入れることにより解決し、画期的な流通型マイクロ波反応評価装置のプロトタイプを開発した。

##### ②低環境負荷型ファインケミカルズ製造プロセス

Pd 膜を用いた芳香族化合物への水酸基導入反応について、性能向上を目指してリアクターデザインおよび膜触媒の開発を実施したところ、Pd への Cu の添加が収率向上に効果的であることなどを明らかにした。

また、水素貯蔵材料として有望なシス-デカリン（シス選択性90%以上）を、従来法に比較して40倍の高効率で合成するプロセスを開発した。

##### ③バイオマス等の分離精製利用プロセス

混合導電性セラミックスである  $\text{CaTiO}_3$  系ペロブスカイト型酸化物の薄膜化手法、ならびに薄膜型メンブレンリアクター作成法を確立し、天然ガスの変換システム性

能を著しく向上することに成功した。

バイオディーゼル燃料合成時に副生されるグリセリンの有効利用を図るため、高温高压水マイクロリアクターを用いる脱水反応を検討し、アクロレインが70%収率で得られることを確認した。また、耐酸性脱水ゼオライト膜の高性能化を目的に、より親水性の高いゼオライトを種晶として製膜する技術を開発し、さらに20 cm以上の支持体に再現よく均一に製膜できることを確認した。これらのゼオライト膜は、透過流束 $10 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$ 、水／アルコールの分離係数10,000以上の性能を示すことを確認した。

さらに、陽極酸化アルミナの円柱状細孔分布内に、メソポーラスシリカを均一にかつ垂直に形成することに成功した。このメソポーラスシリカ内に、カタラーゼを固定化することにより、過酸化水素をほぼ100%で分解することを見出した。また、リパーゼを固定化したメソポーラスシリカのマイクロリアクターを作成し、酵素の比活性がバッチ式の70倍あることを確認した。また、このマイクロリアクターを用いて、蛍光像や蛍光発光の直接観察に成功した。

#### ④多機能材料開発

パラジウム-銀同時無電解めっき法を開発し、600℃、2時間の短時間に合金膜の作成を可能とした。金-パラジウム合金膜では、600℃、130時間を超える水素透過への高い耐久性を示した。

ナノ粒子合成では、チタン酸バリウムについて流通式水熱合成法を検討し、チタニアゾル濃度0.1 M、反応温度400℃、滞在時間8 msの条件下で1次粒子径6-8 nmのチタン酸バリウムナノ粒子を生産量10 g/hでの連続合成に成功した。また、マイクロリアクターを用いた金属酸化物微粒子の超臨界水熱合成プロセスでは、原料塩水溶液と超臨界水との混合にマイクロデバイスを用いることで径が小さく均一な微粒子が得られることを明らかにした。

ゼオライト関連では、アイラライト系層間物質に、多種類の有機分子を用いたナノ空孔の構築に成功した。また、層状ケイ酸塩のゼオライト化における構造変化の観察を、高温時間分割粉末X線回折システムにより行うことに成功した（世界初）。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロリアクター、マイクロ熱交換器、超臨界水、超臨界二酸化炭素、流体特性、反応場観測、反応場制御、有機合成、固体触媒、無機膜、水熱合成、パラジウム膜、無電解メッキ、シリケート系多孔質膜、メンブレンリアクター、膜反応、分離機能、透過機能、層状珪酸塩、構造解析

【テーマ題目2】分散型プロセスの工程管理技術の開発

【研究代表者】水上 富士夫（研究センター長）

【研究担当者】水上 富士夫、鈴木 敏重、蛭名 武雄、和久井 喜人、倉田 良明、南條 弘、松永 英之、石川 育夫、金久保 光央、相澤 崇史、高橋 由紀子、相田 努、成田 真理、新妻 依利子、Ismail Adel、Deivasigamani Prabhakaran、Xia Zhengbin、Murat Selda、Jurasovic Jasna、Ma Yuehong、Yao Yuhong、Danwittayakul Supamas、Baker Derar HA、Bayoumi Hassan Fathy Mohamed、Sun Jialong、Kitiwan Mettaya、Harris Kenneth R  
（常勤職員10名、他16名）

#### 【研究内容】

中小規模のデバイス・機器等の製造工程やそれらの使用時に発生する汚染・腐食の防止や排出物の浄化に関する研究である。

分散型プロセスの工程管理技術の開発における表面処理技術（汚染・腐食の防止）として、精密機器の耐熱性保護・絶縁膜及び保護・絶縁手法、電子デバイスの耐熱性保護・絶縁膜及び保護・絶縁手法、及び超クリーン超臨界二酸化炭素供給装置と半導体超臨界二酸化炭素洗浄を開発すると共に、腐食データベースを構築し、日本製精密機器の信頼度世界最高に貢献する。また、検出計測技術では、有害金属イオン及びハロゲンイオンの簡易計測手法を開発すると同時に回収法を提案し、製造工程の管理・効率化に貢献する。

平成19年度の進捗状況：

#### ①プロセス関連

超臨界二酸化炭素を用いるプロセスでは、次世代半導体製造プロセス向けのオンライン微粒子測定方法及び装置（ $>0.3 \mu\text{m}$ ）を確立し、同装置を組み込んだ精密洗浄プロセスの検討を実施した。（民間企業との共同研究）。また、日本のVOC排出量の30%を削減する可能性を秘めたCO<sub>2</sub>塗装並びに塗料の物性測定のプロジェクトを開始し、透明のクリア塗装においては有機溶剤塗装と同等かそれを凌駕する高品質塗装法と塗料の開発に成功した。さらに、CO<sub>2</sub>などのガス吸収・膨張特性データを秒単位で計測可能な水晶振動子測定法を開発し、典型的なイミダゾール系イオン液体に加えて、アミド系イオン液体も高压CO<sub>2</sub>吸収液体として優れていることを見出した。

粘土を主成分とする耐熱ガスバリア膜をコーティングした高性能ガスケットを実用化した。また、耐熱性とガスバリア性、および水蒸気バリア性を全て併せ持つ耐熱ガスバリア膜の開発に成功した。さらに成膜性に優れた合成粘土の開発に成功した。



また、表面処理技術においては、材料表面の不動態化処理とオゾンガス暴露の処理を組み合わせ、未処理に比べ7～18倍に耐食性を向上させた。特に高電位で処理した後にはオゾン処理の方が効果的だった。

## ②計測技術関連

新しいタイプの計測材料として、ナノポアシリカからなるシリカモノリスを利用し、適切な化学修飾による有害重金属イオン等に対する化学センサーの開発を行い、骨格材料としての優位性を提案した。色素ナノ粒子シリカからなるカドミウムイオンの検出膜を作成し、色変化による目視判定により ppb レベルの定量が可能であることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】表面処理、平坦化、不動態化、高温シール材、ガスバリアー、粘土、耐熱性、難燃性、有害金属イオン、フッ化物、カドミウム、簡易計測、高感度濃度計測、目視判定、検出膜

## ②③【バイオマス研究センター】

(Biomass Technology Research Center)

(存続期間：2005. 10～)

研究センター長：坂西 欣也

副研究センター長：平田 悟史

所在地：中国センター、つくば中央第5、つくば西、九州センター

人員：28名（27名）

経費：435, 513千円（324, 013千円）

### 概要：

京都議定書における炭酸ガス排出量の低減目標に貢献するため、また、それに引き続く地球温暖化の防止を推進するため、再生可能エネルギー源であるバイオマス資源を積極的に活用することは極めて重要である。特に、バイオマス資源の中でも炭素固定量の最も多い森林等の木質系バイオマスに対して経済性を有する利用技術を確認することができれば、未利用樹、製剤残材、建築廃材等の多量の木質バイオマスが利用可能になり、再生可能エネルギー源として重要な貢献をすることができる。

バイオマス研究センターでは、再生可能エネルギーであるバイオマスエネルギーの経済性のある高付加価値利用技術を研究開発し、人間活動による化石資源使用量の低減を推進し、循環型エネルギー社会の構築に貢献することを目的とする。

また、国内外におけるバイオマス利活用研究開発の実証を通して、アジア・世界におけるバイオマス利活用研究をリードすることを目指す。

バイオマス研究センターでは、上記の目的を達成する

ため、以下の4課題を中核的研究課題として、研究開発を精力的に実施する。

- (1) 木質系バイオマスから非硫酸法・酵素糖化法を連結して最適化することによりバイオエタノール及びETBE（エチルターシャルブチルエーテル）を高効率で製造する技術を開発することを目指す。特に、環境性・経済性を有する可能性の高い前処理技術である水熱メカノケミカル糖化法の実証を目指す。
- (2) 木質系バイオマスから、ディーゼル機関用軽油であるBTL（バイオマスツーリキッド）を、ガス化経路で経済性を有して製造する技術の研究開発する。特に、タールやチャー、バイオマスに含まれる微量物質を除去するクリーンガス化技術とBTL燃料合成技術をミニベンチプラント運転を通じて研究開発し、実証することを目指す。
- (3) 製材残渣等の木質系バイオマス利用システム評価により、経済性があり、環境への負荷が小さいバイオマス利活用トータルシステムの研究開発、及びその実証に貢献する。特に、上記技術開発を支援するバイオマスエネルギーシステムの経済性・環境性をシミュレーションするシステム評価技術を開発し、最適なシステム構築を行う。さらに、バイオマスエネルギー変換の経済性を向上させるための革新的バイオマス変換技術の研究開発する。
- (4) 上記の研究開発技術を活用し、地球規模の温暖化対策に貢献するため、バイオマス資源貯蔵量の多いアジア地域を中心に、バイオマス資源の有効活用を図る技術研究開発を、バイオマス資源の豊富なアジア諸国との連携を強化し、アジアのみならず世界のバイオマスエネルギー利用技術の促進に貢献する。さらに、上記研究課題に関して、積極的に産総研内の関連研究ユニットや農水省等の関連研究機関、及び広島大との包括連携協定を通じて平成22年度の東広島移転に伴うアジアバイオマスセンター構想の実現に向けて、アジアバイオマスエネルギー研究コアとしての役割を果たすことを目指す。

発表：誌上発表67件、口頭発表175件、その他10件

## 水熱・成分分離チームチーム

(Biomass Refining Technology Team)

研究チーム長：遠藤 貴士

(中国センター、九州センター)

### 概要：

木質系バイオマスから非硫酸法による低環境負荷でかつ経済的なバイオエタノール製造技術を確認するためには、木質等の酵素糖化性を向上させるための前処理技術が重要となる。当チームでは水熱処理、メカノケミカル処理および化学処理を基盤技術として、効率的な前処理技術の開発を目標とする。



水熱処理では、加圧することによって得られる100℃以上の加圧熱水を用いることにより、温度条件を変えることによって木質の主要構成成分であるセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンを選択的に糖化することが出来る。メカノケミカル処理では粉碎技術を基盤として強固な木質成分間の結合を切断させて、木質を活性化させる。化学処理では、環境負荷の低い溶媒を用いてオートクレーブ処理することにより木質成分を部分的に溶解等させることにより酵素反応性を向上させる。また、処理時間やコストを低減して処理効率を向上させるために、各基盤技術を組み合わせた複合処理の構築も進める。

研究テーマ：テーマ項目1、テーマ項目2、テーマ項目3、テーマ項目4、テーマ項目5

#### エタノール・バイオ変換チーム (Ethanol Bioconversion Team)

研究チーム長：澤山 茂樹

(中国センター)

概 要：

エタノール・バイオ変換チームでは、木質系バイオマスからバイオエタノールを環境性・経済性良く製造する技術の実現を目指して研究開発を行う。上記目標を達成するため、木質バイオマス前処理物の酵素糖化とエタノール発酵を中核的研究課題として研究開発を精力的に実施した。

「糖化・エタノール発酵研究開発」の糖化に関しては、水熱-メカノケミカル前処理法に最適な酵素糖化技術の確立を目指して研究を行った結果、糸状菌アクレモニウムの高セルラーゼ生産突然変異株の取得に成功し、セルラーゼの生産を誘導する物質を検索した。効率の良い糸状菌培養技術により、経済性の高いオンサイト型糖化酵素技術に目処をつけた。「糖化・エタノール発酵研究開発」の発酵に関しては、酵母について遺伝子操作を行い、キシロースをエタノールに変換できる BTRC 発酵酵母の創出に成功した。さらに、発酵液についてバイオガス化の検討を行った。

バイオマス資源が豊富なマレーシア・タイ・ラオスにおける農産廃棄物等を原料としたエタノール生産の実用化に向けて、資源量の把握や上記糖化・エタノール発酵技術の適用可能性について研究を実施した。

研究テーマ：テーマ項目1、テーマ項目2、テーマ項目3、テーマ項目6

#### BTL トータルシステムチーム (BTL Total System Team)

研究チーム長：坂西 欣也

(中国センター、九州センター)

概 要：

BTL 技術は、ガス化、ガスクリーニング、ガス組

成調整、触媒合成、分離精製等の工程からなるため、多岐にわたる技術分野を融合して一貫通貫のプロセスを開発する。さらに、18年度に建設した BTL ベンチプラントにより中間目標である0.01BPD を達成し、さらに BTL トータルプロセスの最適化による0.1BPD (最終目標) の実現を目指す。前段のガス化～ガスクリーニングにおいて触媒合成に適した組成の合成ガスをバイオマスから製造する技術を開発するとともに、後段の触媒合成においてバイオマス由来合成ガスの特徴に適した触媒の検討を行う。特に現在課題となっているガスクリーニングに関してはタールの高温乾式除去法の確立を目指す。また、木質バイオマスからのエタノール製造におけるリグニンあるいは樹皮(バーク)等のガス化反応性の比較検討を行う。ラボスケールでの FT 合成触媒反応及び生成ワックス成分の水素化分解、異性化触媒反応の設計を行い、BTL トータルプロセスの最適化を検討する。

研究テーマ：テーマ項目7

#### BTL 触媒チーム (BTL Catalyst Team)

研究チーム長：村田 和久

(つくば中央第5、つくば西)

概 要：

循環型資源利用とエネルギーセキュリティに貢献するため、バイオマス原料からの輸送用燃料製造のための統合化技術構築を目的として、ガス化技術ならびに得られる合成ガス液化のための触媒技術の高度化を中心とした開発を行う。ガス化(ガス化率向上及びガス組成調整)-ガス精製-FT-水素化分解・異性化からなるプロセスの内、BTL 触媒チームでは、ガス化と FT 触媒開発を中心とする研究を行う。

この内ガス化では、製材残渣や間伐材等の木質系バイオマスで95%以上、農業廃棄物や建築廃材等の廃棄物系バイオマスで90%以上のガス化率で、合成ガス(一酸化炭素+水素等)を製造するプロセスを開発する。また、生成ガスの精製やガス比調整により得られるバイオガスから軽油等の運輸用燃料を製造するための触媒技術を開発する。

研究テーマ：テーマ項目8、テーマ項目9

#### バイオマスシステム技術チーム (Biomass System Technology Team)

研究チーム長：美濃輪 智朗

(中国センター)

概 要：

種々のバイオマスの導入・普及には、技術開発だけでなく経済的に成り立つトータルとしてのシステムを構築することが必要である。本チームでは、基盤となるデータベースを構築し、バイオマスシステムのプロ

セスシミュレーション技術を開発する。また、作成したシミュレータを用いて最適化、経済性・環境適合性などの評価を実施すると共に、経済的なバイオマス・トータルシステムを提案する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3、テーマ題目10

-----  
**〔テーマ題目1〕産総研産業変革研究イニシアティブ  
 「中小規模雑植物性バイオマスエタノール  
 燃料製造プラントの開発実証」**

〔研究代表者〕坂西 欣也（研究センター長）

〔研究担当者〕美濃輪 智朗、柳下 立夫、藤本 真司、  
 三島 康史、遠藤 貴士、李 承桓  
 澤山 茂樹、矢野 伸一、村上 克治、  
 滝村 修、塚原建一郎、井上 宏之、  
 松鹿 昭則（常勤職員14名、他4名）

**〔研究内容〕**

本プロジェクトでは、産総研が有するバイオマス原材料の前処理技術を中心とした中小規模のエタノール燃料一貫製造プラントを開発し、非硫酸法による多種多様なセルロース系バイオマス（雑植物性バイオマス）からのエタノール燃料生産技術を実証する。すなわち、木質系および草本系を主としたバイオマス原材料の種類やその集積状況に対応可能な製造プラントプロセスについて、現有技術の発展的統合と製造プロセスから生産消費までの環境負荷を最小化するためのライフサイクル評価や燃料性能評価を実施することで実現する。さらに、年間を通じて安定した原料確保のための原料供給・利活用モデルを構築することによって環境負荷の最小化を目指す。これによってセルロース系バイオマスによる再生可能エネルギー技術およびそのプラント技術を開発し、持続的社会的なエネルギー産業の創出を図る。

低エネルギー型前処理技術では、産総研で開発した水熱処理技術と湿式メカノケミカル処理技術を組み合わせ、木材化学やセルロース化学の原理に基づいた効率的な前処理技術の研究開発を行う。この前処理では、セルロース等のバイオマス成分の組織構造をナノレベルで変化させることにより酵素糖化性を大きく向上させる。酵素糖化の経済性を向上させるために、糸状菌による糖化酵素のオンサイト生産技術の研究開発を行う。用いる糸状菌は、産総研が単離・育種した高セルラーゼ生産菌アクレモニウム セルロリティカスである。また、エタノール発酵については、遺伝子操作により野生型の酵母が利用できないキシロース代謝能を付与した酵母を使用し、バイオマスに含まれる糖を無駄なくエタノールに変換する予定である。

平成19年度は、糖化性を効率的に向上させるための前処理技術の構築を目的として、原料木粉の粒度の影響とオートクレーブ処理、湿式カッターミル処理およびディスクリン処理の最適な組み合わせ方法について検討し

た。糖化・発酵技術ではベンチレベルで、糖化酵素生産糸状菌についてオンサイト型培養条件の検討を行った。また、キシロースをエタノールに変換できる遺伝子組み換え酵母について、発酵特性を解析した。これらの基礎的データを元に、原料200 kg/バッチ規模の試験プラント1号機の設計諸元を決定した。来年度、原料チップの受け入れから濃縮エタノールの製造までを含む、バイオマス原料200 kg/バッチのミニプラントを設計・建設し、雑植物性原料（国産材チップ、わら等）を用いた運転を通じ、プラントデータを取得する予定である。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕バイオマス、バイオエタノール、メカノケミカル、微粉碎、酵素糖化、糸状菌、エタノール発酵、酵母、システムシミュレーション、経済性評価

**〔テーマ題目2〕NEDO 委託研究「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発／バイオマスエネルギー先導技術研究開発／ワンバッチ式バイオエタノール製造技術の研究開発」**

〔研究代表者〕坂西 欣也（研究センター長）

〔研究担当者〕澤山 茂樹、遠藤 貴士、矢野 伸一、  
 村上 克治、滝村 修、井上 宏之、  
 李 承桓、寺本 好邦、松鹿 昭則  
 （常勤職員10名、他6名）

**〔研究内容〕**

木質系バイオマスからの次世代型エタノール製造プロセスとして、前処理した木質を成分分離することなくそのままワンバッチ式で糖化・発酵できるシンプルで高効率なエタノール生産技術の開発を目標に、木質バイオマスの糖化発酵のためのナノ空間形成法前処理技術の開発及び木質バイオマス原料に適した並行複発酵微生物の開発を行った。前処理による原料の糖化性向上と遺伝子組み換え技術を用いた並行複発酵微生物の開発により、最適条件での発酵と同時に酵素糖化を実現することで、エタノール発酵速度・収率の向上を目指す。

平成19年度は、酵素糖化の前処理技術として湿式メカノケミカル処理をベースとしたナノ空間形成による木質の活性化処理について研究開発を行った。従来、木質の乾式メカノケミカル処理では、樹種への依存性が少なくセルロース成分の糖化率は70 %以上にできることが分かっていたが、長時間の粉碎が必要で原料として1 mm以下に粗粉碎した木粉を用いる必要があるなど、コスト高が課題となっていた。ナノ空間形成法は湿式メカノケミカル処理により、水分子を木質成分間に挿入させることによって木質中の安定なセルロース成分をナノレベルで超微細繊維化（マイクロフィブリル化）し、その周囲に酵素が容易に接近して糖化できるナノ空間を形成させる技術である。本技術では、従来から言われているような

酵素反応性を向上させるためにセルロースの結晶性を低下させる必要が無く、未処理の木質と同程度の高結晶性のままでも糖化率70 %以上の高い酵素糖化性を発揮できることを見出した。また、木質をオートクレーブ処理あるいは短時間の乾式メカノケミカル処理した後に湿式メカノケミカル処理を行えば、超微細繊維化を促進でき酵素糖化性を大きく向上できることを明らかにした。さらに、湿式メカノケミカル処理の時間短縮と連続処理による効率化方法について研究を進めた結果、ディスクミルを用いることにより、従来のボールミル粉碎処理のおよそ10分の1の時間とコストで連続的に処理できることを明らかにした。

並行複発酵微生物の開発のうち糖化機能の付与については、*T. reesei* のエンドグルカナーゼ、セロビオヒドラーゼ、 $\beta$ -グルコシダーゼの各糖化酵素の遺伝子を、エタノール発酵酵母 *Saccharomyces cerevisiae* に導入した結果、それぞれの遺伝子が発現して酵素が生成し、培地中に分泌されることを確認した。また酵素の導入方法として、プラスミドでの導入と染色体組み込みの2つの方法を検討したが、酵素の発現量は同程度で、安定性の点で染色体組み込み法の方が優れていることを明らかにした。さらに、酵素タンパク質を細胞外に分泌させるシグナル配列として、*S. cerevisiae* 本来のシグナルである  $\alpha$  ファクターを用いると、*T. reesei* の酵素タンパク質が持つシグナルを利用した場合と比べ、培養液への分泌量が2倍程度増加することがわかった。

並行複発酵微生物の開発のうち、五炭糖発酵機能の付与については、木質系バイオマスの糖化液に多量に含まれる5炭糖であるキシロースをエタノールへ変換する技術として、酵母 *S. cerevisiae* の遺伝子を組換える事によりキシロース代謝能を獲得させる研究開発を行った。従来のキシロース発酵性を付与した遺伝子組換え酵母でも、キシロースからの嫌氣的エタノール発酵効率は依然として低く、また発酵の過程で中間代謝物キシリトールが蓄積して炭素変換効率を減少させるという問題が存在する。さらにはグルコースの存在下では実質的にキシロースを発酵できない（グルコースによって発酵が抑制される）。上記課題を解決すべく、あらゆる宿主酵母株の染色体に組込むことができるキシロース代謝系発現カセットを構築した。すなわち、*Pichia stipitis* 由来のキシロース還元酵素（XR）および  $\text{NAD}^+$  要求性から  $\text{NADP}^+$  要求性への補酵素特異性を変換した改変型キシリトール脱水素酵素（XDH）、さらに *S. cerevisiae* 由来のキシロキナーゼ（XK）遺伝子の発現カセットである。これを複数の宿主酵母（*S. cerevisiae*）の染色体に効率よく導入することに成功した。その結果、本遺伝子組換え酵母はグルコース存在下でもキシロースを発酵できる六炭糖・五炭糖同時発酵酵母であることを見出した。また、これら酵母株の中から、キシロース発酵速度が速く、キシロースからエタノールを高収率に生産できることに加

え、グルコースの存在下でキシロース発酵能が促進される遺伝子組換え酵母を選抜した。選抜した組み換え株は実用性の高い凝集性酵母で、連続発酵、繰り返し発酵が可能であり、酵母のリサイクルによって高い酵母濃度を維持でき、より高いエタノール生産性が得られる。さらに本遺伝子組換え酵母を用いたキシロースからの嫌氣的エタノール発酵について研究を進めた結果、グルコース共存化での完全合成培地では、4.5 %のキシロースをおよそ48時間で発酵できることを明らかにした。このように、補酵素依存性改変型キシリトール脱水素酵素を、関連酵素遺伝子と共に2倍体実用酵母の染色体に導入することにより、キシロースからの効率のよいエタノール発酵に成功した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオマス、エタノール、微粉碎、ナノ空間形成、酵素糖化、エタノール発酵、遺伝子操作、システムシミュレーション、経済性評価

【テーマ題目3】 農林水産省委託「稲わら等の作物の未利用部分や資源作物、木質バイオマスを効率的にエタノール等に変換する技術の開発／稲わら変換総合技術の開発稲わら水熱・酵素糖化・エタノール発酵基盤技術の研究開発」

【研究代表者】 澤山 茂樹

（エタノール・バイオ変換チーム）

【研究担当者】 滝村 修、井上 宏之、松鹿 昭則

塚原 建一郎、遠藤 貴士、井上 誠一、美濃輪 智明、藤本 真司

（常勤職員9名、他3名）

【研究内容】

環境負荷が低く経済的で効率の高い、稲わらからのバイオエタノール製造技術の確立を研究目的として、稲わらからのバイオエタノール製造原価100円/L以下を達成する技術の開発を目標とする。セルロース系バイオエタノール製造技術においては、前処理技術、糖化技術、発酵技術が重要な要素技術であり、稲わらを原料とする場合は水熱処理と酵素糖化を組み合わせる方法が最も有望な技術の1つと考えられる。従って、稲わらのエタノール変換技術において、これらの要素技術と経済性を含めた統合化技術に関する基盤的研究開発の進展が必要である。

カッターミルにより<2 mm サイズに粉碎を行った稲わらを原料とし、酵素糖化の前処理として水熱処理の検討を行った。セルロースは、160～180℃の温度域での水熱処理により酵素糖化が進行することが明らかになった。200℃以上の水熱処理では、キシロースと同様にグルコースの収率が減少した。糖化処理に用いる酵素を検討した結果、市販セルラーゼもしくは、セルラーゼ生



産糸状菌の培養液のみを用いた糖化处理ではキシロースの収率が低く、それらに市販ヘミセルラーゼを加えたカクテルを調製することでキシロース収率が明らかに改善された。酵素カクテルを用いた水熱処理試料の糖化評価の結果、グルコース収量については180℃の処理が高かったが、キシロース収量が低く、全体の糖収量については160℃の処理が高かった。また、予備検討として、ボールミル粉碎処理およびディスクミル処理をそれぞれ行ったところ、両処理ともに糖化率が高い事がわかった。

本プロセスの経済性を評価するためのプロセスシミュレーションの確立を目的として、まず基本となるプロセスフローを考え、プロセス設計を行った。本フローは粗粉碎、水熱処理による前処理、酵素糖化、エタノール発酵からなる。プロセスシミュレーションのために必要な前提条件としては、糖化率と発酵率があるが、現状の値としては、セルロースの糖化率を80%、ヘミセルロースの糖化率を80%とした。また、六炭糖の発酵率は80%とし、五炭糖は現状では発酵できないものとした。本結果から、製造コストの64%が酵素調達費用であることがわかった。また原料費は24%、固定費は6%であった。現状では酵素調達費用がエタノール製造コストの約2/3程度を占めており、経済性への感度が高いものと考えられる。開発の第一ステップとしてはこの酵素調達費用の低減を行う必要がある。すなわち、必要酵素使用量を低下させる前処理技術の開発、あるいはオンサイト酵素生産等の安価な酵素供給手法の開発等が必要である。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオマス、エタノール、稲わら、メカノケミカル、微粉碎、酵素糖化、エタノール発酵、システムシミュレーション、経済性評価

【テーマ題目4】 効率的酵素糖化前処理技術の開発

【研究代表者】 遠藤 貴士（水熱・成分分離チーム）

【研究担当者】 坂木 剛、井上 誠一、  
李 承桓、寺本 好邦  
（常勤職員5名、他4名）

【研究 内 容】

木質等のバイオマスの酵素糖化性を向上させるために、水熱処理とメカノケミカル処理の組み合わせによる効率化方法、環境負荷の低い溶媒を用いた蒸煮処理による前処理技術、メカノケミカル処理方法の効率化技術の開発を進めた。

木質をメカノケミカル処理すると酵素糖化性が比較的容易に向上するが、粉碎などでエネルギーを多く消費する課題があった。そこで、メカノケミカル処理の前に、木質を短時間の水熱処理し、ヘミセルロース成分を糖化し、さらに脱リグニン処理を行ったところ、メカノケミカル処理のみでは粉碎に120分必要であったものが、10

分間の粉碎時間で十分に酵素糖化性を向上できることを明らかにした。また、酢酸－水－エタノール系のグリーン溶媒を用いた蒸煮処理では、木質中のヘミセルロースとリグニンが部分的に分解溶出することにより、木質に酵素が進入できる細孔が形成されて微粉碎等を行うことなく粗粉碎物のままでもセルロース糖化率を100%にすることができた。メカノケミカル処理の連続化による効率化を目的として、エクストルーダーを用いた木質の処理方法について検討した結果、少量の水あるいはポリオールを添加してエクストルーダー処理を行うことにより、セルロース成分がその最小の集合単位であるマイクロフィブリルに解繊され、高い酵素糖化性を示すことを明らかにした。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 木質、バイオマス、酵素糖化、水熱処理、メカノケミカル処理、蒸煮処理

【テーマ題目5】 木質成分の高付加価値化技術

【研究代表者】 遠藤 貴士（水熱・成分分離チーム）

【研究担当者】 坂木 剛、亀川 克美、李 承桓、  
寺本 好邦（常勤職員5名、他4名）

【研究 内 容】

木質系バイオマスからバイオエタノール製造では、最終的に残渣となるリグニン等を高付加価値化して有効利用することにより製造プロセス全体の経済性を向上させることが重要である。そこで、リグニンを吸着剤・活性炭としての利用技術、他の高分子との複合化による接着剤への応用技術について研究を進めた。また、酵素糖化のために前処理した木質の材料系への応用についても研究を進めた。

その結果、水熱処理したユーカリや米松を原料として製造した吸着剤では、有機化合物に対して市販の石油系吸着樹脂と同等以上の性能が発揮できることが分かった。また、比表面積について調べた結果、市販の活性炭を超える比表面積を持ったリグニン系活性炭が得られることが分かった。接着剤の応用では、蒸煮処理により得られるリグニンと特異的に分子レベルで相互作用する高分子について検討した結果、ポリビニルピロリドンとは種々の比率で瞬時に複合化できることを明らかにした。それぞれを塗布した木片は張り合わすことにより接着でき、分子相互作用を利用したリグニン系接着剤への応用が可能であることが分かった。また、木質を湿式メカノケミカル処理して得られるセルロース微細繊維は高い酵素糖化性を発揮するが、この微細繊維を樹脂の強化フィラーとしての利用性について検討した結果、水系合成ポリマー溶液に1%添加するだけで、得られシートの強度物性が未添加の場合と比較して1.5倍になることを見いだした。これにより微細繊維は軽量な強化樹脂開発へ応用可能であることが示された。

【分 野 名】 環境・エネルギー



〔キーワード〕 リグニン、セルロース、吸着剤、活性炭、  
接着剤、微細繊維、フィラー

〔テーマ題目6〕 環境省委託研究「地球温暖化対策技術  
開発事業／酵素法によるバイオマスエタ  
ノール製造プロセス実用化のための技術  
開発／セルラーゼ生産菌の改良に関する  
研究

〔研究代表者〕 澤山 茂樹

(エタノール・バイオ変換チーム)

〔研究担当者〕 矢野 伸一、井上 宏之

(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

木質系バイオマスからエタノールを、環境性・経済性  
良く製造する技術の確立を目指し、セルラーゼを生産す  
る *Acremonium* 属糸状菌について、酵素生産性の改良  
研究開発を行った。糸状菌アクレモニウムについて突然  
変異法を用いた育種を行い、従来の菌株に比べセルラー  
ゼ生産性の高い突然変異株の取得に成功した。また、セ  
ルラーゼ誘導物質の検索の結果、ラクトースに誘導性が  
あることを見出した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、エタノール、酵素糖化、糸  
状菌、*Acremonium*

〔テーマ題目7〕 木質系バイオマスからの液体燃料製造  
技術の開発

〔研究代表者〕 坂西 欣也

(BTL トータルシステムチーム)

〔研究担当者〕 中田 正夫、劉 彦勇、花岡 寿明

(常勤職員4名、他2名)

〔研究内容〕

BTL ベンチプラント（液体燃料製造量1.6 L/日規  
模）の建設、試運転を行った。固定床ダウンドラフト型  
ガス化炉から合成ガス（CO、H<sub>2</sub>）を30 %程度含むガ  
スを安定して得ることに成功した。また、得られたガス  
を13 MPa まで安全に昇圧し、貯蔵することに成功した。  
現在、FT 合成装置運転を含めた一気通貫での BTL 製  
造試験を行っている。また、高温乾式タール除去につ  
いて活性炭や金属担持活性炭のタール吸着除去性能及び硫  
黄化合物分解性能を検討し、最適な活性炭系吸着剤を採  
索している。また、木質バイオマスからのエタノール製  
造におけるリグニンあるいは樹皮（バーク）等のガス化  
反応性の比較検討を行っている。さらに、ラボスケール  
での FT 合成触媒反応及び生成ワックス成分の水素化分  
解・異性化触媒反応の設計を行い、BTL トータルプロ  
セス最適化を検討している。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマスガス化、ガスクリーニング、  
FT 触媒反応

〔テーマ題目8〕 木質系バイオマスからの液体燃料製造  
技術の開発（運営費交付金、NEDO バ  
イオマスエネルギー転換要素技術開発、  
NEDO バイオマス先導技術開発）

〔研究代表者〕 村田 和久（BTL 触媒チーム）

〔研究担当者〕 岡部 清美、小木 知子(併)、  
中西 正和(併)、高原 功、稲葉 仁  
(常勤職員6名、他3名)

〔研究内容〕

- (1) 安価なアルカリ金属系触媒を用いて木材をガス化  
し、ガス化率98 %かつ FT 合成に適した組成のガ  
ス生成(H<sub>2</sub>/CO=2)を達成する事ができた。(2) スチ  
ーム中でのバイオガス改質により水素及び CO 濃度  
の増加とメタン濃度の減少を観察した(560 ℃以上)。  
改質効果は硫黄により被毒され、数時間で効果が消  
失した。
- (2) 脱硫触媒の存在により、硫黄不純物濃度の低下が  
認められた。
- (3) 各種バイオマスの反応挙動解析と、特に低温域に  
おける熱特性や生成物を分析し、ガス化装置設計に  
資する結果を得た。
- (4) フィッシャートロプシュ (FT) 反応用ルテニウム  
系触媒について、1) ルテニウムの周りにマンガンが  
覆う構造のため、ルテニウムの粒子成長が起これに  
くいことを推定した。2) γ-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>担体とメソポーラ  
スシリカとの複合担体は、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量の希釈により酸  
性度が低下するため、性能の向上には至らなかった。  
3) バイオガスを用いる FT 反応では、共存する CO<sub>2</sub>  
やメタンの影響は少なく、FT 反応は進行するが、  
5 ppm 程度存在する硫黄分の影響は無視できない  
ことを確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマスガス化、FT 触媒

〔テーマ題目9〕 新エネルギー技術研究開発／バイオマ  
スエネルギー高効率転換技術開発（先導  
技術開発）／バイオマスガス化－触媒液  
化による輸送用燃料（BTL）製造技術の  
研究開発

〔研究代表者〕 村田 和久（BTL 触媒チーム）

〔研究担当者〕 小木 知子、岡部 清美、中西 正和  
(常勤職員4名、他2名)

〔研究内容〕

目 標：

2020～2030年頃の実用化が期待できるバイオマス利用  
のための基礎技術のうち、ガス化及び触媒液化（FT 反  
応）による輸送用燃料製造技術の研究開発を実施する。

研究計画：

バイオマスを日本の適正規模に応じたレベルで効率よ  
く液体燃料化するために、自己触媒作用等を利用したガ

ス化率向上とガス組成改善、脱硫触媒の検討、触媒液化 (FT) 工程などの改善などに加えて、ガス化で副生する  $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}_2$  等の  $\text{CO}$  への触媒変換工程を新たに取り入れることを特徴とする。

平成19年度進捗状況：

- (a) 自己触媒-炉内滞留利用：モデル化合物として  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  を約5 %添加してガス化を行った。ガス化率：約99 %、 $\text{H}_2/\text{CO}$ ：約2で高ガス化率と適正組成ガスの両立を実現できた。 $\text{Ca}(\text{OH})_2$  添加の副次的効果として、タール生成量低減 (0.01 %程度)、微量成分減少 ( $\text{H}_2\text{S}$ : 74 ppm→55 ppm) 生じた。
- (b) メタン改質触媒：小型噴流床バイオマスガス化装置を改造して反応管出口部分に改質ゾーンを増設 (温度：常温～670 °C)、実プラントに近い条件でメタン改質触媒特性を測定した。シフト反応は250 °C以上で生じ、500 °C付近でピークとなった。300～580 °Cではメタン生成反応、580 °C以上ではメタン水蒸気改質反応が起きた (670 °Cで8 %→2 %)。ドライ改質 ( $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 \rightarrow 2\text{H}_2 + 2\text{CO}$ ) は殆ど起きなかった。触媒は数時間で失活した ( $\text{SV}$ : 約1000)。硫黄 (特に  $\text{H}_2\text{S}$ ) の影響と考えられる。
- (c) 亜鉛フェライト触媒の脱硫・硫黄改質効果：580 °C以上の高温で亜鉛フェライト触媒を用いると、 $\text{COS}$  を  $\text{SO}_x$  または  $\text{H}_2\text{S}$  へ変換する効果はあるが、 $\text{H}_2\text{S}$  除去効果は十分ではなかった (74 ppm→47 ppm)。なおこの他にガス化副生物の性状解析も行った。
- (d) FT 触媒の成果：
- 1)  $\text{Ru-Mn}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  触媒の  $\text{Mn}/\text{Al}$  比及び反応圧の最適化を行い、模擬合成ガスを使用して、 $\text{CO}$  転化率 96 %、 $\text{C}_5+$  選択率 90 % を確認 ( $\text{W}/\text{F}=13\text{g-cat.h}(\text{mol})^{-1}$ )。130h 程度までの反応により、0.144BPD/原料100 kg を確認。Ru 系が Co 系を超える性能を有することを示した。
  - 2) バイオガス (合成ガス71 %含有、 $\text{H}_2/\text{CO}$  比=1.82、硫黄分約8 ppm) を利用して FT 反応を行い、共存するメタンや  $\text{CO}_2$  は反応に悪影響はないが、硫黄の影響により、模擬ガスより活性低下が早いことを確認した。
  - 3) 一段での中間留分選択率向上を期待して、炭素チューブなど炭素系の担体効果を検討し、チューブ内に Ru が主として存在する効果により、炭素の連鎖成長確率が  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  系担体より低くなることを確認した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオマスガス化、ガス精製、FT 触媒

【テーマ題目10】 バイオマスシステム研究

【研究代表者】 美濃輪 智朗

(バイオマスシステム技術チーム)

【研究担当者】 佐々木 義之、平田 静子、三島 康史、

柳下 立夫、藤本 真司

(常勤職員6名、他11名)

## 【研究内容】

種々のバイオマスの導入・普及には、技術開発だけでなく経済的に成り立つトータルとしてのシステムを構築することが必要である。本チームでは、基盤となるデータベースを構築し、バイオマスシステムのプロセスシミュレーション技術を開発する。また、作成したシミュレータを用いて最適化、経済性・環境適合性などの評価を実施すると共に、経済的なバイオマストータルシステムを提案する。

木質系バイオマスから液体燃料を製造するトータルシステムシミュレータをベースに、我が国におけるバイオエタノールの生産コストと  $\text{CO}_2$  削減コスト分析を行い、年産7万 kl 規模となれば60¥/L で生産できる可能性があること、原油価格が高くなれば  $\text{CO}_2$  削減コストは相対的に低下し、省エネなどの  $\text{CO}_2$  削減コスト並みになることを示した。

アジアにおけるバイオマストータルシステムの一つとして「パーム産業コンプレックス構想の展開」を取りまとめるとともに、経済性向上のため、水棲バイオマス利活用の調査や BDF 製造、副生グリセリン利活用の研究も行った。

【分 野 名】 環境エネルギー

【キーワード】 バイオマス、システム、経済性

## ②4【デジタルものづくり研究センター】

(Digital Manufacturing Research Center)

(存続期間：2006. 4. 1～2011. 3. 31)

研究センター長：松木 則夫

副研究センター長：服部 光郎、花田 康行

所在地：つくば東

人 員：19名 (18名)

経 費：312,578千円 (118,799千円)

概 要：

製造技術に関する知識の体系化と、情報技術を活用した製造現場におけるこれら知識の蓄積・利用技術の高度化の研究開発を行うことで、わが国の産業競争力の強化に資することが本研究センターの目指すところである。

製造技術に関する知識の担い手は製造現場の作業員である。その作業員の持つ技能と技術の高度化が、産業競争力の強化において最重要な要素の一つである。わが国の製造現場では、優秀な作業員の持つ暗黙的な知識と形式的な知識が相互補完的に働き、日々新たな製造技術の創出や高度化の原動力となっている。しかし、少子高齢化によって、この原動力が弱体化する懸念がある。そこで、高度だが未解明の (暗黙的な) 知

識を明らかにする技術、形式的ではあるが偏在していたり原理が理解されていない知識を活用する技術、この双方を、製造現場で使える形で提供することで作業者を支援し、高度な製造技術の維持・発展が可能となる技術を提供することが目標である。

このため、企業現場において、製造技術の計測・分析を実施し、製造現象の解明とともに、作業者の持つ暗黙的な知識と形式的な知識の構造の解明に取り組む。解明された知識の体系化を試み、その有効性を企業における利用（実験）により検証する。この手順を繰り返すことで製造技術の本質に迫ることが、本研究センターの「ものづくりの科学」の方法である。また、それらを製造現場で生かすためには簡便性、効率性と安全性を兼ね備えた、高度な利用技術が不可欠である。このための情報技術の研究開発も並行して実施する。製造技術に関する知識の体系化に関する研究課題として「逆問題解法技術」を、新たな支援技術の確立を目指して「対話的支援技術」の研究開発を実施する。また、旧・ものづくり先端技術研究センターの成果の普及に努める。

逆問題解法技術の研究開発項目として平成18年度より継続して、鍛造、鋳造、めっき、熱処理などの基盤的な加工技術について、熟練技術者の持つ競争力のある暗黙的な知識を、事例に基づいて整理体系化することと、それらの蓄積・活用に関する利用技術の研究開発に取り組んでいる（中小企業基盤技術継承支援事業）。対話的支援技術の研究開発項目としては、熱変形現象等を例題に、作業中にタイムリーに加工情報を提供する技術の研究開発を平成18年度より継続して実施している。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「中小企業基盤技術継承支援事業」

文部科学省 科学研究費補助金

「細線材の表層部付加的せん断ひずみ層が素材の引張り強度・延性に及ぼす影響」

文部科学省 科学研究費補助金

「視覚障害者の立体認識機構の研究および立体幾何学教材の開発」

財団法人飯塚研究開発機構 財団等受託研究費

「金型の知能化による金属プレス加工の不良レス化」

財団法人飯塚研究開発機構 財団等受託研究費

「超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開発」

社団法人日本非鉄金属鋳物協会 財団等受託研究費

「環境対応型非鉄金属鋳造技術に関する研究開発」

財団法人天田金属加工機械技術振興財団 研究助成金

「ねじり付加による棒・線材のせん断切断断面形状の改善」

財団法人栃木県産業振興センター 財団等受託研究費

「任意形状付シームレス極細パイプの高精度加工技術の確立及び高効率製造装置の開発」

発 表：誌上発表26件、口頭発表80件、その他2件

## 加工情報構造研究チーム

(Process Engineering Team)

研究チーム長：岡根 利光

(つくば東)

概 要：

鋳造、熱処理、溶接、表面処理加工の各加工技術を対象に、加工評価実験・加工現象のモニタリング手法やシミュレータ開発を通して、加工メカニズムの解明と高度化を進めている。また、IT を活用した技能継承技術の開発を目標に、ものづくり製造分野における熟練作業者の高いレベルの技能を分析・モデル化して表現する技術の開発を行っている。平成19年度には、鋳造・鍛造・めっき・熱処理の各加工法の技能について、抽出および活用の手法の検討を行い、技能継承を支援するツールの開発を進めた。さらに現在 IT を利用した中小企業への技術の普及・技術支援を目的に web で公開している加工技術データベースについても当チームの対象加工分野についてメンテナンスと拡充を進めた。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合

開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」

社団法人日本非鉄金属鋳物協会 財

団等受託研究費「環境対応型非鉄金属鋳造

技術に関する研究開発」、文部科学省 科

学研究費補助金「細線材の表層部付加的

せん断ひずみ層が素材の引張り強度・延性に

及ぼす影響」

## 計測分析技術研究チーム

(Measurement and Analysis Team)

研究チーム長：石川 純

(つくば中央第3)

概 要：

当チームは、熟練技能の継承支援を目的とした熟練技能者の計測分析技術の開発を目標とする。熟練技能者の計測分析は、技能者の判断や運動の計測分析といった人間工学的手法と、作業中のワークの振動や温度や完成品の精度といった物理的計測手法の両面から行



い、両方を併せて技能の本質を追究する。また、技能計測は現場で行うことを基本とし、現場で用いることのできる計測装置開発を研究の一環として実施する。

本年度は、手業を中心とした熟練技能として、ガラスの火加工および手研磨加工を取り上げ、熟練者、中堅、初心者との差異計測を試みた。計測は、複数台ビデオカメラによる動作の3次元計測、サーモビジョンによる作業温度計測、ブロー作業の圧力計測、高速度カメラによる動作解析、作業力計測のために開発したフォースプレートによる作業力計測、および完成物の仕上がり形状計測を組み合わせることで実施した。その結果、熟練度の差異をこれら計測結果から評価する見通しが得られた。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」

#### システム技術研究チーム

(Systems Engineering Team)

研究チーム長：澤田 浩之

(つくば東)

概要：

中小企業の IT 化支援を目的として、コンピュータやプログラムの専門家ではない中小製造業の技術者が、自社の業務で利用するソフトウェアを自分で作れるようにするための研究開発を行っている。その一環として、プログラムのソースコードを書くことなく、あらかじめ用意されたソフトウェア部品（コンポーネント）を組み合わせることによって IT システムを構築するソフトウェア作成ツール MZ Platform を開発し、産総研コンソーシアム「MZ プラットフォーム研究会」を通じて公開している。さらに、IT 知識を必要とせず、業務知識のみに基づいて社内システムを構築するためのシステム設計・構築技術の研究開発を行う。MZ Platform の成果普及活動として、平成19年度にはメジャーバージョンアップを行ったほか、各地の公設試験研究機関、商工会議所、産総研産学官連携部門等との協力により、各地における普及セミナーや講習会の開催、また、中小製造業への導入と業務アプリケーション開発を実施した。一方、民間ソフトウェアベンダーへの技術移転も進め、新たに4社と技術移転契約を締結した。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」、文部科学省 科学研究費補助金「視覚障害者の立体認識機構の研究および立体幾何学教材の開発」

#### 対話的支援技術研究チーム

(Interactive Support Technology Team)

研究チーム長：山内 真

(つくば東)

概要：

製造業における国際競争力強化のためには、製造現場に情報技術を用いた支援を導入することが効果的と考えられる。そこで本研究チームでは、作業が必要とする情報を、作業中にタイムリーに提供する対話的な作業支援技術を研究開発する。熱加工技術における作業支援を当面の課題として、形状計測技術、熱変形のシミュレーション技術、ヘッドマウントディスプレイを用いた複合現実感技術を要素技術として研究開発するとともに、それらを有機的に統合したシステムを試作した。また、複合現実感を達成するために必要な全ての機器を一体化したヘルメット型ディスプレイを試作し、今後推進すべき研究開発課題を明らかにした。

研究テーマ：運営費交付金 対話的加工支援技術の研究開発、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」

#### 加工基盤技術研究チーム

(Machining Science Team)

研究チーム長：尾崎 浩一

(つくば東)

概要：

切削加工、研磨加工等における加工現象の解明に基づく加工技術の高度化を目指す研究を推進するとともに、旧ものづくり先端技術センターで開発しインターネット上に公開している加工技術データベースを、他チームとの協力によりさらに発展させ普及する活動を実施している。加工研究においては、ドリル穴加工の裏バリ低減手法の研究、コパールの切削加工特性把握実験、またヘール加工における加工面残留応力の研究、また鋼球圧縮による微細パイプの細径化加工実験を実施した。加工技術データベースの普及活動としては、各地の公設試験研究機関、商工会議所、産総研産学官連携推進部門等との協力により、日本各地で普及セミナーの開催や展示会出典を行い、ユーザーの拡大に努めた。

研究テーマ：運営費交付金「加工基盤技術の研究」、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」、財団法人飯塚研究開発機構 財団等受託研究費「金型の知能化による金属プレス加工の不良レス化」、財団法人飯塚研究開発機構 財団等受託研究費「超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開発」、財団法人栃木県産業振興センター 財団等受託研究費「任意形状付シームレス極細パイプの高精度加工技術の確立及び高効率製

造装置の開発」

連携推進統括チーム

(Industrial Collaboration Team)

研究チーム長：花田 康行

概 要：

当チームは、中小企業庁、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、研究開発成果を利用する中小製造業者、外部有識者等と理化学研究所、産総研内、センター内の連携・調整を図り、プロジェクトの円滑な推進及び研究開発成果の普及の推進を図る。

「ものづくり・IT 融合化推進技術の研究開発（FY13～FY17）」で開発された「加工技術データベース」、「MZ プラットフォーム」の成果普及策の立案、普及を図る。また、「中小企業基盤技術継承支援事業（FY18～FY20）」についても、中小企業庁、NEDO との調整とともに、開発される「加工テンプレート及び支援システム」の成果普及策の立案を図る。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」

㊤【水素材料先端科学研究センター】

(Research Center for Hydrogen Industrial Use and Storage)

(存続期間：2006. 7. 1～2013. 3. 31)

研究センター長：村上 敬宜

副研究センター長：佐々木 一成、緒方 富幸、  
牧原 正記

所在地：福岡西事業所、つくば西事業所

人 員：9名（7名）

経 費：838, 326千円（207, 625千円）

概 要：

水素エネルギーは、わが国のエネルギー安定供給に大きく寄与し、地球温暖化や都市域の環境問題を解決する切り札として期待されています。しかしながら、水素エネルギーを利用するためには、高圧状態や液化状態における水素の物性解明や、水素により材料の強度が低下する水素脆化現象のメカニズム解明など、解決しなければならない課題が少なくありません。本研究センターは、水素エネルギー利用社会の実現を技術的に支援するため、水素と材料に関わる種々の現象を科学的に解明して各種データを産業界に提供するとともに、経済性を考慮しつつ安全に水素を利用するための技術指針を確立することをミッションとしています。これにより、わが国の新エネルギー技術開発プログラ

ムのキーテクノロジーである燃料電池とそれに関連する安全な水素インフラの開発・普及を図り、産総研第2期中期計画「燃料電池自動車の70 MPa 級高圧水素貯蔵を可能にするために、ステンレス鋼等の金属材料の水素脆化評価方法の開発を行うとともにその技術基準の策定を行う」の達成に向けて研究を実施しています。

外部資金：

・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「水素先端科学基礎研究事業」

・(財) 金属系材料研究開発センター「水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料基礎物性評価」

・経済産業省 原子力安全・保安院「石油精製業保安対策事業（水素エネルギー利用に伴う材料使用基準に関する調査研究）」

・文部科学省 キーテクノロジー研究開発の推進「圧電フロンティア開拓のためのバリウム系新規巨大圧電材料の創生（MPB エンジニアリングによる巨大圧電材料の電気特性評価）」

発 表：誌上発表24件、口頭発表35件、その他3件

水素物性研究チーム

(Hydrogen Thermophysical Properties Team)

研究チーム長：藤井 丕夫

(福岡西)

概 要：

水素エネルギー利用を実用化するためには、実際に使用する機器の信頼性や安全性が保障された設計をすることが重要です。このような設計を行う上で、高圧・高温状態の水素がどのような物理的性質をもっているかを正確に計測し、そのデータを蓄積する必要があります。しかし、高圧・高温状態の水素の PVT データ（圧力・比体積・温度）、熱伝導率、粘性係数、比熱、溶解度といった物性値のデータ蓄積は十分ではありません。そこで広範な水素の物性値を正確に計測する装置を開発し、測定データをデータベース化して提供していくことを目指します。

研究テーマ：テーマ題目 1

水素材料強度特性研究チーム

(Hydrogen Fatigue and Fracture Team)

研究チーム長：松岡 三郎

(福岡西)

概 要：

水素が、実際の使用環境におかれた機械の材料強度

にどのような原理でどのような影響を与えるのかを科学的に解明し、水素利用機械システムの設計・保守技術の確立を目指します。具体的には、金属材料の水素脆化の基本原理の解明を基礎研究、金属、非金属材料の長時間使用と加工の影響を応用研究と位置づけ、高圧水素環境下で金属や非金属（ゴムや樹脂等）に対して、長時間の連続疲労強度試験を行うなど、材料強度に関するデータを整備するとともに、こうした環境下で使用される機械の設計・製造における信頼性を確保するための解決策を確立します。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

#### 水素トライボロジー研究チーム

(Hydrogen Tribology Team)

研究チーム長：杉村 丈一

(福岡西)

概要：

軸受・バルブなど機械の可動部では、必ずトライボロジー（摩擦・摩耗・潤滑）の問題が発生します。水素を利用する機器においてもそれは例外ではありません。しかし、水素がこうしたトライボロジーにどのような影響を及ぼすのかについては、世界的にもほとんど明らかになっていません。こうしたことから、トライボロジーにおける水素の影響を解明し、実際に使用される機器類の信頼性評価の方法を確立するとともに、機械システム設計の指針を提案することを目指します。

研究テーマ：テーマ題目4

#### 水素シミュレーション研究チーム

(Hydrogen Simulation Team)

研究チーム長：村上 敬宜

(福岡西)

概要：

本研究センターにおける高圧水素の研究では、圧力や温度など様々な条件が絡むことになり、単純に実験を繰り返すだけでは、多くの時間とコストがかかります。そこで、九州大学が開発したシミュレータを高圧水素関連の機械システム設計に利用できるものへと改良を加え、研究・開発のコスト削減と期間短縮に貢献します。また、他の研究チームと連携しつつ、様々なシミュレーションを実施し、水素関連技術における信頼性のある計算科学技術と、シミュレータを開発します。

研究テーマ：テーマ題目5

#### 水素脆化評価研究チーム

(Hydrogen Dynamics in Metals Research Team)

研究チーム長：福山 誠司

(つくば西)

概要：

水素エネルギーの実用化にあたっては、実際に水素環境下で使用する機器類に対する水素脆化の度合いや進展状況を正確に計測し、評価することが必要になります。そこで、水素脆化の機構解明のための原子・分子レベルでの観察等を通じて、水素と金属の相互作用を微視的に明らかにするとともに、水素脆化評価技術を体系化し、評価手法の標準化を図ります。また、金属系材料の水素脆化評価のための試験装置を開発します。さらに、開放型の水素脆化評価ステーションを用いて民間企業の水素利用機器開発の技術支援を行います。

研究テーマ：テーマ題目6

#### 〔テーマ題目1〕高圧水素物性の基礎研究（運営費交付金、外部資金）

〔研究代表者〕藤井 丕夫（水素物性研究チーム）

〔研究担当者〕高田 保之、深井 潤、河野 正道、伊藤 衡平、久保田 裕巳、張 興、Peter Woodfield、藤井 賢一、新里 寛英、城田 農、Elin Yusibani、迫田 直也、日高 彩子、滝田 千夏、桃木 悟、山口 朝彦、赤坂 亮、小清水 孝夫（常勤職員2名、他17名）

#### 〔研究内容〕

水素を経済的に利用するためには、液化又は高圧化した状態で水素を輸送・貯蔵することが必要になりますが、高圧・高温の水素の物性については、世界的にも知見の集積が乏しく、これを解明することが重要な課題となっています。このため、高圧・高温状態における水素のPVT（圧力・比体積・温度）データ、粘性係数、物質に対する溶解度、熱伝導率や露点を明らかにし、水素を利用する機器の設計に役立つデータを提供すべく研究を行っています。

今年度は以下の成果が得られました。

- ・水素の PVT 値について、既存のデータを調査し、本プロジェクトで測定の対象とすべき温度圧力範囲を確定しました。この条件下での測定が可能となる測定方法を決定し、それに必要な装置の仕様を確定するとともに設計製作しました。まず、He、および N<sub>2</sub>を対象に常圧での測定を行うことにより、測定精度の確認と測定装置が健全であることを確認しました。

この結果に基づいて、1 MPa 以下の H<sub>2</sub>について PVT 関係を測定し、この条件下の既存のデータと 0.1 %以内の誤差で一致することが確かめられています。

- ・水素には核スピンの違いによるオルソ水素およびパラ水素があります。水素の貯蔵温度によってオルソ水素とパラ水素の濃度の違いがあり、常温ではその存在比率が3:1となり、これはノーマル水素と呼ばれています。パラ水素濃度によって、比熱、粘性係数および熱



伝導率などの値が異なることがわかりました。今後、それらの転換速度の測定や濃度の違いが熱伝導率の値に及ぼす影響を定量的に測定する予定です。

- ・水素の粘性係数についても PVT 測定と同様、本プロジェクトで測定すべき温度圧力範囲を確定しました。粘度測定について高い精度が期待できる細管式測定法の装置を設計、製作しました。まず、He、および N<sub>2</sub> を対象に常圧での測定を行い、さらに、1 MPa 以下、250 °C までの範囲で、H<sub>2</sub> の動粘度を測定しました。この条件下の既存のデータおよび粘度の推算式と比較し、いずれの値とも数%以内の誤差で一致することを確かめました。今後、精度を向上するため試料の流量測定および差圧の測定に改良を加える予定です。
- ・水素ガスの種々の物質に対する溶解度の測定については、圧力に応じて切りかえ可能な溶解度測定システムを構築しました。低圧域での溶存水素計を用いた測定で、最適な送液流量を確定し、その結果、既存のデータと3 %以内で一致する測定結果が得られました。さらに高圧力域での測定に用いられる質量分析計の校正法を確立するとともに、冷却トラップの装着および高真空を維持することにより、バックグラウンドノイズの著しい低減を達成しました。
- ・水素物性データベースの公開を目指し水素に関する既存のデータを収集整理し、信頼性が高いと判断される推算式に基づいた物性値計算プログラムを組み込んだデータベースシステムを試作しました。本システムは水素物性データベースを1枚の CD に書き込まれていて、WEB 上で物性値をその場で計算し利用者に提供できることを確認しました。
- ・水素の熱伝導率測定のため、これまで比較的少量の試料で精度のよい測定がなされている非定常短細線加熱法を採用することを決定しました。この方法において高精度の測定が可能な条件や測定精度に影響を及ぼす因子等について、数値シミュレーションによる理論的な検討を行いました。水素は金属並の熱拡散率を有するため、非常に短時間での測定が必要なことが明らかになりました。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素物性、PVT、粘性係数、溶解度

【テーマ題目2】 高圧/液化による金属材料等の水素脆化の基本原理の解明及び対策検討（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 濱田 繁

（水素材料強度特性研究チーム）

【研究担当者】 村上 敬宜、東田 賢二、松岡 三郎、井藤賀 久岳、高橋 可昌、大西 勝、（他7名）

【研究内容】

水素エネルギーシステムで使用される部品・部材は高

圧水素ガスに曝され水素脆化することが心配されています。水素脆化の基本原理の解明と対策検討を基礎研究と位置づけ推進しています。

今年度は以下の成果が得られました。

- ・純チタン中の水素化物を2次イオン質量分析装置で水素の侵入状態を可視化することに成功するとともに、従来は欠陥と考えられていた水素化物が疲労特性を向上させることを明らかにしました。
- ・水素マイクロプリント法によりステンレス鋼 SUS304 の疲労き裂周辺の水素放出挙動を映像化し、水素がき裂の周辺に形成されるすべり線を通して移動・放出されることを見出しました。
- ・水素可視化技術に加え、原子間力顕微鏡によるナノレベルの組織観察技術を開発し、水素によってすべり変形が局在化、直線化することをナノレベルで明らかにしました。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素脆化、疲労き裂、水素可視化

【テーマ題目3】 高圧/液化状態における長期使用及び（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 松岡 三郎

（水素材料強度特性研究チーム）

【研究担当者】 村上 敬宜、近藤 良之、高木 節雄、土山 聡宏、福島 良博、峯 洋二、高井 健一、早川 正夫、徳光 英之、中山 純一、古賀 敦、大塚 雅也、松永 久生、Jean-Marc Olive、Sergiy M. Stepanyuk、西村 伸、山辺 純一郎、堤 紀子、金崎 俊彦、藤原 広匡、Brian Somerday、Petros Sofronis、Robert O.Ritchie、Richard P.Gangloff、Ian M.Robertson、堀田 敏弘、畠山 和久、有永 伸行、森山 奈美、高津 須嘉生（他32名）

【研究内容】

水素エネルギーシステムの安全性・信頼性を確保する応用研究として位置づけ、推進しています。

今年度は以下の成果が得られました。

- ・オーステナイト系ステンレス鋼 SUS316L の疲労き裂進展速度は、実際に使用される機器の荷重負荷速度に近い0.0015 Hz においては水素によって加速することを見出しました。
- ・炭素鋼 SGP において、水素による疲労き裂進展加速に上限があることを突き止めました。また、水素の侵入の有無により、引張破壊で形成される欠陥（ボイド）が荷重軸方向に対して特異に成長する現象を見出しました。このような結果をもとに、水素脆化はすべ

り集中（局所変形）による延性破壊であることを発見し、水素助長疲労き裂継続進展機構を提案しました。

- ・100 MPa 水素曝露容器、昇温脱離分析装置を用い、材料中に侵入する水素量の測定・評価法を確立し、種々の金属材料中の水素拡散係数データベースの構築が進みました。
- ・水素の影響によるゴム、Oリングに発生するブリスターのメカニズムを解析し、ゴム材料の創製指針を得つつあります。
- ・霞ヶ関水素ステーション蓄圧器の健全性評価等を行い、得られた知見を基に実用化研究・開発を更に推進することができました。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素脆化、金属疲労、疲労き裂、健全性評価

#### 【テーマ題目4】 高圧水素トライボロジーの研究（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 杉村 丈一

（水素トライボロジー研究チーム）

【研究担当者】 村上 輝夫、和泉 直志、澤江 義則、森田 健敬、田中 宏昌、中嶋 和弘、坂井 伸朗、福田 応夫、八木 和行、佐々木 信也、間野 大樹、村上 敬、三室 日朗、山神 成正、奥村 哲也（常勤職員2名、他14名）

#### 【研究内容】

水素エネルギーを利用する機器に組み込まれる軸受やバルブの可動部などのトライボロジー（摩擦・摩耗・潤滑）に水素が及ぼす影響を明らかにし、燃料電池車や水素インフラ用各種摺動部品の設計指針を確立するとともに、耐水素表面改質材の特性を評価してトライボロジー特性を向上させることをめざして研究を実施しています。今年度は以下の成果が得られました。

- ・代表的な軸受、バルブ、シール摺動材料の摩擦摩耗、転がり疲れに及ぼす水素の影響を調査し、水素により摩擦係数、摩耗量が増加する場合と低下する場合があること、及び残存気体成分として酸素や水蒸気の影響が無視できないこと、高圧水素（40 MPa、100 ℃）への曝露により固体表面の酸化膜が還元され摩擦摩耗に影響を及ぼすことを見出しました。
- ・有望なシール材である PTFE の常圧水素中の摩耗が相手材料の表面粗さに影響されること、及び相手材料上の転移膜形成が水素に影響されることを見出しました。
- ・各種コーティング膜の水素に対するバリア性について、水素透過係数の測定方法を検討し、その性能評価の可能性を示しました。また、低温（185K）の水素ガス雰囲気において、軸受鋼 SUJ2、および二硫化モリブデン被膜の摩耗量が著しく小さくなることを明らかに

しました。

- ・潤滑薄膜や潤滑油バルク中の気体分子の挙動について、分子動力学シミュレーションによる解析方法を検討し、簡単なモデル潤滑油について、潤滑薄膜ないし潤滑油バルクがせん断を受けるとことにより水素の固体面への吸着や、液体中での移動が促進されることを明らかにしました。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 トライボロジー、摩擦試験、表面改質

#### 【テーマ題目5】 超高压水素環境下シミュレータの研究開発（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 村上 敬宜

（水素シミュレーション研究チーム）

【研究担当者】 金山 寛、柿本 浩一、塩谷 隆二、荻野 正雄、西村 憲治、宮崎 則幸、松本 龍介、武富 紳也、河合 浩志（常勤職員1名、他9名）

#### 【研究内容】

水素を次世代のエネルギーとして安全に利用するため、各種材料の強度が水素により劣化する水素脆化の機構を明らかにするシミュレーション技術を開発し、実験的手法と併用することで水素利用に関わる材料の適正な技術指針を確立することを目標に研究を実施しています。

今年度は以下の成果が得られました。

- ・材料内の水素拡散一弾塑性連成シミュレーション  
X 軸対称の半円盤鈍化き裂モデルに対し、水素濃度に依存した降伏条件を適用することにより、静水応力と格子間配位水素濃度、相当塑性ひずみと欠陥配位水素濃度の関連性を示し、負荷時間の長短変化に対し、静水応力は依存しないが、格子間配位水素濃度は大きく依存する（負荷時間が短いと格子間配位水素濃度は高くない）ことを示し、水素分布を調べることの重要性を注意しました。
- ・材料中の転位近傍における水素分布と転位の可動性評価  
 $\alpha$  鉄中の(112)[111]刃状転位近傍の水素分布状態を明らかにしました。また、水素存在下における転位の可動性について、NEB 法を用いて転位運動に必要なエネルギー障壁を評価し、水素によって転位の可動性が上昇するとの結論を得ました。
- ・転位と水素の相互作用がき裂成長挙動に及ぼす影響に関する分子動力学解析  
モード I き裂進展の分子動力学シミュレーションを行い、転位が生成する条件としない条件での解析を行い、転位が存在するすべり面へ水素が集積し、そのすべり面をき裂が進展するプロセスを示しました。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 シミュレーション、分子動力学法、有限要素法

〔テーマ題目6〕水素脆化現象の計測と評価に関する研究（運営費交付金、外部資金）

〔研究代表者〕福山 誠司（水素脆化評価研究チーム）

〔研究担当者〕飯島 高志、今出 政明、安 白、  
文 矛、張 林、島 宏美、  
大曾根 聡子、大場 俊幸、横川 清志  
（計測フロンティア研究部門）  
（常勤職員5名、他5名）

〔研究内容〕

安全な水素エネルギー社会構築のため、高圧水素脆化試験装置開発と金属材料の高圧水素脆化評価、水素利用機器開発の技術支援、水素脆化防止技術開発及び水素エネルギー利用に伴う材料使用基準に関する調査研究を実施しています。

今年度は、高圧水素脆化試験装置開発として100 MPa 超水素特性試験装置を開発しました。当該設備の圧縮機には二段往復式を用い、設計圧力は250 MPa です。水素暴露試験容器の設計圧力は230 MPa、使用温度範囲は室温から120 ℃です。高圧化を目指していた水素特性試験として所定の目的は達成されたものと考えます。今後は、さらに改良を加え最高水素圧210 MPa 程度までの圧力範囲で各種材料の水素脆化評価を行ってきたいと考えています。また、現在整備中の水素脆化評価ステーションを用いて民間企業の水素利用機器の技術支援のために「バネ材の水素脆化に関する研究」と「超高圧機器の研究開発」等の資金提供型共同研究を実施しました。

分子・原子レベルでの水素の挙動については、STM 観察により、Ni(111)上の Fe 薄膜の成長モードと fcc-bcc 相変態及び表面合金化を明らかにすると共に、これらの表面における水素と CO ガスの室温吸着状態を原子分子レベルで解明しました。ナノスケールでの水素脆化評価については、ナノインデンテーションにより、SUS304、SUS316、SUS310S 等のオーステナイト鋼における高圧水素チャージの影響を調べ、水素がオーステナイトのナノスケール微小領域での転位発生及び転位移動を促進することを確認しました。

低温において水素チャージしたオーステナイト系ステンレス鋼（SUS304、SUS316、SUS316LN、SUS316L、SUS310）及び鉄基合金（SUH660）について低温域での水素脆化評価を行い、低温における内部可逆水素脆化（IRHE）は  $SUS310S \approx SUS316L < SUS316LN < SUS316 < SUS304$  の順に大きくなりました。水素の影響は200K 近傍で最大になりました。一方、鉄基合金である SUH660 の IRHE は試験した温度範囲では300K が最も大きく温度の低下と共に小さくなりました。

さらに、水素ガス圧力と単結晶材料の比誘電率との関係が明らかになり、高圧水素ガス圧センサとしての応用への道筋が明らかになりました。また、新たなセンサ用材として、非鉛系圧電・誘電材料を探索するための基本

的な評価手法の確立を行ないました。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕高圧水素脆化、技術開発支援、STM、ナノインデンテーション、強誘電特性

②⑥【糖鎖医工学研究センター】

（Research Center for Medical Glycoscience）

（存続期間：2006. 12. 1～2012. 3. 31）

研究センター長：成松 久

副研究センター長：平林 淳

所在地：つくば中央第2、つくば中央第6

人 員：16名（15名）

経 費：512, 232千円（199, 358千円）

概 要：

「研究目的」

糖鎖遺伝子の網羅的発見、糖鎖合成技術、糖鎖構造解析技術3大基盤技術を開発してきたが、糖鎖科学の基礎から応用に至るまでの幅広い分野において、さらなる基礎的発見・発明を積み重ねるとともに、それを産業化へ応用する努力を行い、世界的な糖鎖科学研究中枢としての基盤をさらに強固なものとする。

ポストゲノム研究としてプロテオーム研究が隆盛を極める中、タンパク質機能の発揮には翻訳後修飾が重要であることに多くの研究者が気づき始めた。タンパク質は、リン酸化、メチル化、硫酸化、糖鎖付加などの翻訳後修飾を受けて初めて成熟した機能を持つようになる。その中でも最も複雑な過程が糖鎖修飾である。ゲノム配列が解明され、生命の神秘に迫ったとされたが、かえって新たな謎の存在をクローズアップさせることになった。それが糖鎖である。生体内の多くのタンパク質は糖鎖修飾を受けているが、糖鎖はタンパク質の機能を制御する重要な要素である。生体内で働いているタンパク質の機能を解明し、利用するため、糖鎖とタンパク質を一体として解析する「グライコプロテオーム」の概念を基本として研究全体を推進する。

糖鎖科学は、ポストゲノム研究において我が国が優位に立っている数少ない分野の一つであることから、当研究センターはこれまでの糖鎖研究資産を生かして、産業化に繋がる糖鎖医工学研究を実施することで、国際的な糖鎖研究のネットワークにおける中核的拠点として研究開発の推進に貢献することを目指している。

「研究手段」

既に終了した NEDO 糖鎖関連遺伝子ライブラリー構築プロジェクト（以下 GG プロジェクト）及び糖鎖エンジニアリングプロジェクト（以下 SG プロジェクト）において中核的研究機関としての役割を果たし、外部からも高く評価される実績を上げてきた。これら



の基盤技術を応用面で活用するため、平成18年度より5年間の糖鎖機能活用プロジェクト（以下 MG プロジェクト）を遂行している。特に、医学研究機関との連携を深め、糖鎖疾患バイオマーカーの探索に必須である臨床試料の入手の努力を行った。産総研の第2期中期目標の中では、ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発における貢献を目指しているが、具体的な研究課題は以下に掲げる。

「生体反応の分子メカニズムの解明によるバイオマーカーの探索と同定」と題して、MG プロジェクトの中心課題として、糖鎖関連の主要な疾患である癌、免疫、再生医療、感染症、生殖医療の5つを中心に、産業上有用なバイオマーカーの発見を目指して以下の研究を推進している。

- 1) 癌の悪性度の指標となる糖鎖構造及びその糖鎖の担体となる糖タンパク質を探索し同定する。糖鎖構造、糖タンパク質を鋭敏に検出する技術を開発し、癌の早期診断、癌の治療方針を可能にする技術を開発している。
- 2) 免疫異常の原因となる糖鎖構造、糖タンパク質を探索し同定する。特に IgA 腎症は全腎臓病の約半数を占める患者数の多い重篤な疾患であるが、糖鎖不全との関係が示唆されている。病気の原因究明、診断法の確立、有効な治療法の開発を目指している。
- 3) 再生医療では、幹細胞に特異的な糖鎖構造を探索し同定する。血液幹細胞、神経幹細胞、間葉系幹細胞などを対象とする。
- 4) 感染症では、病原微生物の結合する糖鎖構造及びその担体となる糖タンパク質・脂質を探索し同定する。この結合を阻害する活性などを指標に、将来的には、阻害剤の候補化合物や抗体の開発が期待される。
- 5) 生殖医療では、精子、卵子の成熟に糖鎖が関与していると考えられ、糖鎖機能不全により不妊が起きると推測している。その原因究明、バイオマーカーの発見、最終的には不妊診断、治療への道をつける。上記の疾患別研究開発を推進するために必要な技術開発項目を以下に掲げる。
- 1) 産業上有用な機能を有する糖鎖を生体試料から高効率に分画、同定する技術を確立し、糖鎖マーカーを開発している。
- 2) これに付随して糖鎖マーカーの精製や診断用糖鎖構造解析等に応用される新たな装置を開発している。
- 3) 疾患の進行に伴い構造変化する糖鎖マーカーは生体内の重要な機能と結びついている可能性が高いため、発見された糖鎖マーカーの生物学的機能を解析することは、疾患の治療手段の開発に繋がる。
- 4) 質量分析計、レクチンアレイによる構造解析技術の改良に加え、より鋭敏で簡便な基盤技術を開発し

ている。

5) 糖鎖合成技術について、微生物の糖鎖合成機能を再開発している。N 結合型だけでなく、O 結合型糖鎖についても、酵母をヒト型糖鎖合成のためのツールとする。

6) 糖鎖研究のためのデータベース開発は、最重要課題である。糖鎖構造、MS データ、レクチン結合データ、糖鎖合成データ、糖タンパク質データなどの糖鎖データベース化を進め、ユーザーに利用されやすいように、他研究機関の糖鎖関連データベースを含め、糖鎖統合データベースの構築を始めている。「方法論等」

研究センター内での全チームの共同体制を最重要視している。チーム間の壁がほとんどない「研究センター全体が一つのチーム」体制により、一丸となって研究を推進している。

本研究センターの特徴として連携戦略班を設置しているが、本格研究を推進するためには、今まで蓄えた知財・リソース（遺伝子、細胞、モデル動物、解析装置、データベース等）は既に膨大な存在となっており、それを無駄なく有効に活用する新たな仕組みが必要であり、プロジェクトを推進すると同時に、成果普及を別のマネジメントで行っている。特に、糖鎖産業技術フォーラム（GLIT）を、産総研-バイオインダストリー協会の包括協定の一環として共催で設立し、100社以上の糖鎖関連企業・団体を集めた。また、良好な研究環境を構築するためにリスク管理は重要であり、安全講習として、RI 実験実施要領、ヒト由来試料実験倫理、医工学応用実験倫理、動物実験実施要領、組み換え DNA 実験取り扱い要領、微生物実験取り扱い要領を、その他、守秘義務と秘密保持、知的財産と特許、論文／学会発表における承認基準、産学官連携と各種事業、労働規程について、セクハラ、パワハラ問題など、連携戦略班により研究センター内での教育を行っている。リスクは、芽が小さいうちにつみ取ることが肝要である。そのためには、センター内メンバー全員の日頃からの人間としてのコミュニケーションが最重要である。管理ではなく、互いのコミュニケーション高揚によりリスクがなくなる組織を目指す。研究能力の切磋琢磨と同時に、和を保つことのできる人格形成が望まれる。コンプライアンス管理活動として、研究センターは、社会の中で活動している存在であり、研究者以外にさまざまな人々が周囲にいて、それぞれ異なった価値観をもって見られていることを理解することに努めている。

研究資金は、MG プロジェクトを中心としており、MG プロジェクトを一致団結して成功させることが本研究センターの最重要ミッションである。しがたって、MG プロジェクトとは別テーマについては、その成果が MG プロジェクトに貢献するような外部資金を推

奨している。真に生命科学や糖鎖科学の進展に貢献するかを厳しく吟味し、研究者が情熱を持って取り組んでいる課題や萌芽の研究は、その実施を積極的に支援している。

外部資金：

文部科学省 科学技術振興調整費（若手任期付研究員支援）「発生・分化における糖鎖受容体の機能解析」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C「糖タンパク質の高効率大規模定量解析法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C「シアリル Tn 抗原による腫瘍免疫抑制機序の解明」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C「糖鎖がんマーカー開発のためのコア1合成酵素検出システムの構築」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C「2つの機能の異なる糖結合ドメインの糖鎖結合メカニズムの構造生物学的解析」

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費「血小板凝集因子 Aggrus の分子生物学的解析とその臨床応用」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業「糖鎖修飾情報とその構造解析データの統合（糖鎖科学統合データベースの構築）」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「健康安心プログラム／糖鎖機能活用技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／糖鎖プロファイリングによる幹細胞群の品質管理、安全評価システムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「マクロファージの免疫応答能を活用するドラッグデリバリーシステムの構築とその技術応用の開拓」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「研究開発技術シーズ育成調査／未来の創薬に資する生物学的メカニズムの解明に関わる合成技術動向調査」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「糖鎖関連遺伝子 siRNA 導入哺乳類細胞の性状解析とノックアウトマウスの調製と解析」

国立大学法人九州大学 戦略的技術開発委託費「植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発／植物利用高付加価値植物質製造基盤技術開発」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター 新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業「病原性原虫による Th1免疫回避機構の解明と糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立」

発 表：誌上発表13件、口頭発表26件、その他5件

## 糖鎖遺伝子機能解析チーム

（Glycogene Function Team）

研究チーム長：成松 久

（つくば中央第2、第6）

概 要：

### 1）糖鎖関連バイオマーカーの開発

これまでの2つの NEDO プロジェクト・1)糖鎖遺伝子プロジェクトでは、生体内で糖鎖合成の担い手である糖転移酵素など糖鎖遺伝子の全体像が明らかになり、2)糖鎖構造解析プロジェクトでは、質量分析装置とレクチンを用いて糖鎖の構造解析が可能になりつつある。それらの基盤技術を背景に、糖鎖機能活用プロジェクトでは糖鎖関連バイオマーカーの開発と生体内での糖鎖機能の解明を目指している。糖鎖関連バイオマーカーの基本となる考え方は、「細胞の分化や癌化により糖鎖構造が変化する（＝MG コンセプト）」である。糖鎖関連バイオマーカーの開発では、まず手始めに、グライコプロテオームの概念に基づき、疾患に関連して変化した糖鎖構造をキャリーしているタンパク質を同定し、その糖鎖構造とタンパク質の両方を特定した検出システムを構築することで、特異性の高い疾患マーカーの開発を目指している。標的とした糖鎖構造はこれまで各種癌との関連が報告されている sLe<sup>x</sup>, sLe<sup>a</sup>, Tn, STn, コアフコースなどで、それぞれの糖鎖のキャリアータンパク質を肝臓癌・肺癌・大腸癌・膵臓癌など各種癌由来培養細胞や患者由来生体材料より生化学的手法・レクチンマイクロアレイ・質量分析を用いて数多く同定した。その中から論文などの知見を基に絞り込みを行い、可能性の高いキャリアータンパク質に対する抗体と、疾患関連糖鎖を認識する抗体あるいはレクチンを用いたサンドイッチ ELISA 測定系を構築し、患者血清を用いた検証試験を始めている。

### 2）糖鎖遺伝子ノックアウトマウスの作製と解析

これまでの糖鎖の機能解析の多くは、糖鎖改変細胞を用いた解析である。糖鎖の担う重要な生体機能の1つは細胞間コミュニケーションであり、生体内

でそれを解析するためには糖鎖合成に関連する糖鎖遺伝子を改変した糖鎖改変モデル動物を作製することが必要である。現在までに184個の糖鎖遺伝子が報告されているが、糖鎖機能活用プロジェクトではその中から、糖鎖遺伝子プロジェクトで新規に見出された遺伝子の中で癌化により遺伝子発現が変化するもの、組織特異的に発現するもの、*in vitro* で機能性糖鎖を合成する糖転移酵素のノックアウトマウスを作製した。具体的には Le<sup>x</sup>(SSEA-1)を合成する FUT9、正常大腸に発現し、癌化により消失するコア3合成酵素、糖タンパク質ホルモン特異的な糖鎖である LDN 構造の合成酵素、コンドロイチン硫酸合成酵素、ポリラクトサミン合成酵素などである。これらのノックアウトマウスは個体数が確保できたものから順次、機能解析に移っており、いくつかのマウスでは癌の発生する頻度が高いなどの表現型が見出されている。

### 3) ポリラクトサミン合成酵素 ( $\beta$ 3GnT2) 遺伝子ノックアウトマウスの解析

ポリラクトサミン糖鎖の合成を担う酵素である、 $\beta$  1,3-*N*-アセチルグルコサミン転移酵素2 ( $\beta$  3GnT2: *B3GNT2*) 遺伝子の遺伝子ノックアウトマウスを解析し、この酵素が *in vivo* でどのようなポリラクトサミンを合成しているのか、 $\beta$  3GnT2に合成されるポリラクトサミン糖鎖の生物学的機能は何か、などについての検討を行った。各種の糖鎖構造解析を行った結果、このノックアウトマウスでは、 $\mu$ -グリカン上の長鎖ポリラクトサミン構造が有意に減少していることが明らかとなった。次に、どの生体分子上のポリラクトサミン糖鎖の減少が起こっているのかについて、レクチンアレイやウェスタンブロット法などを用いた解析を行った。その結果、細胞表面分子である CD19や CD28などの上にポリラクトサミン糖鎖が存在し、ノックアウトマウスでは欠失していることを明らかにした。これらの受容体分子は T 細胞レセプター (TCR) 刺激あるいは B 細胞レセプター (BCR) 刺激などの第2シグナルに関与する共刺激分子としての機能が知られている。そこで、免疫学的な機能異常が起こるのかどうかについて表現型の解析をした結果、T 細胞、B 細胞、マクロファージ等の血球細胞において、刺激に対するシグナル及び応答性の亢進が認められ、免疫細胞が活性化しやすくなっているということを明らかにした。本研究により、ポリラクトサミン糖鎖が免疫系において (抑制的な) 調節能を担う可能性が示唆された。

### 4) 新規糖鎖認識タンパク質の探索と機能解析

昨年度までに発見した新規糖鎖認識タンパク質であるシグレック14に関してさらに解析を進めた。モデル系を用いてシグレック14が TNF $\alpha$ 産生に影響

を及ぼすメカニズムを解析した。またシグレック14遺伝子の多型を発見し、その地理的分布を解析した。

さらに、バイオインフォマティクスの利用によりリストアップした「糖鎖認識活性を示す可能性が示唆されるが、証明されていないタンパク質」の中から糖鎖認識活性を有するものを発見し、その糖鎖認識特異性の解析と機能解析を進めた。また発現クローニングにより新規の糖鎖認識タンパク質のクローニングを試みた。

### 5) $\beta$ 3GT モチーフを有する G34の結晶化と予備的な X 線解析実験

$\beta$  3GT モチーフを有する糖転移酵素 G34は、精巢に特に高い遺伝子発現が見られる。この酵素の基質認識機構の解明さらにはドラッグデザインによる特異的阻害開発を目指し、この酵素の結晶構造解析に取り組んだ。本酵素を哺乳類培養細胞で大量発現し、培地1.5L より1 mg スケールで大量精製、その標品からの結晶化に成功した。結晶は六方晶に属し、空間群 P61(5)22、格子定数は  $a = 123 \text{ \AA}$ 、 $c = 363 \text{ \AA}$ であった。この結晶は大きさ0.3 mm 角の六方両錐系で十分な大きさを持つにもかかわらず、分解能は当初4.5  $\text{\AA}$ と不十分であった。その後、結晶化条件の検討、結晶化添加剤、クライオ条件の検討を行ったが、分解能の向上は3.3  $\text{\AA}$ にとどまった。今後も分解能の向上および構造解析を続ける予定である。

### 6) 酵母を利用した糖鎖及び糖タンパク質合成

出芽酵母によるムチン型糖鎖を有する糖タンパク質の発現系を構築し、MUC1a ペプチドやヒトポドプラニンの生産を行なった。導入する糖転移酵素を代えることによって糖鎖の付加位置を変えたポドプラニンを作ることに成功し、ポドプラニンの血小板凝集活性が糖鎖付加位置に依存したものであることを証明した。

糖鎖の大量合成に必要な糖転移酵素を供給するため、酵母による可溶性ヒト糖転移酵素の発現系のブラッシュアップを行なった。種々の因子を改変することにより、数倍から百倍程度生産効率の向上が確認され、従来発現しなかった酵素群の活性も検出することができた。

## 分子医用技術開発チーム

(Molecular Medicine Team)

研究チーム長：池原 譲

(つくば中央第2)

概要：

糖鎖構造は、疾病の原因となる病的構造の出現を反映して変化する。したがって、鋭敏な糖鎖構造変化の検出は、未だ顕在化していない疾病の存在を指摘できるバイオマーカーとなりうる。そしてもし、糖鎖構造



変化が疾病の進展や抑制に影響するのであれば、出現（消失）する糖鎖構造には、何らかの機能が期待できる。我々は、糖鎖構造変化の探索とその病理を明らかにすることで、病態の鋭敏な検出を可能とする糖鎖バイオマーカーの構築と糖鎖病理に「介入」できる医用技術開発を試みている。

具体的な実施内容を、以下 A) 糖鎖 NEDO プロジェクトと、B) それ以外にわけて紹介する。A) NEDO プロジェクト糖鎖機能活用技術開発では、糖鎖／糖タンパク質バイオマーカー開発と遺伝子改変動物等を用いた糖鎖機能開発を行っている。診断システムの開発は、疾患の早期発見／治療方針の決定などにより国民の健康に直接寄与し、糖鎖機能解明は治療薬開発につながるものである。また、B) NEDO プロジェクトとは別に、糖鎖機能を活用した疾患部位特異的画像診断技術の開発を行なっている。これに加えて、これまでに確立した糖鎖活用技術をトランスレーションするため、文科省科学研究費、産業技術研究助成事業研究費、生研センター研究費等の競合的研究資金を獲得しており、ドラッグデリバリーや細胞性免疫誘導型ワクチン技術基盤の確立をめざした研究をおこなっている。

立花グループ：項目 A

#### 1) 糖鎖腫瘍マーカーを有する糖タンパク質の同定

より良い糖鎖腫瘍マーカー開発のために、既存の糖鎖マーカーをキャリアする糖タンパク質を同定すべく、糖鎖癌抗原 CA19.9 をモデル系として、CA19.9 を発現している培養癌細胞上清より CA19.9 をキャリアする糖タンパク質を生化学的手法／免疫化学的手法で精製し、MS スペクトル解析でキャリア蛋白質を同定した。特異抗体を用いた解析により、数種類の培養癌細胞が発現しているこの蛋白質が CA19.9 抗原を有している事を確認した。血清中などから CA19.9 を有するこの蛋白質を検出するためのサンドイッチエライザ系を作製した。

#### 2) 精巣特異的発現をする糖転移酵素様タンパク質の解析

精巣特異的発現をするマウス糖転移酵素様タンパク質遺伝子欠損動物は C57B 系統ではヘテロで雄性不妊だったが、系統背景を変えたところヘテロオスマウスは妊育性があるがホモオスマウスは不妊になった。このホモオスマウス精巣をコントロールにしてこの蛋白質に対する抗体を評価し、精巣での蛋白質発現と発現部位を確認した。精子でのタンパク質発現が明らかになったことから、このタンパク質の受精に機能していることがよりいっそう示唆された。

池原グループ：項目 A

#### 3) 胃がん腹膜播種の検出を改善する診断システムの構築

腹腔洗浄液中に少数の遊離がん細胞が存在する事が細胞診で明らかにされると、手術後に高率で再発する事が知られている。しかしながら細胞診は感度が低く、スクリーナーの技量に依存するため、施設間の精度がバラツク原因となっている。一方遺伝子診断は高感度であるものの時間を要する煩雑なものであり、手術中に検査結果の確定に至らないため、術中術後の治療方針に影響するものとなっていない。これらの事は、胃がんの診断治療レベルを均一化する上で、問題の一つとなっている。我々は、糖鎖バイオマーカーを活用する事で一般市中病院でも使用可能となるような簡便な検査法開発を行ない、これらの問題解決を試みている。本年度は、既存の胃がん糖鎖マーカーであるシアリル Tn (STn) 抗原検出系の高感度化を目的として、そのキャリア分子の同定を行なった。STn 抗原を高発現するよう遺伝子改変した胃がん培養細胞株と、愛知県がんセンターから提供された胃癌の手術時に採取された腹腔洗浄液（細胞成分と上澄成分を分離して保管）を、STn 抗体で免疫沈降したのち、MS 解析して複数の候補蛋白質を決定した。そして、これらの成果を元に、腹腔洗浄液を材料とする腹腔胃がん転移検出システムの構築を実施している。

#### 4) 疾病の発症と進展における糖鎖構造変化の検出と病理解析

糖鎖医工学研究センター内に、病態病理解析を専門とするセクションの立ち上げを行なった。これにより、NEDO プロジェクトで収集される血清、腹腔洗浄液、羊水、病理組織の保管管理を適切に行なっている。愛知県がんセンターに倣って設定した臨床検体の保管管理システムは、ヒト試料の収集と保存にかかる手続や利用を、効率良く行うものであり、倫理的コンプライアンスを保って、バイオマーカー探索にヒト由来試料を供するものである。また、病態病理解析室はヒト由来臨床検体のみならず、KO マウス等の疾患モデル動物を用いた実験と、その標本作成から病理像の解析までを実施できる。なお、ヒト試料の保管管理とマウス検体の病理解析そして担当スタッフのトレーニングは、病理専門医（池原）によりなされている。（糖鎖遺伝子機能解析チームとの共同実施）

池原グループ：項目 B

#### 5) 糖鎖機能を活用するドラッグデリバリーシステムの構築とその技術応用の開拓

本研究は、NEDO の行う産業技術研究助成事業で助成されてスタートした。糖鎖機能を活用するドラッグデリバリーシステムの基盤技術は、リボソームをオリゴマンノースで被覆する事によって作製したリボソーム (OML) によるものであり、これは、がん腹腔内転移の克服に繋がる新技術である。本年

度は、糖鎖被覆リポソームに封入した抗原が MHC クラス II のみならずクラス I 分子にも提示され、封入抗原特異的な抗腫瘍免疫が誘導できることを明らかにした。*in vivo* の実験でも、腫瘍抗原特異的な腫瘍細胞の増殖阻害効果を確認しており、これらの事は、「我々の DDS は、ワクチン抗原デリバリー技術としても有効」である事を示唆するものである。さらにこの成果を発展させる研究として、「病原性原虫による Th1 免疫回避機構の解明」と、「マクロファージ (φ) の糖鎖認識を活用した糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立」を行っている。(生物系特定産業技術研究支援センターの行う新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業によって助成)。

### 糖鎖分子情報解析チーム

(Glyco-Biomarker Discovery Team)

研究チーム長：亀山 昭彦

(つくば中央第2)

#### 概要：

当チームでは、社会及び臨床ニーズに基づいた糖鎖科学の医療応用を目的として、糖鎖分子に刻まれた癌をはじめとする疾患関連情報の質量分析計による解析を進めている。また、糖鎖の機能や構造を解析するためのユニバーサルなリファレンスとしてヒト型糖鎖ライブラリーの開発を推進し、癌や感染症における機能糖鎖の発見に挑んでいる。そして、他チームとの積極的な連携のもと、センターにおける糖鎖の合成、構造解析、相互作用解析の機能を担うとともに、糖鎖産業の創出を睨んだこれらのイノベーション開発に努めている。

平成18年12月- 19年3月の進捗は以下の通りである。

#### 1) 疾患関連糖鎖バイオマーカーの探索

電気泳動のゲルから切り出したタンパク質の MS による糖鎖解析をルーチン化し、新規マーカー探索を目的として胃癌患者より得た腹腔洗浄液の分析に応用した。また疾患マーカーとして期待される糖タンパク質の一つに硫酸化糖鎖を有する糖タンパク質がある。平成19年度は、この分子の濃縮手法を検討し、その過程で得られた新規カルボン酸修飾法について特許出願するとともに1報の論文として投稿した (4月アクセプト済)。また、ムチンは癌などとの関連が長く報告されていながら、その簡便な分析手法が欠如しているためにバイオマーカー探索の対象分子として置き去りにされている。平成19年度は、ムチン型糖タンパク質を PVDF 膜上で簡便に分離し MS 解析する新規分析法を開発し特許出願した。さらに、糖鎖の新規な高感度 MS 検出法を開発し、特許出願した。

#### 2) 糖鎖・糖ペプチドの構造解析およびその手法開発

当チームでは、糖鎖の簡便な構造解析に利用できる糖鎖 MS<sup>n</sup> スペクトル DB を構築している。これまで、未修飾の糖鎖の DB 化を進めてきたが、平成19年度は、N-グリカン、O-グリカンについて完全メチル化糖鎖の MS<sup>n</sup> データを測定し、データベース化を進めた。PA 化シアロ糖鎖についてはメチルエステル化することにより、2-3、2-6の判別が MS<sup>2</sup> スペクトルの解析で可能であることを見出した。また、ラクトン化糖鎖の解析も行った。これらの結果を1報の論文として投稿した。糖ペプチドについては、上記の新規カルボン酸修飾法を応用して感度向上や糖ペプチド構造解析における新たな展開を開始した。またケミカルプリンターを活用した膜上グライコプロテオミクスの手法開発について1報の論文として誌上発表した。

#### 3) ヒト型糖鎖ライブラリーの構築と活用

糖鎖ライブラリーを活用した糖転移酵素の基質特異性解析について、安定同位体と MS を用いた手法を開発し1報の論文として誌上発表した。また、国立感染症研究所との共同研究により、糖鎖ライブラリーを活用した種々のノロウイルスの糖鎖認識特異性解析を行った。また、三菱化学との共同研究として、糖鎖ライブラリーを活用した糖鎖アレイの試作を進めている。糖鎖アレイに関して平成19年度は、新規糖プライマーでの糖鎖伸長の検討および固定化、検出に関して基礎データを取得し問題点の抽出を行った。

#### 4) IgA 腎症と糖鎖に関する研究

IgA 腎症患者の IgA には健常者とは異なる糖鎖が結合しているという報告が以前からあるが、再現性に乏しく、糖鎖の異常およびその病態との関連性はほとんど判っていない。IgA 腎症と糖鎖との関連性について明確な結論を出すため、患者血清から IgA を精製するプロトコルを最適化し、藤田学園保健衛生大学から送付された患者血清を、最適化した統一プロトコルで処理した。得られた精製 IgA 試料は国立がんセンター、藤田学園にも送付し、同一試料を用いて分析結果を比較するための基盤を構築した。当研究室でも同じ試料を用いて、質量分析計による IgA<sub>1</sub> の O-グリカン、N-グリカン、糖ペプチド(特にヒンジ糖ペプチド)について患者・健常者間での比較解析に着手した。

#### 5) 糖鎖微量迅速解析システムの実用化研究

昨年度までに構築した糖鎖 MS<sup>n</sup> データベースを ver1 として知財登録した。実用化に向けて補充すべきデータとして抗体の N-グリカン、糖脂質の糖鎖をリスト化し、それらの MS<sup>n</sup> スペクトルを測定してデータベース化した。島津製作所、三井情報とともに特許実用化共同研究を開始し、製品化に向けたデータベース仕様の変更案、構造推定アルゴリズム

の改良案を固めた。製品化第一号は平成20年8月にリリースできる見込みである。

## レクチン応用開発チーム

(Lectin Application and Analysis Team)

研究チーム長：平林 淳

(つくば中央第2)

### 概 要：

本チームは糖鎖医工学研究センターの新設に際し、糖鎖工学研究センター（旧センター）における糖鎖構造解析チームがレクチン応用開発チームとして新たに設立されたチームである。旧センター時に展開された NEDO 糖鎖エンジニアリングプロジェクト（SG）で開発したレクチン基盤技術であるフロンタル・アフィニティクロマトグラフィー（FAC）を活用したレクチン基盤情報の継続的取得（標準糖鎖との定量的相互作用解析）、エバネッセント波励起蛍光検出法に基づくレクチンマイクロアレイの糖鎖プロファイリング技術のバイオマーカー開発などに向けた様々な応用展開（NEDO「糖鎖機能活用技術開発プロジェクト」）を基軸として最先端の技術開発を行なっている。これらの基本戦略に付随して、レクチン製造販売を行なっている企業との共同研究による、新規レクチン探索を含むレクチンライブラリー開発、新機能・特異性を付与した改変レクチンの開発、バイオインフォマティクスに基づくヒト内在性レクチンの新規探索、開発を、適切な人材配備のもと行なっている。チーム長を除く常勤職員2名はそれぞれ、上記レクチン応用開発研究における活用側面（マーカー開発が主体）、新規レクチン開発を担当するほか、19年度下期より新たに NEDO「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発/橋渡し促進技術開発/糖鎖プロファイリングによる幹細胞品質管理、安全評価システムの研究開発（先導研究）」を一致協力の下推進している。さらに、前年に引き続きイノベーション推進の立場から、上記糖鎖プロファイリング技術の成果普及、関連企業へのライセンスングを通じた社会還元に取り組む。

平成19年度成果として、以下を挙げることができた。

#### 1. バイオマーカー開発関連研究

##### 1) レクチンマイクロアレイによる生体試料の比較糖鎖プロファイリング

組織切片のような微量な試料から糖タンパク質を含む成分を抽出し、レクチンマイクロアレイを用いて糖鎖プロファイリングを行なう技術開発に成功するとともに（薬学会注目ポスター発表に採択、BBRC 誌発表）、本技術の大腸がんや肝内胆管癌への比較糖鎖プロファイリングに着手し、ホルマリン切片から癌部・非癌部でプロファイルに有意差のあるレクチンを見出した。現在、このレクチンを用いた糖タンパク質（遺伝子）の同定を行い、マーカー

候補糖タンパク質に対する抗体を用いた検証実験を展開している。その他の癌（肝臓、前立腺など）についても糖鎖センター全体のマネジメントの下、積極的な研究推進に貢献している。

#### 2) 糖鎖プロファイリングの応用技術の開発

細胞や組織から免疫沈降により単離した微量の糖タンパク質の比較糖鎖プロファイリングを可能にした抗体オーバーレイ法を開発しその論文化を進める一方、癌をはじめとする種々の疾患（IgA 腎症など）への適用を図っている。一方、従来の抗体オーバーレイ法に加え（マーカー候補糖タンパク質の qualification phase で主として活用を想定）、最終的な大規模解析（validation phase）で用いることが想定されるレクチンオーバーレイ抗体アレイの試作モデルを組み立て、その原理確認に成功した。後者の方法では種々の候補糖タンパク質（コア部分）に対する抗体をアレイ化することによって、複数の疾患（癌）に対する検証を同時多検体で行なうことができる大変強力な手法であるが、抗体の性能に依存するところが大きいため、次年度以降さらなる技術開発が要求される。血清などのきわめてクルードな検体でも抗体の捕獲力を持てれば、洗浄操作により、抗体基板上でのアフィニティー精製が可能になる方法であるため、今後のマーカー開発に大きな貢献が期待できる。また、前年度開発した生細胞を用いたレクチンマイクロアレイ法を各種細胞（下記橋渡し研究における幹細胞）に応用展開するとともに、企業との共同研究を想定した有用微生物の品質管理法としての新たな研究側面も展開させた。

#### 2. 臨床研究への橋渡し促進技術開発

本研究課題では、糖鎖センターが開発した先進基盤技術であるレクチンマイクロアレイを用いた糖鎖プロファイリングを再生医療に供する幹細胞（間葉系幹細胞、ES 細胞）の品質管理、並びに安全性評価に活用すべく、橋渡し先機関である国立成育医療センター、レクチンマイクロアレイの安定供給と改良に事業として取り組むモリテックス株式会社の3者で共同研究開発を行なうものである。研究期間が1.5年と言う最短の「先導研究」の位置づけであるため、迅速な技術移転と成果達成が求められる研究課題であるが、1) モリテックス社から製造販売されているレクチンマイクロアレイ基盤の適正評価、2) 成育医療センターから供給される幹細胞群を実際に用いての新規解析法（生細胞プロファイリング方）の改善、3) ならびに成育医療センターへの技術移転についてはほぼ予定通りの成果を挙げることができた。平成20年度においては成育医療センターにおいて種々の観点から評価された ES 細胞（ハーバード大学から供与）のプロファイリングに挑む予定である。



### 3. 内在性レクチン開発関連研究：糖タンパク質アレイによる簡便・迅速・高感度な糖結合活性検出法の開発と応用

バイオインフォマティクスが予測した様々なタンパク家系に属するヒト内在性レクチンの活性検出を継続して推進した。そのための迅速、簡便、高感度なスクリーニング法として前年度に引き続き糖鎖複合体アレイの開発を行い、天然糖タンパク質、ネオ（人工）糖タンパク質、さらに糖鎖結合ポリアクリルアミドポリマーのガラス基盤への固定化に成功し、実用性の高い糖鎖複合体アレイの構築に成功し、学会発表した（生化学会、一般口頭発表採択）。論文化を進め次年度（20年）早々の誌上発表を目指す。

### グライコプロテオーム解析チーム

（Glycoproteomics Team）

研究チーム長：梶 裕之

（つくば中央第2）

#### 概要：

組織や細胞に存在するすべてのタンパク質セット（プロテオーム）について、その組成、構造、相互作用、及びこれらの変動を網羅的に解析し、俯瞰的観点から個々の成分の機能やシステムの機構を解明することを目指したアプローチをプロテオミクスと呼ぶ。タンパク質の局在や機能は翻訳後修飾によって調節されているので、その実態を高効率に解析することはプロテオミクスの重要な課題の一つとなっている。本研究チームでは、NEDO プロジェクト「糖鎖機能活用技術開発」における「糖鎖/糖タンパク質バイオマーカー開発」の一環として、タンパク質に最も広範に生じ、多彩な機能を発揮する糖鎖付加修飾に焦点を当て、液体クロマトグラフィー（LC）と質量分析法（MS）を基礎として、タンパク質糖鎖修飾の実態と変動を解析する技術開発と応用研究を進めている。当チームは、平成20年1月、レクチン応用開発チームより独立、発足した。

#### 1) 糖ペプチド捕集法の開発

プロテオミクスによって、タンパク質への糖鎖付加の有無、付加部位、付加された糖鎖の構造を効率よく分析するためには、タンパク質を断片化し、糖ペプチド部分を選択的に捕集することが重要である。糖ペプチドを捕集する方法として、糖鎖に対するアフィニティーを利用した固定化レクチンカラム法、及び物理化学的性質（かさ高さ、親水性）を利用したクロマトグラフィーに着目し、カラムの作成や分離条件の至適化を行った。

#### 2) 糖ペプチドの相対定量解析法の開発

捕集した複数の糖ペプチド試料をディファレンシャルに安定同位体標識し、相対的に定量分析する手法の開発を行った。コアペプチド部分の定量分析に

は、酵素反応による $^{18}\text{O}$  標識法、またペプチド部分だけでなく糖ペプチドの状態で各グライコフォームを解析するためには化学修飾による質量差（質量タグ）導入法を応用し、大規模解析に適用できることを確認した。

#### 3) 糖ペプチドコアの同定（バイオマーカー候補の探索）

組織選択性の高い糖タンパク質マーカーの開発には、疾患特異的な糖鎖マーカーを保持するタンパク質コアを同定することが重要である。センター内の他のチームと連携し、培養細胞や臨床試料から見いだされた糖鎖マーカー及びこれを検出、捕集するプローブを利用して、糖ペプチドを捕集、同定し、バイオマーカー候補の列举及び絞り込みを行っている。

### ⑦【新燃料自動車技術研究センター】

（Research Center for New Fuels and Vehicle Technology）

（存続期間：2007. 4. 1～2014. 3. 31）

研究センター長：後藤 新一

副研究センター長：浜田 秀昭

所在地：つくば東、つくば中央第5、つくば西

人 員：17名（17）名

経 費：380,990千円（250,308千円）

#### 概要：

##### 1. ミッション

本研究センターは、新燃料及び新燃料を使用する自動車技術を普及させ運輸部門の石油依存度の低減に貢献すること、及びクリーンな排出ガスと  $\text{CO}_2$  削減を目指した自動車燃費の大幅な向上を目的とする。そのため、2009年のポスト新長期排出ガス規制、次いで2015年を目標とする新燃費規制、さらには2030年の運輸部門の石油依存度を80 %に下げる国家戦略目標達成に向け、自動車業界との連携のもとに、社会ニーズ対応の本格研究を実施している。本研究センターの具体的ミッションは以下の3項目である。

- 1) 新燃料及び自動車に関する先端的技術として、新燃料製造技術、新燃料燃焼技術、新燃料燃費・排出ガス対策技術、新燃料計測評価技術の革新的技術を開発する。
- 2) 新燃料及び排出ガス評価・計測方法の規格化・標準化を支援する。
- 3) 我が国とアジアなどの諸外国の研究人材・技術者の育成を目指し、国際共同研究等を実施し、人材の受け入れや派遣による人材育成ネットワークの構築を行う。

## 2. 運営・体制

上記ミッションを遂行するため、ユニット内の各基盤技術（燃料製造技術、エンジン・燃焼技術、新燃料燃費・排出ガス対策技術、計測評価技術）を進化させるとともに、その技術を実用化に繋げる本格研究を実施しており、特に、企業との共同により、新燃料製造技術と新燃料利用自動車技術の双方の実用化・製品化に重点を置いている。この際、燃料製造から、エンジン燃焼、排出ガス処理及び計測までの流れを研究の柱として、有機的に各チームの協力を推進している。

さらに、本研究センターは、業界及び行政的ニーズを的確に把握するため、産業界・政策当局等から構成されるアドバイザリーボードをセンター内に設置し、センター活動の方針を策定・修正しつつ研究経営を行っている。また、共通の社会ニーズを有している海外国立研究機関とも連携を図り、先導的課題に係る国際共同研究や新燃料規格化等の基盤整備支援を実施している。

新燃料自動車技術は多くの技術分野の統合技術であることから、他ユニットの活動とも密接な連携が必須であり、関連他ユニットとの協力（バイオマス研究センター、エネルギー技術研究部門等）を推進している。また、ディーゼルシステム連携研究体のシャシダイナモを中心とした大型設備はメーカへも開放しており、自動車工業会とも連携を進めている。

## 3. 主要研究項目

本研究センターでは、新燃料製造技術と新燃料を利用する自動車技術の双方の実用化を目指すとともに、研究成果を総合し、新燃料の普及の前提となる国内外の規格作りに貢献している。主要研究項目は下記の通りである。

### 1) 新燃料製造技術

低燃費化（省石油化）が期待できる石油系燃料の高品質化、および、輸送用燃料の石油代替が期待できる新燃料製造の核心技術となる触媒技術の研究開発を行う。

### 2) 新燃料燃焼技術

従来の燃焼技術の新燃料への適応化技術、燃料設計と新燃焼技術を合わせた革新的次世代低公害エンジン技術、新着火技術について研究開発を行う。

### 3) 新燃料燃費・排出ガス対策技術

多機能型触媒コンバータの研究開発、NO<sub>x</sub>などの有害物質に対する高性能後処理触媒の研究開発、さらに、後処理触媒の白金族金属の代替や使用量低減を目指す研究開発に取り組む。

### 4) 新燃料計測評価技術

導入が予定されている各規制に対応して、軽油等従来燃料を対象に確立されてきた計測評価技術

に及ぼす新燃料の影響評価と対応策の検討を行う。

## 5) 新燃料規格化支援

製造技術、燃焼技術及び燃費・排出ガス対策技術それぞれの基盤研究成果を基に、新燃料の規格化に必要な情報の整理、国際規格やアジア地域各国規格を含めた、規格化に関する支援を行う。

## 4. 人材育成

ミッションのひとつとして、我が国と諸外国の研究人材・技術者の育成を掲げており、そのため、国際共同研究、人材育成プログラム、燃料規格の国際調和などを通じて人材育成を実施している。具体的には、タイの研究機関とのバイオ燃料の国際共同研究、フランスの研究機関との燃料製造や排出ガス処理触媒に関する国際共同研究、JICA プログラムによる人材受入、東アジアサミットの決議によるアジア各国の専門家とのバイオ燃料の標準化ワーキングを実施している。

外部資金：

- ・経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業 バイオ混合 DME 発電システムの実用化研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託費 革新的次世代低公害車総合技術開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託費 100 %バイオディーゼル燃料の排出ガスへの影響等に関する調査研究
- ・環境省 公害防止等試験研究費 CO<sub>2</sub>排出低減に資するバイオディーゼル燃料の高品質化技術
- ・環境省 公害防止等試験研究費 高い分子移動拡散性を有するマイクロメソ多孔体を利用した VOC 処理技術の開発に関する研究
- ・財団法人新エネルギー財団 受託費 東アジア地域におけるエネルギー情勢及び自動車普及状況の調査

発 表：誌上発表39件、口頭発表53件、その他6件

## 新燃料燃焼チーム

（Combustion and Engine Research Team）

研究チーム長：後藤 新一

（つくば東）

概 要：

エネルギーの多様化と環境保全の観点から、(1) 新燃料エンジンシステム技術、(2) 次世代大型ディーゼルエンジンの高効率化と排気ガス低減技術に関する研究開発を実施し、民生・運輸分野における動力利用シ

システムの石油依存度軽減、高効率化並びにクリーン化技術の実現を目指している。また、得られた成果や各種検証試験データの蓄積により (3) 新燃料の標準化を推進する。具体的研究項目を以下に示す。①エンジン等燃焼技術に関する基盤研究 (エンジン燃焼試験、噴霧及び燃焼の可視化解析、CFD シミュレーション等)、②新燃料利用システムの開発・実用化・実証研究 (ジメチルエーテル (DME) 自動車の技術実証等)、③新燃料 (バイオ燃料、DME) の品質管理技術・標準化研究

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 5、テーマ題目 6

#### 新燃料製造チーム

(Hydrotreating Catalysis Team)

研究チーム長：葭村 雄二

(つくば中央第5)

概要：

新燃料製造チームでは、輸送用燃料の石油依存度低減に貢献するため、燃焼改善や排出ガス処理装置への負荷低減等により低燃費化 (省石油化) が期待できる石油系燃料の高品質化技術、並びにバイオディーゼル等の導入・普及により直接的に輸送用燃料の石油代替が期待できる新燃料製造技術の核心技術である触媒技術の研究開発を行っている。前者の石油系燃料の超クリーン化用触媒技術では、サルファーフリー (硫黄<10 ppm) 燃料製造触媒の実用化・普及を目指すとともに、環境適合性が高く将来燃料として期待されている低芳香族燃料やゼロサルファー (硫黄量<2 ppm) 燃料を製造可能な革新的石油精製触媒の開発を行っている。後者の新燃料の環境適合化触媒技術では、各種油糧作物等からの酸化安定性と熱安定性に優れたバイオディーゼル燃料の製造触媒技術を開発すると共に、非食糧系バイオマス等からの環境適合性の高い高品質新燃料を製造できる触媒技術を構築している。更に、得られた燃料のエンジン評価や排出ガス特性評価等を通して、新燃料の普及に不可欠な規格化を支援している。これらの研究に加え、国際共同研究を通して、我が国とアジア諸国などの諸外国の研究人材・技術者の育成にも貢献している。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 省エネルギーシステムチーム

(Energy-saving System Team)

研究チーム長：小渕 存

(つくば西)

概要：

本チームは、触媒反応と内部熱交換 (熱回収) 機能を備えた熱回収型触媒リアクタ技術、さらにはフィルタ機能をはじめとする他の機能を併せ持つ多機能型触

媒リアクタ技術を創出することを目的としている。自動車関連では、石油系を含む多様な新燃料を燃焼させた際の排出ガスの高度浄化を可能とするため、コンバータ温度を浄化プロセスに最適な値に制御するための熱回収型コンバータ技術を開発している。特に、エンジン燃焼の効率向上とともに年々下がってきている 200℃以下の温度条件でも触媒反応等による排出ガス浄化を可能にするため、小さいエネルギー付与で触媒層や PM フィルタなどを必要なレベルまで昇温させることを可能にする。また、揮発性有機化合物 (VOC) 対策に関して、熱回収型触媒リアクタ技術とともに、NO<sub>x</sub> を副生しない触媒、および貴金属系活性成分の使用量を低減できる多元細孔構造を有する担体を開発することにより、小規模の VOC 発生源に対応できる VOC 触媒分解システムの開発を目指している。

研究テーマ：テーマ題目 3

#### 排出ガス浄化チーム

(Emission Control and Catalysis Team)

研究チーム長：羽田 政明

(つくば中央第5)

概要：

本チームは、自動車における新燃料の普及、省エネルギー化及び排出ガスの超クリーン化を目指した排出ガス対策技術を開発することを目標に、革新的な排出ガス浄化触媒の開発に取り組んでいる。具体的には、ディーゼル自動車排出ガスポスト新長期規制に対応するための触媒システムとして、一酸化炭素等の燃料由来の還元剤を利用する NO 選択還元触媒と、それをベースにした複合化触媒技術の検討を行っている。また、種々のエンジンや燃焼器からの排出ガス NO<sub>x</sub> を高効率で浄化するための多機能型触媒コンバータの開発を目指し、想定される還元剤として、炭化水素や水素、アンモニアなどによる NO 選択還元触媒の開発を行っている。三元触媒では NO<sub>x</sub> 除去のための必須白金族金属であり、しかも最も資源量の少ないロジウムについて、その触媒活性に対する担体や添加物の効果などの詳細な検討を行っている。三元触媒におけるロジウムの機能発現や活性支配因子などの基本的特性を解明し、ロジウム使用量を低減した触媒開発を目指している。

研究テーマ：テーマ題目 4

#### 計測評価チーム

(Measurement and Evaluation Team)

研究チーム長：古谷 博秀

(つくば東)

概要：

導入が予定されている①ポスト新長期規制 (2009



年)及び②大型車燃費規制(2015年)と、それ以降の規制対象となり得る③未規制物質評価に関して、その計測評価技術の研究開発を行っている。特に、新燃料の市場導入に際しては、軽油等従来燃料を対象に確立されてきた従来の計測評価技術の新燃料評価への適合性を検証し確立することが極めて重要である。このため、新燃料利用時の計測評価への影響を評価すると共に、対応策の検討を行っている。ポスト新長期規制施行予定までに排出ガス計測技術の新燃料への対応技術確立し、また、PM 粒子濃度計測評価技術についても確立を目指している。2008年以降は、燃費計測技術の新燃料への適応技術の確立と、新技術搭載エンジンや新燃料採用エンジンにおける PRTR 対象物質の排出実態評価技術確立することを目標としている。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目5

### 環境調和型ディーゼルシステム連携研究体

(Collaborative Research Team for Advanced Diesel Engine System)

連携研究体長：後藤 新一

(つくば東)

概 要：

連携研究体では、超低濃度 NO<sub>x</sub> や微小粒子の計測及び健康影響評価が可能な実験施設を有する研究拠点を整備し、これらを活用して超低公害が達成可能な革新的な環境調和型ディーゼルシステム技術の確立を目指している。微量化・低濃度化しつつある自動車排出ガスを精密に計測する①計測技術、排出ガスのクリーン化対策として新燃料適用性、後処理装置及び健康影響を評価する②対策・評価、及び将来の自動車・エンジンを総合的に評価する③技術実証に関する研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目5、テーマ題目6

#### 【テーマ題目1】新燃料製造技術の研究

【研究代表者】 荻村 雄二 (新燃料製造チーム)

【研究担当者】 鳥羽 誠、三木 康朗、望月 剛久、  
阿部 容子、八坂 加津江、  
森田 芳弘、椎林 あゆみ  
(常勤職員2名、他6名)

#### 【研究内容】

輸送用燃料のクリーン化要求は、都市大気環境改善及び燃費向上による CO<sub>2</sub>排出低減の両面から益々強くなっている。特に、直近では内燃機関用石油系ガソリンや軽油の全面サルファーフリー化(S<10 ppm)をより温和な条件下で達成できる触媒の普及が急務となっている。また、運輸部門からの CO<sub>2</sub>低減対策として、バイオマス由来輸送用燃料の導入へのニーズが急速に高まっており、食糧と競合しない未利用非食糧系バイオマス資源か

らの高品質輸送用燃料の製造を可能にする技術構築が求められている。このため、当該重点課題に係る研究では、従来型石油系燃料の更なる高品質化改質技術、並びにバイオ系新燃料の製造や高品質化改質技術のキーテクノロジーである触媒技術に着目し、その基盤技術構築とイノベーションを通して、最終的には都市環境と地球環境に優しい輸送用燃料の社会への提供・普及に貢献することを目的とする。

本年度は、軽油の超低硫黄化用触媒 (S<10 ppm)に関する研究では、NiMo 系及び CoMo 系開発触媒の耐久性向上に向け、触媒の加速劣化試験及び EXAFS 等を用いた触媒のナノ構造解析を通し、触媒劣化要因究明を行った。反応温度の増加に伴い硫化物相の凝集や析出炭素質の低 H/C 化が進行することを見出し、触媒の改良設計指針を取得した。また、軽油の更なる低硫黄化 (S<1 ppm) に向けて検討を行った結果、アルキル基置換 4,6-ジメチルジベンジチオフェン中の芳香環の部分水素化を経由する水素化脱硫ルート選択性の高い NiMo 系脱硫触媒が有効であることを見出した。更に、接触分解ガソリンの低硫黄化触媒 (S<10 ppm) には、CoMo 系触媒担体の固体酸性を制御することによりオクタン価ロスを1.5以下に抑制できた。従来型石油系燃料の高品質化改質では、硫黄分の更なる低減化以外に芳香族分の更なる低減化ニーズの可能性が将来的には予想されるため、芳香族低減用として既に開発している PdPt/Yb-USY ゼオライト系触媒の耐硫黄性の検討を行い、触媒調製と反応温度の最適化等が耐硫黄性向上に有効であることを見出した。

一方、バイオ系輸送用燃料の高品質化改質研究では、油糧作物のトランスメチルエステル化から得られる脂肪酸メチルエステル (FAME) 型バイオディーゼル燃料 (BDF) の高品質化技術の開発を行った。平成19年3月31日に「揮発油等の品質の確保等に関する法律施行規則の一部を改正する省令」(以下、改正品確法)が施行され、本品確法により BDF 混合軽油の酸化安定性が厳しく規制されている。BDF 混合軽油の酸化安定性の品質規格をクリアするためには、BDF の酸化劣化に伴う有機酸の生成を抑えるための抗酸化剤の添加が不可欠とされているが、分子内に複数の不飽和結合を持つ FAME 分子をモノメチルエステル(二重結合が1個)や飽和のメチルエステルに変換することにより、酸化安定性を著しく向上できることを見出した。本研究では、常圧反応条件下で BDF の部分水素化が可能となる貴金属系触媒を開発するに至った結果、高価かつ高圧ガス保安法が適用される高圧設備が不要となることがわかった。部分水素化された BDF を用いた BDF 混合軽油は、抗酸化剤添加無しでも改正品確法の各規格値をクリア可能であり、懸念された低温流動性の悪化も少なく、2号軽油の JIS 規格値(流動点<-7.5℃)を満足できた。パーム油系 BDF の高濃度化検討を行った結果、部分水素化

BDF の混合率を20vol%まで高めた場合でも改正品確法の各規制値（BDF<5質量%以外の項目）をクリア可能であり、また、流動点<-2℃も同時に達成できた。このことから、本開発部分水素化法を用いれば、低温流動性がさほど問題とならない東アジア地域では、BDF5%混合軽油の品質を保ちつつ、BDF 混合率20%の高濃度BDF 混合軽油を利用できることを示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】輸送用燃料、バイオ系新燃料、高品質化触媒、脱硫触媒、サルファーフリー、低芳香族、バイオディーゼル、燃料品質確保

## 【テーマ題目2】新燃料燃焼技術の研究

【研究代表者】後藤 新一（新燃料燃焼チーム）

【研究担当者】小熊 光晴、辻村 拓、古谷 博秀、日暮 一昭、佐藤 謙一、何 峰、  
 蔦田 公仁、三田 拓朗、佐藤 晋哉、  
 千葉 和貴、岩品 智也  
 （常勤職員4名、他8名）

### 【研究内容】

バイオ燃料やジメチルエーテル（DME）など新燃料の物理的・化学的特性は、軽油やガソリンなど従来の化石燃料のそれと相違することが多く、新燃料の持つポテンシャルや特性を最大限引き出し低公害性と高効率性を同時に達成するためには、それぞれの新燃料に対して適切な燃焼技術及び利用システム技術が必要である。本テーマでは、各種新燃料に対する燃焼技術開発及び利用システム技術の最適化と共に、燃料設計と新燃焼技術を融合した革新的次世代低公害エンジン技術やレーザ着火を中心とした新着火技術などに関する研究開発を行い、実用化を目指す。

#### 1) 超高度燃焼制御エンジンシステム技術

革新的次世代低公害車総合技術開発（事業主：NEDO）において、新燃焼方式の研究開発及び燃料の最適化研究を実施中である。平成19年度は、カムレス（可変動弁システム）および超高压噴射システム等の先進デバイスを搭載した単気筒試験エンジンにおいて、平成18年度までに提案設計したモデル燃料を使用し、先進デバイスを積極利用することによる低エミッション運転領域（エンジンアウト  $\text{NO}_x < 0.2 \text{ g/kWh}$ 、 $\text{Soot} < 0.02 \text{ g/kWh}$ ）の拡大を目指した。

超高压噴射システムの導入により、熱効率（燃費）最適でありながら極低エミッションを達成することができ、JIS2号軽油でも排気温度250℃付近の運転領域まで低エミッション化に成功した。さらに JIS2号軽油よりセタン価を10ポイント程度下げ、ゼロアロマ化した燃料が最も低エミッション運転領域が拡大できることを明らかにした。

#### 2) 新燃料利用システム技術

いすゞ中央研究所の開発した小型 DME トラック（2t 積載）の走行試験を実施中である。平成19年度はテストコースでの高速定常走行をメインに、耐久性に関わる大きなトラブル無く総走行距離が5万 km に達した。5万 km 走行後にシャシダイナモメータによる排出ガス計測を行い、 $\text{NO}_x$  や PM 排出量に及ぼす長距離走行の影響はほぼ無いことを確認した。これらの結果は共同研究先のいすゞ中央研究所により、DME 自動車の技術指針作成に対する参考資料として国土交通省に報告される。

自動車用 DME 燃料標準化を目標に、DME の製造・流通過程で混入する可能性のある不純物及び燃料として利用する際に必要な添加剤等がエンジン性能や排出ガステ性に及ぼす影響について、コモンレール式 DME ディーゼルエンジンによる実験的検討を開始した。

#### 3) 新燃料着火技術

低品位燃料レーザ着火ガスエンジンの調査研究（事業主：NEDO）において、バイオガスなど  $\text{CO}_2$  が混入し低品質な燃料ガスを、副燃焼室付ガスエンジンにより高効率に利用する研究を行った。対象とする機関においては、燃料ガスへ  $\text{CO}_2$  が混入するに伴い、副燃焼室内で着火性能が悪化することが解決すべき問題点であるが、これを解決する手法として、希薄な予混合気でも着火特性がよいレーザ着火によって、これをカバーすることを試みた。この基礎特性を把握するために、急速圧縮膨張装置を用いた予備的試験により、①吸気温度の上昇により着火確率を向上できること、②主燃焼室の燃焼特性は、副室の燃料濃度が濃い方が有利であるものの、着火確率向上のためには等量比かやや希薄側の設定が良いことを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】予混合圧縮着火燃焼、PCI 燃焼、バイオ燃料、バイオディーゼル燃料、ジメチルエーテル、DME、レーザ着火

## 【テーマ題目3】燃費対策技術の研究

【研究代表者】小淵 存

（省エネルギーシステムチーム）

【研究担当者】大井 明彦、内澤 潤子、難波 哲哉、  
 益川 章一、飯島 則夫、飯島 広子  
 （常勤職員4名、他3名）

### 【研究内容】

自動車に対しては、既存燃料、新燃料を問わず、燃費向上と厳しい排出ガス規制を同時に満たすことが要求されている。現行の排出ガス対策技術では、高度浄化を達成する上でかなりの燃費悪化を伴うことが問題となっており、これらを大幅に改善することが必要である。当課

題では、まず、2009年に予定されている自動車排出ガスのポスト新長期規制の達成を可能とする革新的な排出ガス浄化技術の要素技術とすべく、熱回収機能により低温排ガス条件でも触媒層を最適な温度に保ち燃費悪化率を最小限に抑えることができるコンバータ構造の開発をめざす。また2010年以降、同様のコンバータシステムについて、熱回収性能向上、DPF 機能付加、新燃料使用に伴って発生が懸念される新たな有害物質（アルデヒドやナノ PM 等）を分解できる新触媒の開発などを行うことにより、NO<sub>x</sub>のみならず、粒子状物質(PM)や新規有害物質の処理が可能な、新燃料自動車に対応した多機能型触媒システムの開発を目指す。今年度は、自動車用の熱回収型コンバータの構造として、これまで検討を進めてきた一体波形伝熱体とは異なる新しいタイプとして、積層構造型（セラミックおよびメタルタイプ）を試作し、その熱回収性能を実証した。その結果、これまでの波形伝熱体を用いたタイプよりも機械的強度および流路のシール性において格段に優れたメタル製構造体の試作に成功し、過酷な機械的条件で使用される大型ディーゼル車への搭載の実現性を高めることができた。一方、燃費や省エネ性向上に大きい効果を持つ触媒反応の高効率化に関して、NO<sub>x</sub> 除去触媒等の効果的な配置や担持方法の検討を行った。また、VOC 処理技術について、これまでに見出した選択性に優れた Cu 触媒の耐久性向上を図るとともに、Pt 触媒においてメソポーラス担体に数 μm 程度のマクロ孔を付与することによる活性の向上を試みた。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 自動車、排出ガス浄化、コンバータ、触媒、熱回収、省エネルギー、燃費

#### 〔テーマ題目 4〕 排出ガス対策技術の研究

〔研究代表者〕 浜田 秀昭（副研究センター長）

〔研究担当者〕 羽田 政明、鈴木 邦夫、佐々木 基、  
Asima Sultana、佐藤 直子、  
千葉 晃嗣、青木 直也、金田一 嘉昭  
（常勤職員5名、他4名）

#### 〔研究内容〕

既存燃料、新燃料を問わず、燃費向上と厳しい排出ガス規制を同時に満たすことが要求される。現行の排出ガス対策技術では、高度浄化を達成する上でかなりの燃費悪化を伴うことや、資源制約の大きい白金やロジウムの使用量が増加していることが問題となっており、これらを大幅に改善することが必要である。本研究開発では、自動車排出ガスポスト新長期規制を達成するため、新燃焼方式エンジンに適合し、未燃成分や燃料由来の還元剤を利用する高効率 NO<sub>x</sub> 除去触媒システムを開発する。また、将来需給の逼迫が予想される白金族金属の低減を目指し、排出ガス処理触媒に使用される白金族金属の使用量を低減した触媒の開発を行う。特にガソリン車用三

元触媒におけるロジウム低減技術の開発を行う。

#### 1) 高効率 NO<sub>x</sub> 除去触媒システムの開発

自動車排出ガスポスト新長期規制対応技術として、CO を還元剤とする NO 選択還元 (CO-SCR) 触媒のさらなる性能向上を目指すとともに、CO-SCR 触媒技術をベースにして、尿素選択還元法など他の技術を複合化した高性能 NO<sub>x</sub> 除去触媒技術の検討を行った。CO による NO 選択還元には Ir/SiO<sub>2</sub>触媒が活性を示すが、さらに WO<sub>3</sub>を添加することで活性は大きく向上する。まずは、Ir/WO<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>触媒の調製条件の影響を詳細に検討した。その結果、Ir/WO<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>触媒の活性は触媒調製方法にはほとんど影響されないこと、触媒を水素雰囲気で還元した場合よりも、酸化雰囲気で焼成した方が高い NO 還元活性が得られることがわかった。また触媒を600℃～800℃で焼成することにより高い NO 還元活性が得られ、900℃での焼成は NO 還元活性の低下をもたらした。

開発した Ba/Ir/WO<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>触媒について、小型ディーゼル自動車を用い、実排出ガス評価を実施した。実排出ガス条件であっても Ba/Ir/WO<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>触媒は50%程度の NO<sub>x</sub> 除去率を示したが、実用上十分な活性は達成されなかった。そこで、実排出ガス条件でも広い温度範囲で高い NO 除去率を達成するために、CO による NO 選択還元活性を示す担持イリジウム触媒とアンモニア選択還元触媒との複合化の検討を行った。まずは、候補となるアンモニア選択還元触媒の探索を行い、ベータや ZSM-5などのゼオライトに銅を担持した触媒が高い活性を示すことを見出した。さらにシステム化の検討として、触媒配置について検討したところ、前段にアンモニア選択還元触媒、後段に CO 選択還元触媒を配置した複合化触媒は、単独の触媒と比較して広い温度範囲で高い NO<sub>x</sub> 除去率が達成されることを見出した。アンモニア選択還元触媒として Cu/Beta 触媒、CO 選択還元触媒として Ba/Ir/WO<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>触媒を使用した場合に、200～500℃の広い温度範囲で80%を超える NO 転化率が達成された。

新燃料であるバイオディーゼル燃料 (BDF) を利用したディーゼル車から排出される NO<sub>x</sub> を除去するための触媒技術を提案することを目的とし、BDF を還元剤とする NO 選択還元反応を検討した。今年度は、Ag/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>触媒について、BDF の主成分である炭素数や飽和度など特性の異なる種々の脂肪酸メチル (FAME) を還元剤として NO 還元活性に及ぼす影響を調べた。その結果、FAME の炭素数が長くなるほど NO 還元活性は低下する傾向が見られた。また Ag/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>触媒上の NO 還元反応は使用した FAME 中の不飽和結合の有無により大きく異なり、飽和の FAME を使用した方が高い NO 還元活性が得られることが分かった。

#### 2) 白金族金属低減・代替触媒技術の開発



三元触媒において NO を還元するための必須金属成分であるロジウムの使用量を低減した触媒を開発するため、平成19年度はロジウム使用量低減につながる知見を得ることを目指し、ロジウムの活性に及ぼす担体の影響について検討した。その結果、 $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ に担持したロジウム触媒の NO 還元活性は担体組成に強く依存することが分かった。触媒活性を左右する最も重要なパラメータを明らかにするために、種々の触媒キャラクタリゼーションを行ったところ、NO 還元活性と物性との間に明確な相関性は認められなかった。担持ロジウム触媒の NO 還元反応特性を詳細に調べたところ、NO 還元活性の低い触媒では還元剤は酸素と優先的に反応するのに対して、活性の高い触媒では NO と還元剤が選択的に反応していることが明らかとなり、触媒の反応選択性が重要なパラメータであることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】窒素酸化物、触媒システム、バイオディーゼル、三元触媒、貴金属

#### 【テーマ題目5】新燃料計測評価技術の研究

【研究代表者】古谷 博秀（計測評価チーム）

【研究担当者】篠崎 修、笠木 久美子  
（常勤職員2名、他1名）

#### 【研究内容】

近年自動車に対する排出ガス規制は非常に厳しく、さらに、ポスト新長期規制（平成21年）においては、ディーゼル自動車においてもガソリン自動車並みのクリーンさが求められている。特に、これまでディーゼル自動車の粒子状物質の排出を評価する手法としては、フィルタ捕集による粒子状物質の重量計測で評価を行ってきたが、最新のヨーロッパの規制では、粒子の個数による規制が導入されつつあり、日本においても粒子状物質の個数で規制することが検討されている。しかしながら、PM 粒子の個数濃度計測については、これまでの重量法に対するキログラム原器のような絶対的な基準がなく、環境基準などは、やはり重量を基準としていることから、その校正技術、および、重量との関連性を明確にすることが急務となっている。

また、新燃料の市場導入に際しては、軽油等従来燃料を対象に確立されてきた従来の計測評価技術の新燃料評価への適合性を検証し確立することが極めて重要である。計測評価チームでは、計測評価部門と連携し、NEDO より委託された「革新的次世代低公害車総合技術開発／次世代自動車の総合評価技術開発」を軸として、産総研内で開発されたエアロゾル粒子質量分析器（Aerosol Particle Mass Analyzer:APM）を用いて PM 粒子質量を直接かつ実用的に測定することを可能とし、微分型微粒子分級装置（DMA）と組み合わせてディーゼル排気 PM の粒径毎の有効密度を計測し、粒径毎の粒子質量と、

SMPS で測定した粒径分布とからトータルの質量濃度を算出し、従来の基本的なフィルタ捕集測定法との比較試験を行う独自のアプローチによって、フィルタ捕集・秤量法の秤量限界の推定やその PM 捕集濃度の妥当性の評価を行っている。平成19年度においては、実際のディーゼルエンジンから排出される粒子状物質について、その負荷ごとの有効密度を計測し、粒子径が大きくなるにつれて、有効密度は低下すること、エンジンの負荷の向上と共に有効密度が減少することを示し、本手法によってエンジン排出ガスの重量濃度と粒子数濃度の関係を明確に示すことができることを示した。

また、上記の粒子状物質計測技術および未規制物質の計測、燃費計測に関して、新燃料の利用による影響について、評価に必要な機器の選定および整備を行っている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】自動車、排出ガス、燃費

#### 【テーマ題目6】新燃料規格化支援

【研究代表者】後藤 新一（新燃料燃焼チーム）

【研究担当者】小熊 光晴、塩谷 仁、小澤 信吾  
（常勤職員2名、他2名）

#### 【研究内容】

テーマ項目1～5で実施する製造技術、燃焼技術及び燃費・排出ガス対策技術それぞれの基盤研究成果や各種検証試験データの蓄積により、新燃料の規格化に必要な情報を整理し、ISO や東アジア地域における基準調和などの国際規格や、JIS 等国内規格の策定を推進する。規格策定にあたっては業界団体と密に連携し、必要に応じて国内外の標準化に関わるワーキンググループ（WG）や委員会の設置あるいは委員派遣を行う。

#### 1) 東アジア地域におけるバイオディーゼル燃料品質のベンチマーク策定

東アジア地域における良質なバイオディーゼル燃料普及のため、東アジア各国の専門家をメンバーとする WG を設立し、基準調和を目標とした軽油混合用バイオディーゼル燃料品質の推奨値（ベンチマーク）を定めた。また、この基となった日本の JASO M360:2006（日本自動車規格）を JIS 化した（JIS K2390:2008）。

#### 2) DME 燃料の国内外標準化

DME 燃料の標準化推進として、ISO/TC28/SC4及び SC5による議論に Expert を派遣中。特に国際流通時におけるサンプリングや計量方法を議論する SC5は後藤センター長が国際議長に着任した。品質を議論する SC4では、燃料用 DME 及び自動車用 DME 燃料の品質規格作成を目標と定め、議論が開始された。ISO での議論が開始されたのを受け、国内では SC4と同調するため、(社)自動車技術会共同研究センター内に自動車用 DME 燃料規格委員会を設立（委員長：後藤センター長）した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 標準化、国際標準、基準調和、ベンチマーク、東アジア、バイオディーゼル燃料、ジメチルエーテル、DME、ISO

# ②8 【生命情報工学研究センター】

(Computational Biology Research Center)  
(存続期間：2007. 4. 1～)

研究センター長：浅井 潔  
副研究センター長：野口 保  
主 幹 研 究 員：諏訪 牧子

所在地：臨海副都心センター  
人 員：21名 (19名)  
経 費：570,977千円 (321,590千円)

## 概 要：

バイオインフォマティクス研究と人材養成の中核拠点として、ゲノム・生体情報に基づく幅広い産業技術の創出に向けた研究活動を展開する。

複雑な生命現象は、ゲノム配列、タンパク質の立体構造・機能、それらの相互作用などによって支えられているが、多段階の分子間相互作用による細胞外刺激に応じたダイナミックな遺伝子発現制御など、情報処理としての側面を持つことがわかっている。バイオインフォマティクスは、複雑な生命現象の仕組みを情報学の立場から究明するとともに、生物学に貢献できる情報技術を提供できる。大量の実験データから有益な推論を得る技術、計算による予測によって生物学的な実験の一部を置き換える技術、実用的で総合的なデータベースなどがバイオインフォマティクスによってもたらされ、今後のバイオテクノロジーの発展に大きく貢献する。

われわれにとって最も重要な研究資源は、計算機科学、数学、物理、化学、生物などの様々な専門分野から結集した研究スタッフとその共同研究者の方々である。当研究センターでは、これら研究者の能力・実績と大規模高速計算システムを活用して質の高い研究成果を生み出すとともに、センター内外のソフトウェア／データベースなどの情報基盤をシームレスに統合化することを目指している。

同時に、民間企業・大学などと連携して、次世代のバイオインフォマティクスを担う人材を養成するための活動も推進する。  
重要研究課題としては、下記項目を掲げている。

- 1) ゲノム情報解析
- 2) 分子情報解析
- 3) 細胞情報解析
- 4) 情報基盤統合

## 外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金「自由エネルギー地形解析による異常プリオンタンパク質のフォールディング原理の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「細胞内ネットワークモデルと分子計測データとの整合性評価法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「遺伝子発現の周辺確率分布モデル構築」

文部科学省 科学研究費補助金「網羅的 mRNA 絶対定量のためのパイロプライマーの開発」

文部科学省 ライフサイエンス分野の統合データベース整備事業「ライフサイエンス統合データベース開発運用」(統合データベース開発：ワークフロー技術を用いた統合 DB 環境構築)

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「モデル細胞を用いた遺伝子機能解析技術開発／細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発」

文部科学省 科学技術振興調整費 (新興分野人材養成)「生命情報科学技術者養成コース」

発 表：誌上発表63件、口頭発表85件、その他8件

## RNA 情報工学チーム

(RNA Informatics Team)

研究チーム長：光山 統泰

(臨海副都心センター)

## 概 要：

機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術の研究開発に取り組んでいる。

新規機能性 RNA の発見と、機能推定のための情報処理技術の確立を目標として、基盤技術の開発から応用研究まで、幅広い研究テーマを掲げて活動している。

基盤技術の開発に関しては、RNA 二次構造を考慮した高速な配列アラインメント技術の開発[1]、新しい二次構造予測技術の開発[2]、グラフ構造からのデータ・マイニング技術を応用した RNA 構造モチーフ探索技術の開発[3]など、高度な数理的手法を活用した新しいバイオインフォマティクス技術の開発を行っている。また、上記基盤技術による様々な解析結果を統合化し、新規機能性 RNA の発見を支援するためのデータベース開発も行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 配列解析チーム

(Sequence Analysis Team)

研究チーム長：ポール ホートン (Paul Horton)

(臨海副都心センター)

概要：

次世代シーケンサーの普及を見越した研究を行う。  
その基盤技術であるゲノムアラインメント法を改良する。  
また、ゲノム転写制御領域の情報解析、タンパク質アミノ酸配列からの立体構造・細胞内局在予測での優れた技術的蓄積を生かし、次世代シーケンサーのデータ解析として、遺伝子多型の影響予測やプロモータ配列制御要素の研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 創薬分子設計チーム

(Molecular Modeling &amp; Drug Design Team)

研究チーム長：広川 貴次

(臨海副都心センター)

概要：

計算機を用いたタンパク質立体構造の理論的研究と創薬研究への応用に取り組んでいる。

具体的には、創薬標的タンパク質分子モデリング法の開発、分子動力学 計算法によるフォールディング解析、タンパク質立体構造に基づくリガンド結合予測やケモインフォマティクス技術を融合したバーチャルスクリーニングを展開 している。

また、生命情報科学技術者養成コースを通じて、創薬インフォマティクスの人材養成にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 2

## 分子機能計算チーム

(Molecular Function Team)

研究チーム長：福井 一彦

(臨海副都心センター)

概要：

大規模計算応用技術を核に、タンパク質同士やタンパク質と他生体分子(化合物・糖鎖等)の複合体計算や立体構造予測に基づく生体高分子の機能予測技術を開発している。

また PC クラスタで世界最高性能を示した Magi クラスタ、AIST スーパークラスタ、BlueProtein システムなど、これまで世界最高水準のコンピュータを用いてバイオインフォマティクス研究を推進してきた技術的蓄積を生かし、大規模並列計算機を有効活用し応用技術へと繋がる開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 2

## 細胞機能設計チーム

(Cell Function Design Team)

研究チーム長：藤渕 航

(臨海副都心センター)

概要：

細胞をターゲットとしてパイオインフォマティクスを活用した研究開発を行っている。

大規模な細胞や組織からの遺伝子発現データを細胞の機能や形態と結びつけるため、遺伝子群の最小単位となるモジュールの高速探索法や細胞画像処理の方法を開発し、抗がん剤などのターゲットとなる疾病細胞や細胞中の代謝システムを特定する手法の開発に挑んでいる。

そのために、網羅的な細胞や酵素タンパク質のデータベース開発から、クラスター解析、判別分析、データマイニングの手法を用いた細胞制御や分化転換解析の研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 3

## 生体ネットワークチーム

(Biological Network Team)

研究チーム長：堀本 勝久

(臨海副都心センター)

概要：

創薬支援、副作用予測等に応用可能な生体ネットワーク解析技術を開発している。

生物知識情報、ネットワーク構造推定・動態解析技術を融合させ、計測データからのハイスループットなネットワーク構造推定・動態解析を行う総合的な技術を開発している。

研究テーマ：テーマ題目 3

## [テーマ題目 1] ゲノム情報解析(機能性 RNA 情報解析 転写制御の情報解析)

[研究代表者] 光山 統泰 (RNA 情報工学チーム)、  
ポール ホートン (配列解析チーム)[研究担当者] 光山 統泰、津田 宏治、木立 尚孝、  
田部井 靖生、迫田 絵里、  
ポール ホートン、富井 健太郎、  
マーティン フリス、大里 直樹、  
原田 肇、藤田 直也  
(常勤職員7名、他24名)

## [研究内容]

研究目的：

新規機能性 RNA の発見と機能予測

転写制御の多面的予測とメカニズム解明

研究内容：

二次構造を考慮した高速・高精度な RNA 配列情報解析技術、転写制御領域を対象とした配列モチーフ探索技術、比較ゲノム技術等の配列情報解析技術等を開発すると共に、転写制御機構の解析、遺伝子多型情報の解析、新規機能性 RNA 発見等、ゲノム配列情報の工学的制御の観点からの解析を行う。



## RNA 情報工学チーム

機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術の開発、ゲノム配列からの機能性 RNA の網羅的予測、機能性 RNA データベースの構築バイオインフォマティクス技術によって機能性 RNA を解析し、ゲノム情報制御機構の工学的視点からの解明による産業技術開発に貢献することを目標とする。そのため、革新的な RNA 情報解析技術の開発、新規 RNA 遺伝子の発見と機能予測、および機能性 RNA 情報基盤の構築に取り組む実施項目として、NEDO「機能性 RNA プロジェクト」(実施期間：平成17年度～平成21年度)を中心に研究開発を展開する。プロジェクト担当テーマは以下の通りである。

- ・機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術の開発
- ・ゲノム配列からの機能性 RNA の網羅的予測  
機能性 RNA データベースの構築

## 配列解析チーム

次世代シーケンサーの普及を見越した研究を行う。その基盤技術であるゲノムアラインメント法を改良する。また、ゲノム転写制御領域の情報解析、タンパク質アミノ酸配列からの立体構造・細胞内局在予測での優れた技術的蓄積を生かし、次世代シーケンサーのデータ解析として、遺伝子多型の影響予測やプロモータ配列制御要素の研究を行う。

平成19年度進捗状況は以下の通り。

## RNA 情報工学チーム

機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術として、ゲノム配列上の局所二次構造を予測するための新規アルゴリズムの開発に成功した (Kiryu H et al, 2008)。また、機能性 RNA 保存領域の比較ゲノムに必要な、RNA 二次構造を考慮したマルチプルアラインメント技術の開発に成功した (Tabei Y. et al, 2008)。これらは、ゲノム配列からの機能性 RNA の網羅的予測に必要な不可欠である。この他に、マイクロ RNA 遺伝子をゲノム配列から予測する新規アルゴリズムの開発にも成功している (Terai G. et al, 2007)。

Kiryu H. et al, “Rfold: An algorithm for computing local base pairing probabilities”, *BIOINFORMATICS*, 24(3), pp. 367-373 (2008).

Tabei Y. et al. “A fast structural multiple alignment method for long RNA sequences”, *BMC BIOINFORMATICS*, 9(33), (2008).

Terai G. et al. “miRRim: a novel system to find conserved miRNAs with high sensitivity and specificity”, *RNA-A PUBLICATION OF THE RNA SOCIETY*, 13(12), pp.2081-2090 (2007).

## 配列解析チーム

従来のプログラムより優れた性能を持つゲノムアラインメントツール LAST(Frith et al., in prep.)を開発した。

ゲノムおよびアミノ酸配列からモチーフ抽出の研究を行い、計算量の新しい上限を証明(Horton et al., 2007)し、ギャップを含むモチーフに対応できる新しい抽出方法(Frith et al., 2008)を開発した。

アミノ酸配列の解析では、局在予測プログラム WoLF PSORT の改良と(Horton et al., 2007)、新ミトコンドリア外膜局在シグナルの解析 (Imai et al., 2008)を行った。

“Mitochondrial Signal: The End of the Story”

K. Imai, et al., under review, *Cell* 2008.

“Discovering Sequence Motifs with Arbitrary Insertions and Deletions”, M. Frith, et al., 4(5):e1000071, *PLoS Comput Biol* 2008.

“WoLF PSORT: Protein Localization Predictor”, P. Horton, et al., *Nucleic Acids Research*, doi:10.1093/nar/gkm259, 2007.

“An Upper Bound on the Hardness of Exact Matrix Based Motif Discovery”, P. Horton, et al., *Journal of Discrete Algorithms*, 5(4), pp706-713 (2007).

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 機能性 RNA、次世代シーケンサー、配列解析、モチーフ抽出

【テーマ題目2】 分子情報解析 (複合体立体構造予測 化合物バーチャルスクリーニング (VS))

【研究代表者】 広川 貴次 (創薬分子設計チーム)、  
福井 一彦 (分子機能計算チーム)

【研究担当者】 広川 貴次、本野 千恵、亀田 倫史、  
福井 一彦、マイケル グロミハ、  
関嶋 政和、塚本 弘毅、蓬来 祐一郎、  
清水 佳奈、根来 航、広瀬 修一、  
田代 俊行 (常勤職員10名、他28名)

【研究内容】

研究目的:

構造変化を含む複合体構造予測技術の開発  
化合物 VS フォーカスライブラリ構築

研究内容:

これまでに開発してきたタンパク質構造・機能予測技術、分子シミュレーション技術等に分子設計技術を融合させ、創薬標的タンパク質・変性疾患関連ペプチド・糖鎖に特化した高精度な創薬支援技術を開発する。そのため、大規模計算技術によるタンパク質同士やタンパク質

と他生体分子(核酸・化合物・糖鎖等)との複合体立体構造予測法を開発する。

#### 創薬分子設計チーム

タンパク質構造・機能予測システム、分子シミュレーション技術等の基盤技術に分子設計技術を融合させ、創薬標的タンパク質・変性疾患関連ペプチドに特化した高精度な創薬支援技術の開発と実用を目標とする。創薬標的は、X線結晶解析が困難なものを中心に、タンパク質単体標的からタンパク質-タンパク質複合体標的へと年次発展させる。また、立体構造情報に基づいてタンパク質単体・複合体の機能を制御する化合物を計算機上でスクリーニングしフォーカスライブラリとしてデータベース化する。

NEDO「化合物等を活用した生物システム制御基盤技術開発」(実施期間:平成18年度～平成22年度)を中心に研究開発を展開する。NEDOプロジェクトでの担当テーマは以下の通り。

- ・タンパク質複合体構造予測
  - ・化合物バーチャルスクリーニング技術開発および実用化
- ・フォーカスライブラリおよび構造データベース構築

#### 分子機能計算チーム

大規模計算応用技術を核に、立体構造の計算・予測に基づく生体高分子の機能予測技術を開発する。PCクラスターで世界最高速度性能(2001年導入当時)を示したmagi cluster、AIST Super Cluster(2004年導入)、Blue Protein(2005年導入)など、常に世界最高水準のコンピュータを用いてバイオインフォマティクス研究を推進してきた技術的蓄積を生かし、現有する大規模並列計算機を有効活用するための応用技術開発を行う。

平成19年度進捗状況は以下の通り。

#### 創薬分子設計チーム

##### (1) タンパク質複合体予測関連:

NEDOプロジェクトにおいて、インシリコスクリーニングにより、新規のタンパク質タンパク質相互作用を制御する候補化合物の同定に成功した。また計算機による分子設計技術によって天然物の持つ特定の標的タンパク質に対する活性を100倍向上することに成功し、企業へ導出することができた。

##### (2) 化合物バーチャルスクリーニング関連:

GPCRのモデリングに基づくインシリコスクリーニングにおいて、新規化合物を同定し、化合物に関する特許出願(企業との共同出願)を実現した。また大学との共同研究において、インシリコスクリーニングに関する論文を発表した(Usui et al., 2007)。

##### (3) 新規手法の開発:

創薬標的タンパク質であるキナーゼについて、分子動力学計算を活用した新しい手法を提案し、民間企業との共同研究において、化合物の構造活性相関を示すことができた(Mori et al., 2008)。

Usui, T., Ban, H.S., Kawada, J., Hirokawa, T., Nakamura, H.: "Discovery of indenopyrazoles as EGFR and VEGFR-2 tyrosine kinase inhibitors by in silico high-throughput screening.", BIOORGANIC & MEDICINAL CHEMISTRY LETTERS, 18, pp.285-288 (2007).

Mori, Y., Hirokawa, T., Aoki, K., Satomi, H., Takeda, S., Aburada, M., Miyamoto, K.: "Structure activity relationships of quinoxalin-2-one derivatives as Platelet-Derived Growth Factor-beta Receptor (PDGF-beta R) inhibitors, derived from molecular modeling", CHEMICAL & PHARMACEUTICAL BULLETIN, 56(5), pp.682-687 (2008).

#### 分子機能計算チーム

大規模計算機やアクセラレータを用いたハイブリッド型クラスター計算機を用いることでタンパク質-タンパク質間のドッキング計算を高速に計算するための新規ソフトウェアの開発に成功した(K. Tsukamoto et al., 特許出願)。また機能予測技術開発とし柔軟性の高いタンパク質のディスオーダー領域を長・短両方のディスオーダーにバランス良く対応する位置特異的スコア行列を特徴量とした機械学習法の開発に成功している(K. Shimizu et al.)。

この他にさまざまな機械学習法を用い膜タンパク質のトランスポーターを予測するアルゴリズムの開発に成功している(M. Gromiha et al.)。

Tsukamoto, K., Yoshikawa, T., Hourai, Y., Fukui, K., Akiyama, Y.: "Development of an affinity evaluation and prediction system by using the shape complementarity characteristic between proteins.", Journal of Bioinformatics and Computational Biology, 2008 in press.

特願2007-132640 演算装置、逆数の近似計算プログラムおよび近似計算方法、蓬来 祐一郎、福井 一彦

特願2007-132246 複合体構造予測装置、方法およびプログラム、蓬来 祐一郎、塚本 弘毅、野口 保、福井 一彦, Shimizu, K., Hirose, S., Noguchi, T.: "POODLE-S: web application for predicting protein disorder by using physicochemical features and reduced amino acid set of a position-specific scoring matrix.", Bioinformatics, 23(17), pp.2337-2338 (2007).

Gromiha, M.M.: "Bioinformatics on beta-barrel Membrane Proteins: Sequence and Structural Analysis, Discrimination and Prediction", LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE, 4774, pp.148-157 (2007).

Gromiha, M.M., Yabuki, Y.: "Functional discrimination of membrane proteins using machine learning

techniques.", BMC BIOINFORMATICS, 9(135), (2008).

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】分子モデリング、分子動力学計算、バーチャルスクリーニング、分子設計タンパク質相互作用、タンパク質ディスオーダー

【テーマ題目3】細胞情報解析（遺伝子発現情報解析 生体ネットワーク情報解析）

【研究代表者】藤 渕 航（細胞機能設計チーム）  
堀 本 勝久（生体ネットワークチーム）

【研究担当者】藤 渕 航、長野 希美、平木 愛子、  
金田 由加梨、中川 草、中川 善一  
（技振協）堀 本 勝久、富永 大介、  
福田 賢一郎、油谷 幸代、孫 富艶  
（常勤職員6名、他16名）

【研究 内 容】

研究目的：

細胞情報統合データベースに基づいた細胞の構造と機能予測法の開発

生体ネットワーク構造変化の多面的予測とメカニズム解明

研究内容：

遺伝子発現・代謝・シグナル伝達等の細胞内ネットワークを工学的な技術に基づいて解析する。網羅的なヒト細胞データベースを構築し、細胞の形態、機能、分化転換に関する情報を遺伝子発現情報と融合させた統合的、包括的な細胞情報解析環境を開発する。機能未知の生体分子を含む細胞内ネットワークを推定し、新規な創薬標的の発見、副作用予測を支援する技術を開発する。

細胞機能設計チーム

細胞の違いを統合的、系統的に整理・分類したデータベースを開発する。そのために必要となる細胞・遺伝子発現データ・代謝データ統合化技術、細胞画像解析技術開発から、遺伝子発現モジュール探索技術、細胞種依存型遺伝子発現ネットワーク推定技術、細胞挙動・分化解析技術などの基礎的解析技術を開発する。

要素技術から実用技術の開発を中心に以下の研究開発を展開する。

- ・ヒト細胞情報統合データベースの開発
- ・酵素反応データベースの開発
- ・細胞挙動・分化に関わる遺伝子発現モジュールの動態解析技術の開発

細胞依存型疾患遺伝子ネットワーク探索技術

生体ネットワークチーム

創薬支援、副作用予測等に応用できる生体ネットワーク解析技術を開発する。生物知識情報、ネットワーク構造推定・動態解析技術を融合させ、計測データからのハイスループットなネットワーク構造推定・動態解析を行

う総合的な技術を開発する。具体的には、

- ・既知ネットワーク構造と計測データベースとの自動照応技術の開発
- ・分化・発生過程解明のための変化を伴うネットワーク構造推定技術の開発
- ・疾患進展過程解明のための特異的条件下での計測データと既知ネットワーク構造との整合性評価法の開発
- ・計測不能な分子間関連性推定のための隠れ変数を含むネットワーク動態解析法の開発

方法論：

データベース、飽和アイテム集合列挙法、グラフィカルモデル、記号計算、微分方程式、数値最適化

平成19年度進捗状況は以下の通り。

細胞機能設計チーム

ヒト細胞情報データベースのプロトタイプとして、遺伝子発現データ、細胞画像データ、染色体データなどを統合したシステムを開発した。既存の細胞内酵素反応データベースの登録データ数の拡張を行った。細胞画像解析技術を開発し、デジタル画像から細胞の形態パラメータを測定した。大規模な遺伝子発現データから遺伝子モジュールを網羅的に探索する基礎技術を開発した。また、取得した遺伝子モジュールに対して Gene Ontology および KEGG Pathway データベースによる機能グループ解析を行うソフトウェアを開発した。また、NEDO 再委託による遺伝子発現データから癌などの疾患判別を行うソフトウェアを開発した。

生体ネットワークチーム

ネットワーク推定技術として、グラフィカル連鎖モデルと経路整合性アルゴリズムの実装が完了した。さらに、既開発グラフィカル・ガウシアン・モデルとグラフィカル連鎖モデルの解析結果の生物学的解釈のための Gene Ontology 解析ソフトウェアおよび経路整合性アルゴリズムの解析結果からクラスター構造を推定するアルゴリズムを実装した。

また、既知ネットワーク構造と計測データとの整合性を見積もる技術を、統計学および計算代数学に基づく技術のプロトタイプを完成した。マクロおよびミクロな観点からネットワーク構造変化を推定する技術がほぼ完成し実計測データへの適用準備が完了した。動態解析においては、NEDO プロジェクトの目標達成のために隠れ変数を含むネットワークの動態解析技術を開発し、実計測データによる解析準備が完了した。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】データベース、データマイニング、遺伝子モジュール、酵素、ネットワーク、文献情報、遺伝子発現、パスイメージ解析、時系列解析、記号計算



# 【テーマ題目4】情報基盤統合

【研究代表者】浅井 潔(研究センター長)

【研究担当者】浅井 潔、野口 保、諏訪 牧子、  
金 大真、ポール ホートン、  
広川 貴次、福井 一彦、藤渕 航、  
堀本 勝久、原田 肇、広瀬 修一  
(常勤職員8名、他3名)

## 【研究内容】

研究目的:

センター内部のソフトウェア、データベース (DB) を最新の情報技術で統合化

バイオインフォマティクスの要素技術を結合したパイプライン (PL) を構築、外部 DB を含む知的基盤を統合化して安全にシームレスに利用できる環境を実現する。

研究内容:

研究センター内、産総研内、国内、海外に存在するバイオインフォマティクス関連の有用データベース・解析ソフトウェアを、グリッド技術を用いてシームレスに結合させた「生命情報統合システム」の開発に、センターをあげて取り組む。最新の情報技術と大規模計算手法を駆使し、関連する情報同士を単にリンクでつなげた情報網ではなく、利用者が求める情報をダイレクトに提供する、診断、創薬支援、バイオプロセス開発に直接応用できるシステムを目指す。本システムに必要な新規なデータベース・ソフトウェアの開発は各研究チームが並行して行い、順次統合する。

交付金と文科省「ライフサイエンス分野の統合データベース整備事業」(実施期間:平成17年度～平成22年度)による技術開発を中心に研究開発を展開する。

方法論:

「生命情報統合システム」構築のためには、1)システム環境構築、2)パイプライン (PL) 設計、3)ソフトウェア、データベース間インターフェイス設計、4)マンマシンインターフェイスの仕様を決める必要がある。

「1)システム環境構築」については、グリッドを採用する。

「2)パイプライン (PL) 設計」については、実用的な PL 設計を行うため、配列解析システムをプロトタイプとして開発し、同時にそれを用いて、構築したシステム環境のテストを行う。また、PL を固定にするべきか、可変にするべきかの議論も行う。

「3)ソフトウェア、データベース間インターフェイス設計」については、外部 DB の動向を考慮する必要があるため、文科省「ライフサイエンス分野の統合データベース整備事業」のライフサイエンス統合データベースセンター (DBCLS) と連携を取りながら仕様を決定する。

「4)マンマシンインターフェイス」については、2)の PL 設計の方針と関係するが、PL を固定/可変の両方の可能性を残し、利用者の操作性を考慮して決定する。

平成19年度進捗は以下の通り。

## (1) システム環境構築

グリッドの管理サーバと Web サーバ、およびグリッド用計算機サーバから成るグリッド環境を構築した。

## (2) パイプライン (PL) 設計

実用的な PL 設計を行うための議論を行うとともに、構築したグリッド環境を確認するために、そこで動作するプロトタイプシステム (配列解析) を開発した。プロトタイプシステムでは、CBRC で開発され、WWW で一般公開されている6種類のソフトウェア (3種類のディスオーダー予測プログラム: POODLE-S,L,W、GPCR-G タンパク質結合選択性予測システム: GRIFFIN、膜貫通タンパク質のベータストランド予測プログラム: TMBETA-NET、ベータバレル膜タンパク質判定プログラム: TMBETA-DISC) がグリッド環境で動作している。Web の画面上から、配列情報を入力すると各プログラムが各サーバ上で並行に動作し、結果を返す。また、このプロトタイプシステムに、文科省「ライフサイエンス分野の統合データベース整備事業」の「ポータル整備・運用チーム」が開発した「生命科学データベース横断検索」の機能を追加した。検索用の文字列をプロトタイプシステムの初期画面に入力しておく、この横断検索が動作し、検索結果を CBRC へ転送する。各処理結果は、ソフトウェアごとに付けられたタグを選択することにより、結果が表示される。

## (3) ソフトウェア、データベース間インターフェイス開発

CBRC で開発されたソフトウェアとデータベースで、当面統合の対象となる7ソフトウェア (WoLF-PSORT, POODLE-W, POODLE-S, POODLE-L, TMBETA-NET, TMBETADISC-COMP, GRIFFIN) と4データベース (Scarna, RNAmine, Murlet, PHMMTS) の SOAP 化を行った。SOAP は DBCLS との打ち合わせにおいて、Web インターフェイスとして採用を決めたプロトコルである。

## (4) マンマシンインターフェイス調査

本格的なサービスとして提供する PL については、現在議論を進めており、PL 固定と可変のサービスを検討している。

可変のサービスを提供する場合のマンマシンインターフェイスとして、KNIME (<http://www.knime.org/>) と taverna (<http://taverna.sourceforge.net/>) の調査を行った。

## (5) その他

ライフサイエンス分野の Web サービスを議論する国際会議 (作業・開発セッションも含む) BioHackathon2008に協賛した。会議は、2月11日 (月) から2月15日 (金) に東京で開催され、2月12日 (火) から2月15日 (金) は、産総研臨海副都心セン

ター別館8階（CBRC）で作業・開発セッションが行われた。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】ワークフロー、統合 DB、Web サービス、BioHackathon

## ②⑨【生産計測技術研究センター】

（Measurement Solution Research Center）

（存続期間：2007. 8. 1～2010. 7. 31）

研究センター長：五十嵐 一男

副研究センター長：小柳 正男

所在地：九州センター

人 員：25名（24名）

経 費：302,720千円（163,696千円）

### 概 要：

計測技術は、製品開発、生産、市場化、使用（及び廃棄）の各局面で利用され、それぞれの評価の基盤となっている。中でもわが国のものづくりでは生産局面の計測が重要な役割を果たしており、その高機能化・効率化・迅速化などが常に求められている。本研究センターは、高度な計測技術の開発に基づく安全・安心の確立の視点に立って、現場計測課題を体現・発信する企業の計測技術の専門家（マイスターと呼び、マイスターを活用するシステムをマイスター制度と呼ぶ）との連携（タスクフォース）を通して生産現場の多様な計測課題を的確に分析し、産総研の技術ポテンシャルをオンタイムで適用していくことを目指す新しいタイプの研究開発を実施している。

そのため本研究センターでは、先端材料技術に支えられたセンサ開発およびセンシング技術を核とした上で、産総研全体の計測技術ポテンシャルをもベースとし、それらを発展・統合化させることにより生み出される新たな計測技術を生産現場（＝製造プロセス、製品検査、及び設備メンテナンス等）へ適用することで産業界における課題解決に取り組み生産現場の生産性向上と安全・安心に貢献することをミッションとしている。

本研究センターで実施する研究開発は、第2種の基礎研究を中核として第1種の基礎研究を含みつつ製品化研究へ展開される本格研究であり、課題解決に向けて以下の3項目を主題として取り組む。

- ① 新たな計測技術開発をベースとした問題解決。
- ② マイスターと連携し、これまで醸成してきた研究ポテンシャルの具体的な取り組みと技術基盤情報を生産現場に提供することによる問題解決。
- ③ 問題解決事例を蓄積して、必要となる種々の計測分析技術や計測機器のデータベースの形成。

本研究センターでは、生産現場の個々の問題から抽出された共通的な課題に対する計測技術開発をベースとして問題解決を図るシステム開発グループ（応力発光技術、アダプトロニクス2チーム）と計測技術の統合化及びデータベースなどの基盤情報の提供をベースとしてマイスターと連携し個別問題に対する最適な問題解決を図るシステム基盤グループ（表面構造計測、プロセス計測、環境計測、計測基盤情報の4チーム）とに大別し、計測技術の立場からそれぞれの特徴を活かして生産現場での解決が困難となっている種々の問題に取り組んでいる。

- (1) システム開発（センシング技術およびシステム化技術の高度化）

システム開発 G は応力発光体などの力・光・電気のセンシング技術の開発と、それらの多様な現場への適用技術開発を担い、産業構造物全体の危険箇所を応力発光体を用いたセンサによって包括的にセンシングし、それらの異常・危険を的確に早期予知する革新的な安全管理システムの開発、及びそれを支える基盤技術を含めてセンシング技術の高度化及びシステム技術の高度化などの研究を実施する。

- (2) システム基盤技術（マイスター制度対応ソリューション技術開発）

システム基盤 G は、生産計測に必要な「対象物の類型化」、「対象物の前処理」などの各技術を養成しながらマイスターと連携し、半導体製造ラインで問題となっている、プラズマ異常放電の検知技術をはじめ、各種製造現場における欠陥・異物類の検出・低減・防止など、生産計測技術の開発・適用に関わる研究を実施する。さらに、生産活動における製品・サービスの質及びそのリスク評価の信頼性を限られたコスト・時間の中で最大限に高めるための計測技術基盤の構築と信頼性をコスト・時間の観点から評価したデータベースや関連する基盤的知識の蓄積を図る。

センターとしての成果目標は、以下の通りである。

- ① 各種構造物の安全管理システムの創出に向けたリアルタイム応力異常検出デバイスや応力履歴記録デバイス化およびそれらのセンサノード化の実現と実証。
- ② マイスター企業契約を2社以上と締結し、製造ラインにおける技術的課題の解決事例の1件以上の実証。

### 外部資金：

経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業「調光薄膜を利用した水素漏れ検知システムの開発」

経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業「高

性能普及型の新方式水分ストレス計・糖度計の開発」

経済産業省 地域新生コンソーシアム研究開発事業「リンパ浮腫患者用弾性ストッキング製造システムの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「高温環境でのダイレクトモニタリング用広帯域振動センサの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「電磁環境適合性を有する圧力検知用自立応答型センサ素子の創製」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「運動を検知して駆動する革新的な自立型光触媒システムの創製」

文部科学省 科学技術振興機構「応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出」

文部科学省 科学技術振興機構「ソリューションプラズマ反応場の自律制御化とナノ合成・加工への応用」

文部科学省 科学技術振興機構「プラズマ処理装置におけるウェハ上異常放電の検出技術の開発」

文部科学省 科学技術振興機構「高感度・高密度バイオ光受容素子」

文部科学省 科学技術振興機構「新規電極構造を持ったバイオ燃料電池の開発と評価」

文部科学省 科学研究費補助金「改良型逆ミセル法による応力発光超微粒子の製造技術に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「ナノ・マイクロ領域における動的応力診断ツールを目指した応力発光微粒子の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「圧電性窒化アルミニウム薄膜の超音波計測への応用」

発 表：誌上発表21件、口頭発表48件、その他10件

## 応力発光技術チーム

(Advanced Integrated Sensing Team)

研究グループ長：徐 超男

(九州センター)

概 要：

圧光計測・診断の基盤技術として、応力発光体の高効率化、プロセッシング、塗料化、薄膜化、ハイブリ

ッド化、デバイス化などの基盤的研究の推進と共に、応力発光体の規格化や、標準化、発光特性のデータベース化を行い、応力発光技術の普及、利用拡大を図る。具体的に以下の技術を行う。

高効率化を目指した短波長応力発光体の開発については、発光波長は青色、さらに紫外領域まで発光する応力発光体を開発し、発光効率の向上を実現する。また、短波長応力発光体の光エネルギーを化学的に利用するシステムの構築を検討し、応力履歴の記録システムを創出するとともに、光触媒とのハイブリッド化などによる利用拡大を図る。

圧光計測のデバイス化を目指して、オールセラミックス応力発光薄膜の合成技術、数十 nm の応力発光微粒子の製造技術、応力発光体超微粒子の表面処理技術、有機・無機ハイブリッド化技術、コーティング技術を検討し、新規な圧光デバイスを開発する。

応力発光の計測技術については、2次元画像解析、リモート光検出技術、応力発光の定量法を開発し、応力発光計測システム技術の構築を行う。さらに実環境フィールドへの展開の中で、応力モニタリング安全管理ネットワークシステム、および製品設計を支援するための設計支援モデリングシステムの実現を目指す。

応力発光体の規格化や、標準化、発光特性のデータベース化については、応力発光体の発光挙動並びに発光機構の解明と平行して、種々の応力印加形式に対する発光強度の関係をデータベース化すると共に、単一応力発光粒子に極めて微小な負荷応力と発光強度との関係を定量的に把握することができる微小応力計測法の開発を行う。これらの結果を元にして、応力発光材料の規格化と応力発光計測の標準化を進め、新規な自立応答型応力計測技術を確立する。

研究テーマ：応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出、電磁環境適合性を有する圧力検知用自立応答型センサ素子の創製、運動を検知して駆動する革新的な自立型光触媒システムの創製、ナノ・マイクロ領域における動的応力診断ツールを目指した応力発光微粒子の研究、高感度・高密度バイオ素子、改良型逆ミセル法による応力発光超微粒子の製造技術に関する研究、応力発光体の高効率化、高度センサ研究、応力可視化システム

## アダプトロニクスチーム

(Adaptronics Technology Team)

研究チーム長：上野 直広

(九州センター)

概 要：

当研究チームが提唱する「アダプトロニクス」とは、材料、センサ、アクチュエータ、ネットワーク、信号処理、制御技術などの IT 技術を含めた要素技術を集積・結合し、環境・対象への高度な適応能力を有する



システムを構築する技術である。「機械の知能化」を目指す「メカトロニクス」と対比して、「アダプトロニクス」は「システムの適応化」を目指すものである。

具体的には、応力発光センサや超音波センサなどの各種センシングデバイスと、ネットワーク、適応的信号処理技術などの各要素技術の研究開発とインテグレーションによってシステムを構築し、第一次から第三次産業に至るまでの幅広い産業におけるセンシング課題等への適用・対応を行う。

さらに当研究チームは、各種の産学官連携活動に加え、地域における複数の企業や大学及び公的研究機関との共同研究を積極的に展開し、地域社会の活性化を念頭に研究を加速する。

研究テーマ：応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出、超音波エコーによる柔軟構造物内部の粘弾性分布センシング、高度適応型ニューラルネットワークの研究開発とその応用展開、ステンレスパッキン技術の解析・評価

#### 表面構造計測チーム

(In-situ Sensing and On-site Monitoring Team)

研究チーム長：松田 直樹

(九州センター)

概 要：

マイスター制度における共同研究の可能性を検討し、マイスター制度に関わる計測技術や測定方法に関わるデータベース構築に着手する。従来から行っている蛍光分光法、スラブ光導波路分光法、蛍光性ナノ粒子、光散乱法等の光利用その場計測技術に関して原理から理解し世界に先駆けた研究を行うことでより一層の高機能化高感度化を行う。特に表面、界面、ナノ物性を積極的に利用した計測技術の確立に努める。これらの測定法を利用し、①製品の品質不良や性能低下の原因となる製造ライン中に存在する異物や有害物質を製品内の有効成分と区別して迅速に検出できる新しいセンサ、②農作物の育成過程における品質の観察技術、③途中段階や完成した製品の簡易な品質検査方法等に関わる計測技術、④食品製造加工プロセスにおける有害菌類検査方法や半導体製造過程における新規な検査方法に等の構築の可能性を明らかにする。

研究テーマ：マイスター制度に関わる研究・開発、スラブ光導波路分光法を用いた固液界面における高感度その場測定法の開発、蛍光性ナノ粒子を用いた有害菌類高感度測定法の開発、光散乱法による各種欠陥および異物計測技術の開発、強誘電体の光起電力効果と製品製造プロセスへの応用、レーザー誘起蛍光分光法を用いた植物における状態計測法の開発

#### プロセス計測チーム

(Process Measurement Team)

研究チーム長：秋山 守人

(九州センター)

概 要：

高結晶配向性窒化アルミニウム薄膜を検知材料に使用した、高温用アコースティックエミッション(AE)センサおよび燃焼圧センサの試作を行い、それぞれのセンサの基本性能を明らかにし、実証(模擬)試験などを通して、実用化に向けた材料選択、構造設計および課題抽出を行う。また、透過型電子顕微鏡を用いた断面観察などを行い、複合窒化物薄膜の高圧電化メカニズムの解明を行う。更に、二元同時スパッタリング法によって、高い圧電性を示す複合窒化物・酸化物などの材料探索、ゾルゲル法などの湿式法などの手法も検討し、ナノレベルの構造制御技術の研究なども同時に行っていく。

研究テーマ：プラズマ処理装置におけるウェハ上異常放電の検出技術の開発、高温環境でのダイレクトモニタリング用広帯域振動センサの開発

#### 環境計測チーム

(Environmental Measurement Team)

研究グループ長：谷 英治

(九州センター)

概 要：

九州センターで開発した多孔質3次元微細セル構造 Si/SiC 材料を製造現場における環境改善に適用するために、粉塵除去装置の開発およびその粉塵計測技術や、多孔質材に光触媒を担持した光触媒フィルターを用いた浄化処理装置の開発およびその浄化度計測技術について検討する。

具体的には、紫外線の作用で有機物を分解できる環境に優しい光触媒を用いて高効率に気体および液体を浄化できるシステムを作製し、その浄化能力を計測評価した。九州センターで開発したスポンジと同じ構造を持つ多孔質 Si/SiC フィルターに光触媒をコーティングして、内径21φ、長さ540 mm の PFA チューブに挿入した。原料のスポンジは#13 (13セル数/インチ)を用いた。この PFA チューブを4本の20W 蛍光灯型殺菌灯の周りに20本設置した装置を作製した。この装置でオレンジ II の色素溶液の濾過実験を行い、高効率なオレンジ II 溶液分解結果を得た。

研究テーマ：光触媒による環境浄化装置の開発、排気ガス浄化フィルターの開発

#### 計測基盤情報チーム

(Information Base Team for Sensor System)

研究グループ長：菖蒲 一久

(九州センター)

概 要：

本研究チームでは、マイスター制度に関わるソリュ

ーション技術開発を促進するために、産総研の計測技術など、先端的な計測技術情報に関する総合的な技術情報データベースシステムを開発する。また、プロセスや材料の設計、研究開発の効率化に貢献することを目的として、熱力学に関する国内の知的基盤整備と一般利用が可能な公開 WEB 平衡計算システムを開発する。

具体的には、1) 計測技術データベースの基本設計、機器情報や技術情報の予備収集を行い、デザインを決定し、計測技術データベースのプロトタイプを作成する。また、2) 熱力学平衡計算ソフトウェアの開発、汎用データベースの開発を行うとともに、公開 WEB オンライン平衡計算システムを開発する。

研究テーマ：マイスター制度対応ソリューション技術

#### 【テーマ題目1】センシング技術及びシステム化技術の高度化

【研究代表者】徐 超男（研究チーム長）

【研究担当者】徐 超男、上野 直広、今井 祐介、山田 浩志、寺崎 正、福田 修、ト 楠、安達 芳雄、西久保 桂子、李 承周、Zhang Hongwu、Fu Xiaoyan、川崎 悦子、山口 ふじ子、津山 美紀、野口 いづみ、古澤 フクミ、久保 正義、百田 理恵、林 玲子、河原 弘美、野上 有実、椿井 正義、古賀 義人、三戸田 由佳里 ほか（常勤職員9名、他22名）

#### 【研究内容】

本重点課題は、ニーズの詳細な調査とシーズのマッチング精査を基に課題設定を行い、個別課題から抽出された共通的な課題として、外部の評価によって多数の提案から厳正に選抜された課題を中核課題とし、センシング技術の高度化（応力発光技術）からシステム化技術の高度化（アダプトロニクス）に至る新しい計測技術開発を、材料技術を基盤とするチームと情報技術を基盤とするチームの緊密な連携の下に遂行するものである。1) 応力発光技術では、応力発光現象の機構解明など、基礎・基盤的な技術開発を行い、応力発光センサ素子の特性向上とデバイス化を経て、リアルタイム応力異常検出システムや応力履歴記録システムなどの各種応力センシングデバイスを構築する。各種応力センシングデバイスの機能の最適化を行い、デバイススペースでの評価によって応力発光センシングのデータベースへ向けたデータ蓄積を行う。2) アダプトロニクスでは、構造体のセンシングシステム構築に向けたセンシングデバイス・ノードの開発、適用構造体の挙動解析、適応型信号処理の高機能化等によって基盤技術を構築し、センシングノードの高機能化と多目的化、センサネットワークの駆動ソフトウェア開発を

行い、構成したシステムのパフォーマンス評価とデータ蓄積を行う。

平成19年度の進捗状況

今年度は、構造体の包括的な異常検出システムの実現に向けて、応力発光塗膜センサの耐久性・耐候性の評価、応答性データベース構築、光記録についての具体的な開発を行い、「リアルタイム応力異常検出システム」および「応力履歴記録システム」の創出の着実な実施を行った。また、ネットワークシステムのノードの試作やセンサノードの要素技術開発を行い、ネットワークシステム構築へ向けてステップを進めた。これらを支える基盤技術として、新たな応力発光材料技術の開発、ナノシステムの開発、従来技術では対応不可能であった内部欠陥の外部からの可視化や、現場の問題解決に役立つユビキタス軸力計測ツールの開発に向けてシステムの構築と基礎実験を行った。さらに、配管異常診断について基本的信号解析技術を導出した。また、超音波デバイスによる柔軟構造物の粘弾性分布センシングについて企業の製品として実用化を行い、地域における研究ネットワークの構築を行った。

【分野名】標準・計測分野

【キーワード】応力発光、アダプトロニクス、可視化、センシング、材料技術、デバイス化、システム化

#### 【テーマ題目2】マイスター制度対応ソリューション技術

【研究代表者】五十嵐 一男（研究センター長）

【研究担当者】小柳 正男、松本 弘一、松田 直樹、大庭 英樹、野中 一洋、古賀 淑哲、久保 貴紀、松井 雅義、綾戸 勇輔、中島 達朗、平川 智恵子、綾戸 照美、坂井 一文、蒲原 敏浩、瀬戸 沙織、福田 知子、秋山 守人、岸 和司、長瀬 智美、田原 竜夫、西島 大、諸藤 ゆかり、筒井 美寿江、大石 康宣、三好 規子、上野 多津子、深町 悟、谷 英治、山田 則行、濱崎 恭子、菖蒲 一久、小川 一太郎、安達 芳雄、西久保 桂子、野間 弘昭、前田 英司（常勤職員19名、他18名）

#### 【研究内容】

半導体製造ラインなどの各種生産製造現場においては、製品の様々な欠陥、異物類の検出、更にはそれらの低減・防止のための技術開発が常に必要とされる。本重点研究課題では、生産現場に常駐するマイスターと緊密に連携し、必要な計測技術などの研究開発、及び、その適用技術の開発に取り組む。また、一般的な計測技術等に関する情報とともに、開発された計測技術に関する技術情報や評価されたデータなどを集約し、データベース化

するとともに、関連する産総研内の研究者ネットワークを構築することで、産業界から求められる新しい研究課題への対応やサービスへの展開に貢献できる体制を構築整備する。更には、これら一連の取り組みを通じて、共通的で一般的な研究課題の抽出を行い、本格研究の推進を図る。

平成19年度の進捗状況：

① マイスター制度対応課題

2社のマイスター候補企業から提案された複数の計測技術課題について、詳細な検討を討論形式で行うとともに、調査研究や、予備的な実験的検討を行い、具体的な研究課題を4件特定し、それらに関してマイスター契約を2社と成功裏に締結した。当該研究課題のうち、光学的計測技術に関するものは、特に有用性、実現可能性が高いものとして、産総研所内の特別研究課題において研究を推進することとなった。

② データベース構築

計測技術に関する各種情報について精査し、基本的なシステム設計を行った。現在では WEB を通して様々な情報が提供されているが、計測技術に関しても同様であり、また、その情報量は年々急速に増えて行っている。そこで本件データベース構築では、他で提供されているものは、評価を行った上で、基本的にリンク情報で与えることとし、特に独自情報を主に提供するものとした。そのようなシステムの具体化のために、データベース構築に関する技術調査、各種ソフトウェアの調査、詳細な比較検討を行い、オープンソースの XML データベース (eXist) と Wiki (Dekiwiki) によるシステム構築を行うことに決定した。

【分 野 名】 標準・計測分野

【キーワード】 マイスター、計測技術、ソリューション、データベース、その場計測、生産現場

2) 研究部門

①【計測標準研究部門】

(Metrology Institute of Japan)

(存続期間：2001.4.1～)

研 究 部 門 長：田中 充

副 研 究 部 門 長：千葉 光一、大嶋 新一、檜野 良穂、  
新井 優

上 席 研 究 員：松本 弘一、馬場 哲也

主 幹 研 究 員：小島 勇夫

所在地：つくば中央第3、第2、第5、つくば北、関西センター大阪扇町サイト

人 員：246名 (243名)

経 費：3,714,275千円 (2,141,863千円)

概 要：

計量標準及び法定計量

第二期の目標：

計量の標準

産業、通商、社会で必要とされる試験、検査や分析の結果に国際同等性を証明する技術的根拠を与え、先端技術開発や産業化の基盤となる計量の標準を整備するとともに、計量法で規定されている法定計量業務を適確に実施することにより、我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持・強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全かつ安心の確保に貢献する。

(1) 国家計量標準システムの開発・整備

(2) 特定計量器の基準適合性の評価

(3) 次世代計量標準の開発

(4) 国際計量システムの構築

(5) 計量の教習と人材の育成

○研究業務の方向付け

(A) 標準整備計画にもとづき、信頼される計量標準を早期に供給開始する。

(B) 計量標準及び法定計量の確実かつ継続的な供給体制を構築し的確に運用する。

(C) 計量標準・法定計量の国際相互承認を進める。

(D) 計量標準と計測分析技術において世界トップクラスの研究成果を挙げる。

外部資金：

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 波長可変温度波伝搬法を用いる材料評価技術と計測分析装置の開発

文部科学省 科学研究費補助金 エバネセント励起法によるナノ空間の粘性率・拡散係数センシング



文部科学省 科学研究費補助金 数値シミュレーションを併用した流体計測モニタリングシステムの構築

文部科学省 科学研究費補助金 米試料中農薬類のモニタリング調査

文部科学省 科学研究費補助金 超伝導ナノ細線構造による超高速単一光子検出技術の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 ASEAN 諸国における角度標準技術の高度化を国際比較の確率に関する研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 単純形体に基づくピッチマスターゲージとそのナノレベル測定技術の開発

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）ISO 校正法準拠トレーサブルレーザドップラ振動計の1次校正に関する技術開発

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）PM0.1分級計測装置

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）UV(紫外)光源顕微鏡画像計測装置の実証研究

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）クレイモデル加工・計測システムの評価技術及び非接触形状計測センサの開発

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）極低温温度校正装置の実証研究

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）示差方式レーザフラッシュ法による熱拡散率・比熱容量・熱伝導率測定装置の開発

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）自己校正可能な微小電流計測器の開発

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）精密計測用 GPS 衛星信号の再放射装置

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）精密高湿度発生装置の開発

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）超高感度角度センサーの開発

経済産業省 平成19年度原子力試験研究委託費 原子燃料融点の高精度測定に関する研究

経済産業省 平成19年度原子力試験研究委託費 原子力用材料の多重熱物性計測技術に関する研究

経済産業省 平成19年度原子力試験研究委託費 放射線防護ならびに医療応用における国際規格に対応した高エネルギー中性子・放射能標準の確立と高度化に関する研究

経済産業省 平成19年度原子力試験研究委託費 放射能表面密度測定法の確立に関する研究

経済産業省 石油生産合理化技術開発委託費 石油生産合理化技術開発委託費(石油流通合理化のための流量計品質管理技術に関する研究)

経済産業省 中小企業産業技術調査等委託費 平成19年度中小企業産業技術調査等委託費（中小企業知的基盤整備（食品分析精度管理用標準物質の研究開発））

経済産業省 中小企業知的基盤整備事業 平成19年度中小企業知的基盤整備事業（普及型高精度角度測定装置の開発と応用に関する研究）

経済産業省 電源利用技術開発等委託費 電源利用技術開発等委託費(発電用原子炉の流量計測高度化に関する研究)

経済産業省 産業技術研究開発委託費 平成19年度産業技術研究開発委託費(非接触三次元測定機の精度評価方法の標準化)

総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度 光で時を刻む新 Cs 原子“光時計”の研究開発

文部科学省 平成19年度 X 線自由電子レーザー利用推進研究課題 FEL 励起反応追跡のための電子・イオン運動量多重計測（高速デジタイザを用いた計測技術の開発）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)/ナノ計測基盤技術

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 マイクロ波・ミリ波におけるインピーダンス計量標準の研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革  
新的次世代低公害車総合技術開発/次世代自動車の総合  
評価技術開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 計  
量器校正情報システムの研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 水  
素安全利用等基盤技術開発/水素に関する共通基盤技術  
開発/液体水素ディスペンサー流量計測技術などに關  
する研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 知  
的基盤創成・利用促進研究開発事業/臨床検査用標準物  
質の研究開発

日本学術振興会（JSPS）科学研究費補助金・特別研究  
員奨励費 ナノメートル薄膜の膜厚、密度、組成などに  
関する計量学的計測に関する研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助  
成金 モード同期ファイバレーザによる広帯域光コムを  
用いた光周波数計の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助  
成金 光コムを利用したスーパーヘテロダイン測長技術  
に関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 直並列集積量子ホール  
素子の開発と評価

科学技術振興機構 アジア地域における標準物質開発ネ  
ットワークの構築

科学技術振興機構 Yb 光格子時計の構築と精度評価及  
び高精度周波数計測ネットワークの研究

その他（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発  
機構経由）熱物性データに関する調査研究

その他（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発  
機構経由）熱物性・計算ライブラリ構築

発 表：誌上発表320件、口頭発表658件、その他280件  
-----

#### 時間周波数科

（Metrology Institute of Japan, Time and Frequency  
Division）

研究科長：今江 理人

（つくば中央第3）

概 要：

時間周波数標準及び光周波数波長標準は、最も高精  
度な計量標準というだけでなく、他の基本単位の設定  
にも必要とされる計量標準体系の基盤を形成する物理  
標準である。当該標準の研究・開発及びその産業界へ  
の供給・普及を持続・発展させることは、我が国の産  
業技術や科学技術を高度化する上で極めて重要である。  
時間周波数科ではこのような目標を達成するために、  
標準器や関連技術の研究開発、それらに立脚した信頼  
性並びに利便性の高い標準供給を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目

3

#### 長さ計測科

（Metrology Institute of Japan, Lengths and  
Dimensions Division）

研究科長：大嶋 新一

（つくば中央第3）

概 要：

長さ・幾何学量の標準供給は、産業・科学技術の要  
であり、その安定的供給には大きな期待が寄せられて  
いる。この分野では、高精度な上位の標準から、現場  
で用いられる下位の標準まで、幅広い標準が求められ  
る。これらに應えるためには、信頼性の高い長さ測定  
技術の開発が不可欠である。当科では、平成18年度ま  
でに産業界から求められ、また国際比較などが求めら  
れている長さや幾何学量に関して27量の標準の確立と  
それらの供給体制の整備を行った。民間との連携によ  
って、階層構造に基づく我が国のトレーサビリティ体  
系を構築している。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 5、テーマ題目

6

#### 力学計測科

（Metrology Institute of Japan, Mechanical  
Metrology Division）

研究科長：大岩 彰

（つくば中央第3）

概 要：

当力学計測科の活動は、質量、力、トルク、重力加  
速度、圧力、真空の各量にわたる。各量において、標  
準から現場計測までのトレーサビリティの道筋を確保  
し、また質量計量器の信頼性の確保に関する業務を果  
たすことが主たるミッションである。質量においては、  
標準分銅から質量計へ、力・トルクにおいては、力・  
トルク標準機／力・トルク計から各種試験機へ、圧力  
／真空においては圧力／真空標準器から圧力計／真空  
計へと現場計測器に繋がるトレーサビリティを実現す  
る。当科においては既に、質量（分銅の校正）、質量  
計、力（力計の校正）、試験機、圧力（圧力標準器の

校正)、圧力計、トルクメータ・トルクレンチ、真空計については Jcss 校正事業者への流れが整備され、供給が実施されている。また、非自動はかり及び質量計用ロードセルの性能試験に関する品質管理体制が整備運用されている。これらの供給・試験業務に加え技術開発については、高圧力標準、低圧力標準、リーク標準、分圧標準については校正サービスを開始した。また、安定な質量 artifact、高精度・高安定な力計の研究開発を進めた。外部協力としては、Jcss 認定制度に対して、標準供給及び認定(登録)審査への技術アドバイザー派遣、質量、力、圧力(圧力・真空各WG)、トルクの各技術分科会の運営などの協力を行った。また、JIS を始め ISO、OIML 等の技術規格文書の作成への協力を行った。国際協力では JICA-NIMT プロジェクトや国際法定計量機構の相互承認 OIML-MAA に協力し、専門家の派遣、研修生の受け入れを行った。

研究テーマ：テーマ項目 7、テーマ項目 8、テーマ項目 9

#### 音響振動科

(National Metrology Institute of Japan, Acoustics and Vibration Metrology Division)

研究科長：檜野 良穂

(つくば中央第3)

概要：

音響、超音波、振動、強度の標準は、環境、医療、機械診断、材料評価など広い分野にわたって必要とされており、その重要性も増している。音響標準、振動加速度標準及び硬さ標準については、国際比較結果などを通じて既に世界的なレベルに到達していることが示されたが、さらに標準供給体制を整備するとともに、その範囲の拡大、不確かさの低減および新しい標準器の開発をめざす。超音波標準については、依頼試験による標準供給を維持するとともに、供給範囲拡大に必要な研究開発を進める。超音波パワー標準については予定されている国際比較への参加に努める。材料強度の標準、固体材料の特性評価を、従来のバルク材料から薄膜などの微小なレベルで行うことを目的とする研究を実施する。また、産業技術の高度化に応じて、従来にない先進的な計測標準の開発を進める。

研究テーマ：テーマ項目10、テーマ項目11、テーマ項目12、テーマ項目13、テーマ項目14

#### 温度湿度科

(Metrology Institute of Japan, Temperature and Humidity Division)

研究科長：新井 優

(つくば中央第3)

概要：

温度・湿度の計測とその標準は、科学技術や産業において、あらゆる場面で必要とされており、当科では、これらに必要な標準供給体制の整備を進めている。国際的同等性を確保しつつ標準供給の種類、範囲を拡大するために、設備や体制を整え、標準の維持・供給に必要な研究開発及び関連の計測技術の研究を行った。また、次期の国際標準への提案などをめざし、基礎的な研究開発を進めた。先進的な取り組みである、金属炭素共晶を用いた温度定点の開発の成果として、前年までの2定点にさらに3定点を加えた標準供給が開始された。

研究テーマ：テーマ項目15、テーマ項目16、テーマ項目17、テーマ項目18、テーマ項目19、テーマ項目20、テーマ項目21

#### 流量計測科

(Metrology Institute of Japan, Fluid Flow Division)

研究科長：高本 正樹

(つくば中央第3)

概要：

流量計を用いた石油や天然ガス等の取引は、経済産業活動の中でも最も大きな取引であり、また、水道メータ、ガソリン計量器等の流量計は国民生活に最も密接している計量器の一つである。さらに、最新の半導体製造技術、公害計測技術、医療技術等の先端技術分野や環境・医療技術分野においてもより困難な状況下での高精度の流量計測技術が求められている。当科では、これら広範な分野で必要な流量の標準を開発し、その供給体制の整備を進める。既に JCSS が整備されている気体小流量、気体中流量、液体大流量、液体中流量、石油大流量、気体中流速、微風速、および依頼試験による標準供給を行っている体積に加え、新たに液体小流量、石油中流量について特定標準器の整備を完了した。また、気体流量に関しては、微小流量域の標準の範囲拡大を進めている。

さらに、計量法に基づき法定計量業務を適切に遂行すると共に、実施する試験業務に関する品質システムを整備した。

研究テーマ：テーマ項目22、テーマ項目23、テーマ項目24、テーマ項目25

#### 物性統計科

(Metrology Institute of Japan, Material Properties and Metrological Statistics Division)

研究科長：馬場 哲也

(つくば中央第3)

概要：

エネルギー、石油化学産業等で求められる密度、粘度の標準、エネルギー分野、エレクトロニクス産業、素材産業等で求められる熱物性の計測技術と標準物質、



半導体や材料産業等で求められる微粒子や粉体の計測技術と標準物質の開発、供給を行う。開発された熱物性計測技術と標準物質を礎として得られる信頼性の高い熱物性データを、分散型熱物性データベースに収録しインターネットを介して広く供給する。計測標準研究部門の標準供給に不可欠である不確かさ評価について、統計的問題の解決や事例の体系化を行うとともに、内外における不確かさ評価を支援する。

研究テーマ：テーマ題目26、テーマ題目27、テーマ題目28、テーマ題目29、テーマ題目30、テーマ題目31、テーマ題目32、テーマ題目33

## 電磁気計測科

(National Metrology Institute of Japan, Electricity and Magnetism Division)

研究科長：中村 安宏

(つくば中央第3)

### 概 要：

我が国の電気電子情報産業を含む広い産業界に電気標準（直流・低周波）を供給するために、標準の維持、供給、研究開発を行っている。特に、直流電圧標準、直流抵抗標準、キャパシタンス標準、インダクタンス標準、交流抵抗標準、誘導分圧器標準、変流器標準、交流電力標準、交直（AC/DC）変換標準等の研究開発と供給を行っている。

研究テーマ：テーマ題目34、テーマ題目35

## 電磁波計測科

(Metrology Institute of Japan, Electromagnetic Waves Division)

研究科長：小見山 耕司

(つくば中央第3)

### 概 要：

高周波・電磁界標準の電波領域の電磁波を対象とし、高周波電力、減衰量、インピーダンス、雑音、各種アンテナ、電界・磁界等の標準に関し、精密計測と校正技術の研究・開発を実施した。標準供給とトレーサビリティの整備の推進ならびに供給体制の維持と校正業務により標準供給を行った。研究・開発の進展は、新規に標準供給を開始した50 MHz・1 mWの絶対電力標準、10 MHz～33 GHzのPC3.5型コネクタの同軸電力標準、1 GHz～2 GHzのダイポールアンテナ自由空間アンテナ係数、拡張により範囲を広げた10 MHz～18 GHzのN、PC-7型コネクタと10 MHz～40 GHzのPC2.9型コネクタの固定減衰量標準とjcss校正、10 MHz～18 GHzの減衰量標準校正の自動化による効率化、100 MHz～33 GHzのPC3.5型コネクタでのS-パラメータ標準とjcss校正、20 Hz～200 kHzの周波数範囲拡張したループアンテナ標準がある。

高周波電力標準、電圧標準、アンテナ係数についてピアレビューと品質システム認定の審査を受けた。これにより従来は離散周波数であった電力標準の校正範囲は、連続した周波数範囲の任意の周波数での校正が認定された。

研究テーマ：テーマ題目36、テーマ題目37

## 光放射計測科

(Metrology Institute of Japan, Photometry and Radiometry Division)

研究科長：齊藤 一朗

(つくば中央第3)

### 概 要：

光関連産業における基盤技術となる、レーザ及び測光・放射に関する諸量の精密計測と校正技術の研究・開発を実施し、標準とトレーサビリティの整備の推進、並びに標準の維持・供給を行う。今年度は、光度（LED）、全光束（LED）、分光放射輝度（160 nm～300 nm）、分光拡散反射率（830 nm～1600 nm）、放射測定用アパーチャ開口面積（～26 mmφ）の依頼試験による供給を開始した。光ファイバパワー（850 nm）、レーザエネルギー（1.06 μm）、光減衰量（1.55 μm、1.31 μm）、分光応答度（140 nm～200 nm）、分光応答度（高精度：700 nm～950 nm）の供給範囲を拡張した。光ファイバ減衰量（二国間比較）、全光束（APMP：2回目）、分光応答度（CCPR-PILOT）、極低温放射計（CCPR-S3：二国間比較）の国際比較を実施した。

研究テーマ：テーマ題目38、テーマ題目39

## 量子放射科

(Metrology Institute of Japan, Quantum Radiation Division)

研究科長：檜野 良穂

(つくば中央第2)

### 概 要：

放射線、放射能および中性子標準に関連し、MRA対応の国際基幹比較、CMC追加登録を実施するとともに、標準の立ち上げおよび高度化等の研究開発を行った。放射線標準研究室では、γ線水吸収線量標準用のグラフアイトカロリメータを製作した。軟X線ではマンモグラフィ用のX線照射装置を導入し、マンモグラフィ用の標準の確立に着手した。中硬X線では空気カーマ標準供給の開始、β線標準ではPTBとの国際比較をおこなうとともに、jcss立ち上げの準備を開始した。放射能中性子標準研究室では、放射能に関する遠隔校正技術の実用化を進め、γ線放出率の依頼試験による校正サービスを実施した。また、Kr-85国際比較に参加を表明し、測定用機材の整備を開始した。さらに、I-125医療用密封小線源の線量標準の確立に

向けた開発を実施した。中性子標準に関しては、8.0 MeV 速中性子フルエンス標準の立ち上げを行い、144 keV・5.0 MeV・14.8 MeV 速中性子フルエンスの JCSS による標準供給を開始するとともに、15 MeV-20 MeV 高速中性子スペクトラルフルエンスの精密測定のための高エネルギー分解能スペクトロメータを開発した。

研究テーマ：テーマ題目40、テーマ題目41

## 無機分析科

(Metrology Institute of Japan, Inorganic Analytical Chemistry Division)

研究科長：千葉 光一

(つくば中央第3)

概要：

標準物質は研究開発・生活の安全安心および産業発展を支える知的基盤として、その加速的整備が国策のもとに推進されている。当科では平成13年～平成19年までにスカンジウム標準液など JCSS の基準物質となる新規無機標準物質15種類、RoHS 指令規制対応標準物質など工業材料標準物質、微量元素・アルセノベタイン・メチル水銀分析用のメカジキ魚肉粉末標準物質や白米標準物質など環境組成標準物質を開発して、化学分析あるいは化学計量を支える標準を供給するとともに、併せて、関連する CCQM、APMP 国際比較に参加している。また、電量滴定法等の基本分析手法の高度化、同位体希釈質量分析法などの高感度元素分析法の高精度化を行い標準物質の値付け、環境・生体計測の高度化等に使用するとともに、我が国の産業の高度化及び科学技術のテクノインフラに寄与している。

研究テーマ：テーマ題目42、テーマ題目43、テーマ題目44

## 有機分析科

(Metrology Institute of Japan, Organic Analytical Chemistry Division)

研究科長：加藤 健次

(つくば中央第3)

概要：

標準ガス、有機標準、環境標準、バイオメディカル標準の分野において社会ニーズに即した標準物質を供給して行くことを目標として、基盤となる技術面での整備を行いつつ、高度な分析技術の開発にも取り組んだ。また、当該標準分野における国際相互承認を実効あるものとするべく、グローバル MRA に基づく国際比較に積極的に参加するとともに、ISO ガイド34に基づく品質システムの整備と国際ピアレビューへの対応を行った。これらの活動を通して、標準物質値付け能力 (CMC) の国際度量衡局において登録される相互認証 (MRA) の付属文書 (Appendix C) への登録

を行い、我が国の CMC が国際的に高いレベルで承認されることを目指した。19年度も、先に挙げた分野における標準物質開発と、関連する技術文書類作成などの品質システム整備を行った。

研究テーマ：有機化学標準の開発・供給、有機標準液の開発・供給に関する研究、環境分析用組成型有機標準物質に関する研究、バイオメディカル計測標準の先導開発、次世代 DNA 定量法の開発と標準化

研究テーマ：テーマ題目45、テーマ題目46、テーマ題目47、テーマ題目48、テーマ題目49

## 先端材料科

(Metrology Institute of Japan, Materials Characterization Division)

研究科長：小島 勇夫

(つくば中央第5)

概要：

標準の開発・維持・供給においては、臭素系難燃剤含有ポリスチレン (高濃度) 1種を開発するとともに、陽電子寿命による超微細空孔測定用石英ガラスの供給を開始した。また、EPMA 用標準物質、空孔測定用高分子標準物質、定量 NMR 候補標準物質、粒径分布標準物質について候補標準物質の選定や値付け技術の開発を進めた。国際比較においては、APEC および VAMAS の枠組みで行われた薄膜膜厚評価に参加した。有機化合物のスペクトルデータベースに関して、新たに1216件のスペクトル測定・解析を行い Web に追加公開した。さらに、X 線反射率法による精密評価技術、高誘電体薄膜標準物質開発に向けた界面構造の評価技術、光電子分光および X 線吸収分光の基礎技術、イオン注入試料の中性子放射化分析技術、MALDI-TOFMS の定量法、クラスターイオン衝撃 SIMS による表面分析、遠心分離基本装置を用いた微粒子分球技術、高分子特性解析技術に於いて基礎データを蓄積した。

研究テーマ：テーマ題目50、テーマ題目51、テーマ題目52、テーマ題目53、テーマ題目54、テーマ題目55、テーマ題目56

## 標準物質システム科

(Metrology Institute of Japan, Reference Materials System Division)

研究科長：小池 昌義

(つくば中央第3)

概要：

標準物質は研究開発および産業発展を支える知的基盤として、その加速的整備が国策のもとに推進されている。当科は平成18年度に新設されたもので、安心安全分野で必要とされる標準物質を対象に、当該分野で必要とされる計量標準としての必要十分な精度で迅速

に供給することを目的とし、従来の標準物質の開発・供給体制の全体を見直し、外部機関の力も活用する、効率的な開発システム、供給システムの研究を行うことを目的としている。平成19年度は、前年度の試行期間で得られた知見を基に標準物質への値付けを産総研が実施し、これを基に第3者機関においてレーサビリティのとれた標準物質を開発・生産する仕組みを整備するため、環境及び食品分野の標準物質の純度測定技術の開発を行った。また、複数存在する標準物質の特性値の整合性を確認する方法の確立と実施のために、ダイオキシン類の校正用標準の同等性試験を行った。さらに、平成20年度から始まるメタボリックシンドローム健診に係わる8項目の標準物質についてトレーサビリティ・ソースとしての妥当性を評価し公表する制度の運用に必要な品質システムを整備し、実際の運用を開始した。

研究テーマ：テーマ題目57

#### 法定計量技術科

(Metrology Institute of Japan, Legal Metrology Division)

研究科長：根田 和朗

(つくば中央第3)

概 要：

- 1) 経済産業大臣から委任される計量法に基づく型式承認及び試験並びに基準器検査（力学計測科、流量計測科及び計量標準技術科で実施されるものを除く。）を適切に実施する。
- 2) 特定計量器の型式承認では、要素型式承認の導入や試験所認定制度の活用による外部試験制度の導入についての調査研究を行い、制度の合理化を図る。
- 3) 国際法定計量機関（OIML）が推奨する、試験・検定に使用する標準設備に対するトレーサビリティを確立するための制度について調査研究を行う。
- 4) 我が国の法定計量システム整備計画案を策定し、経済産業省に対して企画・立案の支援を行う。
- 5) 型式承認実施機関として、ISO/IEC17025及びガイド65に適合した品質システムにより認証・試験業務を実施し、透明性を保つ。
- 6) OIML 適合証明書発行及び二国間相互承認を推進し、国内計量器産業の国際活動に貢献する。
- 7) 計量法に規定する特定計量器の検定・検査に係る技術基準の JIS 引用を行うため、特定計量器 JIS 原案の作成を行う。
- 8) 計量法の家庭用計量器及び特殊容器に対する JIS を整備するための調査研究事業を行う。
- 9) OIML の TC 活動に積極的に参加し、国際勧告の策定に貢献する。
- 10) アジア太平洋法定計量フォーラム（APLMF）事務局活動の支援を実施する。

#### 計量標準技術科

(Metrology Institute of Japan, Dissemination Technology Division Dissemination Technology Division)

研究科長：中村 勉司

(関西センター)

概 要：

当科の主要業務は、経済産業大臣から委任された計量法に基づく法定計量業務の適切な遂行である。法定計量業務は、国内の様々な分野における商取引及び客観的かつ適正な計量証明行為に不可欠な業務であり、具体的には、型式承認、型式承認試験、基準器検査、検定、比較検査である。

これらの業務の他、リングゲージ、プラグゲージ、ガラス製体積計、ガラス製温度計、密度浮ひょうの校正技術の開発と改善、校正における不確かさの低減を目標とし、それらの標準供給体制の維持を行い、信頼性のある校正結果を提供することにより、産業界のトレーサビリティ体系の構築に寄与する。並びに、国際比較、OIML 等の国際活動に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目58、テーマ題目59、テーマ題目60

#### 〔テーマ題目1〕時間・周波数標準の高度化に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕池上 健

(時間周波数科 時間標準研究室長)

〔研究担当者〕萩本 憲、渡部 謙一、柳町 真也、高見澤 昭文、久保田 暁子、吉田 侑太（常勤職員5名、他2名）

#### 〔研究内容〕

原子泉方式周波数標準器においては、光源及びシャッターの刷新を行い、操作性の向上を図りつつ、前年度に引き続き、今年度も3度にわたり、国際原子時（TAI）の校正を行った。また、光ポンピング方式周波数標準器については、TAI の校正を再開するための予備的な比較を継続した。原子発振器の高性能化のために必要な低雑音マイクロ波発振器については、5 MHz、10 MHz、100 MHz、1 GHz の低雑音な基準信号を合成できるように整備し、その維持を行った。コヒーレントポピュレーショントラッピング(CPT)信号については、2つの直線偏光した Cs-D<sub>1</sub>線を用いて信号コントラストを従来の約2倍改善した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕時間周波数、原子時計、セシウム一次周波数標準器、原子泉、低温サファイアマイクロ波発振器

#### 〔テーマ題目2〕光周波数（波長）標準の開発と光周波数計測技術の研究（運営費交付金）



## 〔研究代表者〕 洪 鋒雷

(時間周波数科 波長標準研究室長)

〔研究担当者〕 石川 純、黒須 隆行、平野 育、  
稲場 肇、安田 正美、保坂 一元  
今江 理人、大嶋 新一、河野 託也、  
中嶋 善晶、井原 淳之  
(常勤職員9名、他3名)

## 〔研究内容〕

次世代の周波数標準を目指した光周波数標準については、Yb 光格子時計でスピン禁制遷移を用いた第2段階のレーザ冷却・捕獲に成功した。捕獲された原子の個数や温度の測定を行い、光格子レーザの各種パラメータ(焦点のビーム径など)の計測を行った。また、Yb 光格子時計のための時計遷移励起用レーザを開発し、光周波数コムを用いて安定度の評価を行っている。現在観測されている、周波数のドリフトは約250 mHz/sec 程度である。さらに、線幅の評価を行うために二つ目の光共振器の作成に着手した。また関連して、産総研つくばと東大本郷間に光ファイバリンクを導入し、3回目の東大・香取研の Sr 光格子時計の光周波数測定を実行した。光周波数コムにおいては、安定かつ低雑音なファイバコムシステムの開発を進めた。具体的には、1) Yb 光格子時計の冷却用光源開発に成功；2) 東大 Sr 光格子時計の冷却用中赤外光源の開発に成功；3) これまで10 kHz以上の線幅があった CEO スペクトルの線幅狭窄化に成功、などを行った成果が得られた。レーザ周波数制御装置の開発に向けて高速デジタル信号処理ボードを製作し、レーザの周波数変調の影響を制御信号へ与えない高速移動平均フィルタを製作した。長さの特定標準器である「ヨウ素安定化 He-Ne レーザ」については、jcss 校正5件および所内校正1件を行った。また、YAG レーザ周波数で1件、通信帯周波数で1件、広帯域周波数で2件の依頼試験を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 光周波数コム、光周波数測定、光格子時計、ヨウ素安定化 He-Ne レーザ、ヨウ素安定化 Nd:YAG レーザ、光通信帯

〔テーマ題目3〕 時系・時刻比較の高度化に関する研究  
(運営費交付金)

〔研究代表者〕 今江 理人(時間周波数科 周波数システム研究室長(兼務))

〔研究担当者〕 雨宮 正樹、鈴山 智也、藤井 靖久、  
米島 和香子、北田 健、黒岩 光  
(常勤職員3名、他4名)

## 〔研究内容〕

当所の時間周波数供給の基準時系である UTC (NMJ) の性能をより改善するため、原振である水素メーザ発振器の追加や時系計測システムの更新を実施した。また、国際原子時(TAI)や協定世界時(UTC)へ

の貢献のため GPS 衛星 P3コード(P1と P2の線形結合)や衛星双方向方式による国際時間周波数比較を継続して実施した。さらに、BIPM の試行する GPS 搬送波位相方式高精度時間周波数比較実験(TAI-PPP)に参加を開始した。また、超高精度時間周波数比較法として光ファイバー心双方向方式や衛星双方向搬送波位相法の基礎研究を継続して実施した。

標準供給については継続して jcss や依頼試験による持込校正サービス(校正件数 jcss 校正 5件、依頼試験 8件)を行い、また、GPS 衛星を仲介とした周波数遠隔校正は、依頼試験で海外進出日系企業2社を含む8社9件(jcss 4件、依頼試験 5件：2008年3月末現在)に達している。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 時間周波数標準、時系、標準供給、GPS、衛星双方向時間周波数比較、遠隔校正

〔テーマ題目4〕 光波干渉による長さ標準の開発に関する研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕 美濃島 薫

(長さ計測科 長さ標準研究室長)

〔研究担当者〕 平井 亜紀子、尾藤 洋一、寺田 聡一、  
鍛島 麻理子、堀 泰明、吉森 秀明、  
佐々木 薫、(常勤職員6名、他2名)

## 〔研究内容〕

ブロックゲージ(長さ-4番)、長尺ブロックゲージ(長さ-5番)、標準尺(長さ-8番)、光波距離計(長さ-10番)などに関して、標準供給と高度化を実施した。さらに、固体屈折率(長さ-15番)の標準供給を開始した。マイクロデジタルスケール(長さ-12番)の標準立ち上げのための技術開発を行い、目標の不確かさ実現の確証を得た。また、タイ国と比較測定を行うと共に、ブロックゲージ、長尺ブロックゲージ、標準尺に関してピアレビューを受けた。タイ国、マレーシア国などの国内外の機関に対して計量標準に関する技術指導や教習を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ブロックゲージ、標準尺、距離計、干渉測長器、長さ標準

〔テーマ題目5〕 周波数標準にトレーサブルな実用長さ標準体系の研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕 美濃島 薫

(長さ計測科 長さ標準研究室長)

〔研究担当者〕 尾藤 洋一、寺田 聡一、酒井 康宏、  
高橋 永斉(常勤職員3名、他2名)

## 〔研究内容〕

開発した長さ計測技術の安定性を高め、実用的な技術とするために、光ファイバーの活用による光コムとの一体化を進めた。そのために、まず、光コムをモード同期

ファイバーレーザにより実現し、長さ計測に即した開発を行った。すなわち、スペクトルの広帯域化と、ペDESTALのないクリーンな波形の実現、共振器長の可変領域の拡大、偏光安定性の向上を実現した。さらに、これらの光コムを長さ計測に適用し、評価を行った。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】光コム、測長、干渉計

#### 【テーマ題目6】幾何学量の高精度化に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】大嶋 新一

（長さ計測科 幾何標準研究室長）

【研究担当者】渡部 司、土井 琢磨、藤本 弘之、  
権太 聡、直井 一也、大澤 尊光、  
三隅 伊知子、佐藤 理、菅原 健太郎、  
前澤 孝一、折本 尚充、周 泓、  
山本 隆、（常勤職員10名、他4名）

#### 【研究内容】

「CMMによる幾何形状測定」では歯車ピッチの校正を開始し、これまでの歯形・歯すじの校正と併せて歯車の全パラメーターを校正できるようになった。「一次元グレーティング」においては不確かさの評価方法を見直し、一桁程度小さな不確かかでピアレビューを受けた。「真円度」、「触針式段差」、「表面粗さ」については不確かさを再評価し、ピアレビューを受けた。タイ国のNIMTが産総研開発のロータリエンコーダ校正装置を導入するにあたり、技術支援を行った。jcss校正及び依頼試験校正については、「ステップゲージ」4件、「CMMによる幾何形状測定（歯車校正含む）」5件、「遠隔校正によるCMM校正」1件、「ロータリエンコーダ」：3件、「多面鏡」：3件、「オートコリメータ」：2件、「平面度」：5件の計23件を実施した。これまで標準供給を宣言した19項目に対して円滑に標準供給できるように設備及び測定環境を整備した。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】幾何寸法、微小寸法・微細形状、角度標準

#### 【テーマ題目7】質量力関連標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】上田 和永

（力学計測科 質量力標準研究室長）

【研究担当者】山口 幸夫、孫 建新、植木 正明、  
前島 弘、大串 浩司、水島 茂喜、  
林 敏行、西野 敦洋（常勤職員9名）

#### 【研究内容】

質量標準に関しては、国際相互承認協約の附属書Cに校正測定能力が登録された1 mg～5200 kgの範囲で標準を安定的に供給すると共に、2000 kg～5200 kgの範囲での校正・測定能力を向上させピアレビューを受け

て承認を得た。

力標準に関しては、国際相互承認された10 N～20 MNの範囲における標準供給を着実に実施すると共に、540 kN力標準機の制御系を改修し信頼性を向上させた。高安定な音叉式力計を実機に装着するための研究を進めた。アジア太平洋地域での基幹比較の幹事所を引き受け仲介器の持ち回りを完了させたほか、タイの力標準に関するピアレビューを務めるなど国際的にも貢献した。当所で開発した力計校正の不確かさ評価方法をISO規格に反映させるべくISO技術委員会分科会に継続して参加し討議を進めた。

トルク標準に関しては、校正依頼の増加に対応し国際相互承認された5 N・m～20 kN・mの範囲における標準供給を着実に実施したほか、小容量トルク標準の確立に向け小容量トルク標準機のカウントドライブ部などを開発した。トルク計測機器の校正に関する技術基準を関連業界と協力して工業会規格としてとりまとめたほか、トルクツール試験/校正のJIS規格原案を完成させた。

重力加速度標準に関しては、国土地理院などとの定期的な共同観測を行い、重力加速度計測の国際整合性確保に協力した。

JCSSトレーサビリティ制度に関しては、質量・力・トルクの各技術分科会に参加し技術基準の作成や改定並びに技術的諸問題の解決に協力すると共に、校正事業者の登録審査や定期検査で技術アドバイザーを務めるなど多方面からJCSS認定機関に協力した。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】質量、力、トルク、重力加速度

#### 【テーマ題目8】圧力真空標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】秋道 斉

（力学計測科 圧力真空標準研究室長）

【研究担当者】大岩 彰、小島 時彦、杉沼 茂実、  
城 真範、新井 健太、小島 桃子、  
吉田 肇、梶川 宏明（常勤職員9名）

#### 【研究内容】

圧力標準（気体／液体／微差圧）、真空標準（全圧／分圧）およびリーク標準によって、JCSS認定事業者の特定二次標準器の校正と依頼試験による校正を進めると共に、校正装置の高効率化と高精度化を目指した。幹事所として液体圧力国際比較APMP.M.P-K7.1の実施から結果取り纏め、またAPMP.M.P-K8は幹事所として実施した2つの液体圧力国際比較の結果取り纏めとDraft Aレポート作成までを進めた。気体差圧標準のCMCがASNITE認定された。微差圧国際比較APMP.M.P-K5の最終報告を幹事所として取り纏めBIPMのKCDBに登録した。リーク標準の国際比較に参加し、持ち回り校正の機器の受け入れ手続きを進めた。1 GPa圧力域の国際比較を幹事所として実施した。分圧標準（1 μPa～

0.1 mPa 窒素、アルゴン、ヘリウム、水素) について依頼試験による標準供給を開始した。JCSS 認定制度に関する協力として、圧力分科会での委員会の取り纏め、認定審査への技術アドバイザーの派遣、技能試験への参照値の提供や報告書作成への協力、などを行った。また国際協力の一環として、タイの標準研究機関からの研修生の受入(圧力標準の設定)に対応した。NIMT 派遣スタッフへの技術指導などをおこなった。デジタル圧力計の特性試験及び校正方法 JIS 原案作成に協力した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】圧力標準、真空標準、重錘形圧力天びん、真空計、リーク標準、差圧標準、分圧標準

【テーマ題目9】質量計の試験検査(運営費交付金)

【研究代表者】根田 和朗

(化学計測科 質量計試験技術室長)

【研究担当者】福田 健一、藤本 安亮、高橋 豊  
(常勤職員4名)

【研究内容】

質量計に関する法定計量業務(基準適合性の評価:型式承認試験及び基準器検査)並びに非自動はかり及び質量計用ロードセルの OIML 勧告に従った性能評価試験を円滑に実施すると共に試験・検査の信頼性の確保を図った。

非自動はかりの品質管理を整備すると共に、非自動はかりの性能評価試験を円滑かつ効率的に行うためのモジュール試験(指示計およびロードセル)に関する技術開発を行い、品質管理も整備した。また、使用設備の整備及び ISO/IEC17025 に準拠した品質システムの整備を行った。さらに大型の非自動はかりに対応する検出器評価のためのロードセル試験装置の整備を進めている。

OIML 等が主催する国内外の会議、技術委員会への積極的参加及び海外研修に取り組み、常に WTO/TBT 協定に従い国際基準・規格に対応した技術基準の確保に努めた。JCSS 認定については、認定機関・産業界との連携のもと技術的な協力を行った。また、法定計量クラブはかり研究会を開催し、産業界との連携を図った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】法定計量、型式承認、OIML、基準器検査、天びん、分銅、NMIJ クラブ、法定計量クラブ

【テーマ題目10】音響標準の開発と供給(運営費交付金)

【研究代表者】菊池 恒男

(音響振動科 音響超音波標準研究室長)

【研究担当者】堀内 竜三、高橋 弘宜、藤森 威  
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

音響測定器の JCSS 等校正サービスについて、品質システムの継続的運用の下 jcss4件、基準器検査11件を実施する一方で、JCSS 登録申請事業者の審査4件を行った(新規2件、更新2件、うち1件は審査継続中)。国際的にはⅡ形標準マイクロホン・自由音場感度基幹比較 CCAUV.A-K4に参加し、不確かさの評価と仲介器の校正を行った。またアジア各国の国立標準研究所の技術レベル向上のため、音響標準の専門家としてピアレビュー2件を実施したほか、技術研修を行うなどの支援を行った。音響標準の校正周波数範囲拡大については、研究を着実に進めた。空中超音波領域(20 kHz 以上)に関しては、プリアンプの改良や空気振動の低減によって校正装置を高度化し、校正システムとして完成させ不確かさを評価した。超低周波領域(20 Hz 以下)に関しては、光学系の発振や音響的歪みの低減を図り校正装置を高度化した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】音圧レベル、標準マイクロホン、空中超音波、超低周波音

【テーマ題目11】超音波標準の開発と供給(運営費交付金)

【研究代表者】菊池 恒男

(音響振動科 音響超音波標準研究室長)

【研究担当者】松田 洋一、吉岡 正裕、内田 武吉  
(常勤職員4名)

【研究内容】

17年度に依頼試験を開始した超音波パワー標準の一次校正装置である、天秤法による超音波振動子出力校正装置の維持に努めた。また天秤法によるパワー校正範囲を 15 W まで拡張するため、超音波振動子、受圧板の最適化のための研究を完了した。更に天秤法で対応できない 20 W 以上の強力水中超音波パワー標準確立のため、水を発熱体とするカロリメトリ法の計測システムを試作し、20 W 以下で天秤法による測定値と一致すること、及び 30 W 以上までの測定が可能であること等を実証した。超音波音圧標準については、ハイドロホン感度の一次及び二次校正装置の維持に努め、年間20件以上の依頼試験を行った。更に医用診断で要求される 40 MHz までの周波数拡大に向けた音圧計測技術の研究を継続し、新しい音圧計測技術の妥当性を評価した。また、0.5 MHz ~ 20 MHz の周波数範囲におけるピーク負音圧、インテンシティ等の超音波音場パラメータ校正の依頼試験を開始した。次世代の強力水中超音波標準に必要な安定且つ堅牢な超音波計測用デバイスを開発するため、水熱合成法による PZT 薄膜作成装置を試作し、成膜及び膜質評価を開始した。また、キャビテーション発生量定量計測装置を試作し、計測技術開発を開始した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】超音波パワー、天秤法、カロリメトリ法、



超音波振動子、超音波音圧、ハイドロホン、超音波音場パラメタ、水熱合成法、キャピテーション

〔テーマ題目12〕 振動加速度標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 臼田 孝

（音響振動科 強度振動標準研究室長）

〔研究担当者〕 大田 明博、石神 民雄、野里 英明  
（常勤職員4名）

〔研究内容〕

振動測定は航空宇宙、自動車、建設、プラント、地震等、広範囲で行われ、その測定に用いられる振動加速度計はレーザ干渉計と加振器による校正装置により校正サービスが行われている。校正サービス供給済みの振動数領域（0.1 Hz～10 kHz）に関しては、ASNITE・NMI審査とピアレビューを受け、宣言した校正能力が認定された。また、校正サービスの中で依頼試験として供給していた振動数領域（0.1 Hz～2 Hz、5 kHz～10 kHz）に関して経済省計量標準部会に jcss 校正開始を申請し、承認された。校正サービスとして平成19年度は1件の jcss 校正を実施した。また、インドネシア及びタイの国家計量標準機関から派遣された職員に対して技術研修を行った。研究開発に関しては、振動校正の不確かさの低減、校正の自動化に向けた開発を継続的に行うと共に、振動式の校正では限界がある衝撃的な加速度領域（200～5000 m/s<sup>2</sup>）での校正装置を引き続き開発した。さらに、これらの成果を国際会議・展示会で報告した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 振動加速度、地震計、振動試験、レーザ干渉計

〔テーマ題目13〕 硬さ標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 臼田 孝

（音響振動科 強度振動標準研究室長）

〔研究担当者〕 高木 智史、服部 浩一郎、清野 豊、石田 一（常勤職員5名）

〔研究内容〕

硬さ試験は機械部品等の強度特性を簡便に評価できる工業試験法であり、鉄鋼・自動車・航空を始め、幅広い産業分野で利用されている。現在、硬さの国家標準としてロックウェル硬さとビッカース硬さを維持・供給しているが、平成19年度は校正サービスとしてロックウェル硬さに関して3件の jcss 校正を実施するとともに、認定事業者の審査2件を行った（継続中を含む）。これにより平成19年度末における硬さ区分の JCSS 校正事業者は8事業所になった。また、ビッカース圧子先端の微小領域における形状測定技術に関する研究、ナノインデンテーションにおけるゼロ点検出法に関する研究、および、ナ

ノインデンテーションによる次世代半導体デバイス層間絶縁膜の評価を研究し、国内学会誌および国際会議における報告を行った。さらに、ナノインデンテーションに関して、大学・企業と共同で実験を行い、荷重変位曲線の解析法を研究した。その成果は国内学会誌に共著論文として掲載されたほか、国際会議において報告された。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 金属材料、材料試験、ロックウェル硬さ、ビッカース硬さ、極微小硬さ、ナノインデンテーション

〔テーマ題目14〕 シャルピー衝撃値標準維持供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 臼田 孝

（音響振動科 強度振動標準研究室長）

〔研究担当者〕 山口 幸夫、高木 智史  
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

シャルピー衝撃試験は衝撃荷重に対する材料の破壊強度を測定する材料試験法として、産業界で広く用いられているものである。金属材料のシャルピー衝撃試験の標準は当研究室で維持されており、依頼試験を通じて産業界に供給されている。平成19年度も標準値維持のための比較測定を行い標準機3台の整合性確認を行った。また、JIS B7740基準試験機の依頼試験を1件実施した。さらにシャルピー衝撃値に関する品質システムの確立のため試験業務から校正業務への変更を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 衝撃値、シャルピー衝撃試験、吸収エネルギー、脆性、材料試験

〔テーマ題目15〕 抵抗温度計標準の維持供給及び高度化効率化（運営費交付金）

〔研究代表者〕 丹波 純

（温度湿度科 高温標準研究室長）

〔研究担当者〕 山澤 一彰、Januarius V. Widiatmo、佐藤 公一、原田 克彦、坂井 宗雄、安曾 清（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

供給中の抵抗温度計の温度範囲-40～420℃については特定副標準器、660℃アルミニウム点および962℃銀点においては特定二次標準器の校正を行った。水の三重点に対する同位体組成及び不純物の影響を考慮して不確かさ評価を行った。温度定点の不確かさ低減のため、インジウム点に対する不純物の影響を化学分析と熱測定とにより評価した。高温域における次世代温度目盛の開発のため、660℃～1085℃間の放射温度計と白金抵抗温度計の比較測定に着手した。校正業務効率化のための定点装置の整備を行った。JCSS 認定制度に協力し、技術アドバイザーの派遣を行った。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 標準、温度、抵抗温度計、温度定点、校正技術

〔テーマ題目16〕 熱電対標準の技術開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 丹波 純

（温度湿度科 高温標準研究室長）

〔研究担当者〕 井土 正也、小倉 秀樹、増山 茂治、黄 毅（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

熱電対校正用温度定点962℃銀点、1085℃銅点、1554℃パラジウム点において特定二次標準器の校正を行った。標準供給の効率化のため、パラジウム点炉へ熱電対上下駆動装置を設置した。次年度以降に標準供給開始を予定している、コバルト-炭素共晶点、パラジウム-炭素共晶点について、るつぼや周辺機器の整備を行った。フランス LNE との共同研究として、クロム-炭素包晶点などの作成と評価を行った。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 標準、温度、熱電対、共晶点、校正技術

〔テーマ題目17〕 低温度標準の開発・維持・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 田村 収

（温度湿度科 低温標準研究室長）

〔研究担当者〕 島崎 毅、中野 享、中川 久司、櫻井 弘久、鷹巣 幸子、豊田 恵嗣（常勤職員4名、他3名）

〔研究内容〕

カプセル型白金抵抗温度計の標準供給について24 K～273 K 及び30℃を継続し、14 K～24 K を開始した。ステム型白金抵抗温度計のアルゴン三重点（84 K）の標準供給を継続すると共に、その形態を依頼試験から jcss に変更した。カプセル型・ステム型合わせて2件の標準供給を行った。ロジウム鉄抵抗温度計領域（0.65 K～24 K）の標準供給開始を目指し、パルス管冷凍機とヘリウム3のジュール・トムソン膨張冷却回路を組み合わせた標準供給装置を製作し、基本動作特性の確認を行った。3 K～24 K でヘリウム3気体温度計を用いて、補間気体温度計による1990年国際温度目盛の実現と、ネオンの三重点（24 K）を参照点とする熱力学温度測定を同時に行ない両者の差を求めた。基幹比較 CCT-K1.1（0.65 K～24 K）を継続した。0.9 mK～1 K の暫定低温度目盛（PLTS-2000）を実現するため、第一段冷凍部である希釈冷凍機本体の組み立て作業を進め、希釈冷凍機運転用のガスハンドリングを設計・製作した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 1990年国際温度目盛、PLTS-2000、熱力学温度、白金抵抗温度計、気体温度計、

温度定点、ジュール・トムソン膨張

〔テーマ題目18〕 放射温度標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 石井 順太郎

（温度湿度科 放射温度標準研究室長）

〔研究担当者〕 佐久間 史洋、山田 善郎、笹嶋 尚彦、清水 祐公子、福崎 知子、金子 由香、馬 菜娜、皆広 潔美（常勤職員6名、他3名）

〔研究内容〕

高温域においては、面積効果の評価装置の改良を行い、レンジ評価の高度化、長期安定政評価に取り組みとともに、標準供給として、特定副標準器の定点黒体の校正及び、依頼試験、放射温度計の所内校正、科内校正を行った。中温域（100℃～420℃）においては、標準供給開始に必要な定点黒体炉および近放射温度計の高度化を図り、常温域においては、標準供給範囲の拡大（100℃～160℃）を図るとともに、品質システムに基づく標準供給体制の維持高度化を進めた。

これらの標準供給業務について、ASNITE 認定及び CIPM ピアレビューを完了した。JCSS 制度の運営に関し、技術アドバイザーによる支援等を行った。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 放射温度標準、標準供給、JCSS、依頼試験、標準放射温度計

〔テーマ題目19〕 金属-炭素共晶点による高温目盛の高度化（運営費交付金）

〔研究代表者〕 石井 順太郎

（温度湿度科 放射温度標準研究室長）

〔研究担当者〕 山田 善郎、笹嶋 尚彦、王 云芬（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

当部門は1999年に世界に先駆けて金属（炭化物）-炭素共晶を用いた1100℃以上の高温標準を提案し、実用化に取り組んできた。すでに供給中の2定点の高温定点について、品質システムを構築し、依頼試験による標準供給を実施するとともに、AS-NITE 認定および、CIPM ピアレビューの受審を完了した。これに加え新たに、3定点（Fe-C、Co-C、Pd-C 共晶点）の依頼試験による標準供給を開始した。新たに提案している金属炭化物-炭素包晶点技術について、高品質な定点セルの製作技術を開発し、性能評価を行うとともに、熔融-凝固のメカニズムを検討し、良好なプラト-実現の背景を解明した。国際的には国際度量衡委員会のものワーキンググループ活動として高温定点プロジェクトにおいて、6つのワークパッケージのうち2つのパイロットを担当し、計画の推進に貢献している。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 高温度標準、金属－炭素共晶、高温定点、不純物、放射温度計、熱電対

〔テーマ題目20〕 湿度標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 北野 寛  
（温度湿度科 湿度標準研究室長）

〔研究担当者〕 越智 信昭、丹羽 民夫  
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕  
湿度標準供給の範囲拡大の研究を進めている。低湿度の仲介標準器となる露点計を製作し、低露点の動作試験を進めている。100℃を超える高露点発生装置の前置飽和槽として、還流式バブリング装置を製作し、大気圧下での発生露点を鏡面冷却露点計を用いて評価した。湿度校正業務のピアレビューを受け、ASNITEの認定範囲を露点-70℃～+95℃に拡張した。校正業務は、18件。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 湿度、高湿度、低湿度、露点

〔テーマ題目21〕 微量水分領域の標準（運営費交付金）

〔研究代表者〕 北野 寛  
（温度湿度科 湿度標準研究室長）

〔研究担当者〕 阿部 恒（常勤職員2名）

〔研究内容〕  
半導体製造をはじめとする先端技術分野で必要とされる、気体中微量水分の標準発生技術の開発を進めている。校正作業の効率化を図り安定した標準供給体制を確立するために、拡散管方式の微量水分発生装置について、磁気吊下天秤測定と温度・圧力等の環境パラメータ測定、及びキャピティリングダウン分光測定（CRDS）を1つの測定システムに統合した。CRDS以外の微量水分測定装置について予備的な性能試験を行い、特性上の問題点を見出した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 微量水分、拡散管、低湿度

〔テーマ題目22〕 気体流量・気体流速標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 高本 正樹  
（流量計測科 気体流量標準研究室長）

〔研究担当者〕 石橋 雅裕、栗原 昇、森岡 敏博、船木 達也、櫻井 真佐江  
（常勤職員5名、他1名）

〔研究内容〕  
平成18年度に引き続き特定標準器による校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。また、技術アドバイザとして製品評価技術基盤機構が行う校正事業者の認定審査に参加した。

気体流量に関しては、APMP K6のパイロットラボと

して、基幹比較を実施中である。

気体流速に関しては、国際基幹比較 CCM/WGFF-K3のパイロットラボとして比較の報告書を完成した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 気体流量・気体流速標準

〔テーマ題目23〕 液体流量体積標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 寺尾 吉哉  
（流量計測科 液体流量標準研究室長）

〔研究担当者〕 古市 紀之、長島 豊  
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕  
平成18年度に引き続き特定標準器（液体流量校正設備）により0.3～3000 m<sup>3</sup>/hの範囲で校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。また、技術アドバイザとして製品評価技術基盤機構が行う校正事業者の認定審査に参加した。さらに、体積標準を維持し、アジア太平洋計量計画（APMP）の国際比較に参加した。さらに、液体小流量の標準整備を完了した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 液体流量標準、体積標準

〔テーマ題目24〕 石油流量標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 寺尾 吉哉  
（流量計測科 液体流量標準研究室長）

〔研究担当者〕 嶋田 隆司、土井原 良次、武田 一英、浦井 章（常勤職員3名、その他2名）

〔研究内容〕  
平成18年度に引き続き3～300 m<sup>3</sup>/hの範囲に対して、標準供給を継続した。また、石油中流量の標準を完了した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 石油流量標準

〔テーマ題目25〕 特定計量器の適合性評価に関する研究開発・試験検査（運営費交付金）

〔研究代表者〕 根本 一  
（流量計測科 流量計試験技術室長）

〔研究担当者〕 小谷野 康宏、島田 正樹、安藤 弘二、大谷 怜志、高橋 豊、武内 昭雄、飯島 紀子（常勤職員6名、他2名）

〔研究内容〕  
平成18年度に引き続いて型式承認試験及び基準器検査を実施し、これらの試験のための設備維持を行った。また、自動車等給油メーターの OIML 証明書を発行した。さらに、水道メーター及び体積タンクの品質システムを整備した。

〔分野名〕 標準・計測



〔キーワード〕 特定計量器の適合性評価

〔テーマ題目26〕 固体熱物性標準の整備（運営費交付金）

〔研究代表者〕 加藤 英幸  
（物性統計科 熱物性標準研究室長）

〔研究担当者〕 山田 修史、渡辺 博道、  
阿子島 めぐみ、八木 貴志、  
阿部 陽香、山下 雄一郎、馬場 哲也、  
新田 詠子（常勤職員8名、他1名）

〔研究内容〕

熱膨張率標準、熱拡散率標準、薄膜熱物性標準の供給業務を行いつつ、20 K-300 K の温度範囲で使用可能な、単結晶シリコン製の低温熱膨張率標準物質、熱拡散時間 10 ns-1  $\mu$ s 薄膜熱拡散率性標準に関する依頼試験、および断熱法による比熱容量の依頼試験の供給開始申請を行った。

光通電ハイブリッド・パルス加熱法による多重熱物性計測技術の高度化と測定データの蓄積を進めた。さらに超短パルス加熱微小領域薄膜熱物性計測システムを開発した。示差方式レーザフラッシュ法の評価と高速レーザフラッシュ法の開発を行いコーティング標準物質の評価を行った。周期加熱サーモリフレクタンス法の標準化を進めた。開発中の熱・光学特性計測システムの安定性の向上を図り、光学材料の評価を行った。レーザフラッシュ法を用いてカーボンナノチューブ等の熱拡散率測定を行った。（分野別重点課題-ナノ材料）断熱カロリメータ等に用いる極低温温度センサの利用技術の高度化を図った。

国際度量衡委員長諮問委員会（CCL）において2003年度から行っているゲージブロックの熱膨張率国際比較（CCL）の最終結果の取りまとめ（ドラフト B の作成と論文化）を行った。また国際度量衡委員会測温諮問委員会熱物性作業部会（CCT-WG9）において2006年度に着手した CCT-WG9 のレーザフラッシュ法による熱拡散率の国際比較を進めた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 固体熱物性標準

〔テーマ題目27〕 分散型熱物性データベースに関する研究（運営費交付金 RIO-DB）

〔研究代表者〕 馬場 哲也（物性統計科長）

〔研究担当者〕 山下 雄一郎、佐々木 緑、久住 陽子、  
Jahan Rumana Akther  
（常勤職員2名、他3名）

〔研究内容〕

科学技術を支える基盤情報である物質・材料の熱伝導率、熱拡散率、比熱容量、熱膨張率、放射率などの熱物性データを収録した「分散型熱物性データベースシステム」の開発を進め、インターネット公開している。

平成19年度は1. 分散型熱物性データベースマネジメントシステムの物性データの評価表示機能を改良するとともに伝熱シミュレーションソフトとの連携機能を強化した。また、日本熱物性学会および関連学協会などとの連携により、熱物性データの不確かさの評価を継続した。さらに、先端材料の実測熱物性データ、および文献に掲載された熱物性データを中心に2300件以上のデータをデータベースに登録した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 熱物性、データベース、分散型、インターネット、知的基盤

〔テーマ題目28〕 密度標準の開発と供給に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤井 賢一  
（物性統計科 流体標準研究室長）

〔研究担当者〕 竹中 正美、早稲田 篤、倉本 直樹、  
粥川 洋平、清水 忠雄、狩野 祐也  
（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

平成19年度は、シリコン固体密度の jcss 標準供給と密度標準液の技能試験参照値の提供を行った。PVT 性質については新しい測定原理に基づく磁気浮上式密度計を開発し産総研依頼試験制度による標準供給を開始するとともにその ISO 17025に基づく品質システム技術マニュアルを作成した。液体の屈折率標準については光波干渉式の屈折率計を開発し産総研依頼試験制度による標準供給を開始するとともに、製品評価技術基盤機構（NITE）が主催する JCSS 屈折率分科会の活動に協力し ISO 17025にもとづく技術的適用指針の策定を開始した。国際度量衡委員会に関連する活動としては、質量関連量諮問委員会（CCM）密度作業部会（WGD）における密度標準の MRA を加速させるための校正能力（CMC）評価方法などについて現状報告を行った。また、6月に開催された単位諮問委員会（CCU）において SI 基本単位の再定義方法について検討し、アボガドロ定数を決定するための国際プロジェクトについての現状報告を行った。CODATA 基礎定数タスクグループ（TG）の活動については基礎物理定数の2006年推奨値をまとめた TG の報告内容についての詳細な検討を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 密度標準、固体密度、シリコン結晶、密度標準液、PVT 性質、屈折率、国際比較

〔テーマ題目29〕 粘度標準の開発と供給に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤井 賢一  
（物性統計科 流体標準研究室長）

〔研究担当者〕 倉野 恭充、菜嶋 健司、藤田 佳孝、  
山本 泰之（常勤職員5名）

〔研究内容〕

平成19年度は、細管式粘度計による粘度標準液の依頼試験業務を継続するとともに、製品評価技術基盤機構（NITE）が主催する JCSS 粘度分科会の活動に協力し、JCSS 登録事業者による粘度標準供給を行うための技能試験を実施した。国際度量衡委員会（CIPM）の粘度基幹比較 CCM.V-K2（粘度標準液の国際比較）の報告内容（Draft A）について各参加国と協議した。非ニュートン流体のための粘度計測技術の開発を継続し、円筒落下法や MEMS を応用した粘度センサの開発に着手した。回転粘度計については不確かさの評価を継続するとともに、標準物質となる非ニュートン流体の特性評価などを行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 粘度標準、粘度標準液、細管粘度計、回転粘度計、国際比較、非ニュートン流体

〔テーマ題目30〕 原子質量標準の開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤井 賢一

（物性統計科 流体標準研究室長）

〔研究担当者〕 早稲田 篤、倉本 直樹、藤本 弘之  
（常勤職員4名）

〔研究内容〕

平成19年度は、アボガドロ国際プロジェクトの成果として5 kg の同位体濃縮シリコン結晶が得られた。X 線結晶密度法によるアボガドロ定数の測定精度を更に向上させるために、シリコン球の直径を測定する干渉計真空容器の改良を進め、アクティブな温度制御が可能な放射シールドを新たに開発し、真空中での温度制御精度を1 mK まで向上させた。オーストラリア NMI で開催されたアボガドロ国際プロジェクト運営委員会に出席し今後のアボガドロ定数の測定スケジュールについての詳細な打ち合わせを行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 アボガドロ定数、原子質量標準、キログラム再定義、固体密度、モル質量、格子定数、基礎物理定数、SI 基本単位の再定義

〔テーマ題目31〕 次世代粘度一次標準の開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤井 賢一

（物性統計科 流体標準研究室長）

〔研究担当者〕 倉野 恭充、藤田 佳孝、倉本 直樹、  
山本 泰之（常勤職員5名）

〔研究内容〕

落球法による液体粘度の絶対測定を行い、現在の粘度

の国際的基準となっている水の粘度の絶対値を見直し、次世代の粘度標準を確立することを目標とする。平成19年度は、CCD カメラと追尾システムによる落下速度の絶対測定システムの開発を継続した。画像処理システムを改良し、落下速度についての予備的な測定結果を得た。また、落球の質量（約10 mg）を精密計測するための校正システムを継続して開発した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 落球法、粘度の絶対測定、次世代粘度一次標準

〔テーマ題目32〕 不確かさ評価及び同等性確認における統計的問題の研究と技術支援（運営費交付金）

〔研究代表者〕 榎原 研正

（物性統計科 応用統計研究室長）

〔研究担当者〕 田中 秀幸、松岡 聡（常勤職員3名）

〔研究内容〕

回帰分析に伴う不確かさの評価において X 軸の不確かさが無視し得ない場合の評価方法を提案した他、分布の伝播則における入力量の分布として t 分布を選択することの妥当性を、期待される包含確率が実現されているかどうかの観点からモンテカルロ法により検討した。中上級者対象の2日間にわたる不確かさ講習会を開催した。さらに、不確かさクラブにおける不確かさ評価事例研究会において事例の集積を行った。産総研内外での不確かさ評価の技術相談と、計量士向け講習会や ISO17025 審査員向け講習会などでの不確かさ講義や Web 上での不確かさ教材などの技術情報提供を通じた普及啓蒙活動を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 不確かさ評価、モンテカルロ法、分布の伝播、t 分布、回帰分析

〔テーマ題目33〕 粒径標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 榎原 研正

（物性統計科 応用統計研究室長）

〔研究担当者〕 高畑 圭二、坂口 孝幸、櫻井 博  
（常勤職員4名）

〔研究内容〕

計数ミリカン法による粒径絶対測定において、上下反転可能なミリカンをを用いて、電極表面の仕事関数が測定結果にもたらす影響を500 nm 粒子について評価した結果、無視し得る大きさであることを確認した。ただし粒子残存率の測定のばらつきのため、上下電極面の仕事関数の差を10 mV のオーダーで決定することは困難であり、より小さな粒子についての仕事関数の影響については500 nm よりも小さな粒子を用いた実験が必要であることがわかった。電気移動度分析を利用した粒径相対

測定方法において、カニンガムのすべり係数の違いが不確かさに与える効果を評価し、これに基づいて100 nm - 30 nm 領域での粒径依頼校正の技術マニュアルを整備した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 粒径標準、計数ミリカン法、仕事関数、カニンガム補正、電気移動度分析

〔テーマ題目34〕 実用電気標準の開発、供給と研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 中村 安宏

（電磁気計測科 電気標準第1研究室長）

〔研究担当者〕 西中 英文、岩佐 章夫、藤木 弘之、山田 達司、坂本 憲彦、昆 盛太郎、小野 欽子、村山 泰、木藤 量隆  
（常勤職員7名、他3名）

〔研究内容〕

(1) 直流電圧標準

直流電圧標準について、6件の特定二次標準器等の校正を行った。また、次世代の電圧標準として、プログラマブルジョセフソン電圧標準について研究開発を行った。プログラマブルジョセフソン電圧標準については、校正システムをほぼ完了し、プレス発表によって研究成果を公表した。

(2) 誘導分圧器標準、変流器標準、高調波電圧電流標準、交流シャント標準

誘導分圧器標準について、4件の特定二次標準器等の校正、変流器標準について1件の依頼試験を行った。また、次年度以降の供給範囲の拡大に向け、誘導分圧器標準の研究開発を進めた。さらに、高調波電圧電流標準、交流シャント標準について新規に標準の立ち上げを目指し研究開発を開始した。

(3) AC/DC 標準

AC/DC 標準について、1件の特定副標準器の校正を行った。また、次年度以降の供給範囲の拡大に向け研究開発を進めた。さらに、次世代 AC/DC 標準として、薄膜型サーマルコンバータの研究開発を行い、プロトタイプの作製に成功した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 実用電気標準、直流電圧、誘導分圧器、変流器、交流電圧、交流電流

〔テーマ題目35〕 量子電気標準の開発、供給と研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 中村 安宏

（電磁気計測科 電気標準第2研究室長）

〔研究担当者〕 坂本 泰彦、福山 康弘、金子 晋久、浦野 千春、堂前 篤志、大江 武彦、中嶋 春菜（常勤職員7名、他1名）

〔研究内容〕

(1) 直流抵抗標準

直流抵抗標準について19件の特定二次標準器等の校正を行った。また、次年度以降の供給範囲の拡大に向け、研究開発を進めた。さらに、次世代量子ホール効果抵抗標準として、量子ホール抵抗アレイデバイスの作製、およびグラフェンに関する研究開発を行った。

(2) 交流抵抗標準、キャパシタンス標準

交流抵抗標準について1件、標準を立ち上げ、産業界への供給を開始した。また、キャパシタンス標準について3件の特定二次標準器の校正、交流抵抗標準について1件の特定二次標準器の校正を行った。さらに、次世代交流抵抗標準として交流量子ホール効果抵抗標準の研究開発を開始した。

(3) 交流ジョセフソン電圧標準

次世代交流ジョセフソン電圧標準として、パルス駆動ジョセフソン電圧標準について研究開発を進めた。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 量子電気標準、直流抵抗、キャパシタンス、量子ホール効果、ジョセフソン効果

〔テーマ題目36〕 高周波計測標準に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 小見山 耕司

（電磁気計測科 高周波標準研究室長）

〔研究担当者〕 島岡 一博、アントン・ウイダルタ、飯田 仁志、堀部 雅弘、木下 基、島田 洋蔵、井上 武海、信太 正明、猪野 欽也、江口 健一、吉本 礼子、見口 由紀、山村 恭平、川上 友暉、加藤 吉彦（常勤職員7名、他9名）

〔研究内容〕

新規の標準供給として、50 MHz・1 mW の絶対電力標準、10 MHz～33 GHz の PC-3.5型コネクタの同軸電力標準がある。拡張により範囲を広げた10 MHz～18 GHz の N、PC-7型コネクタと10 MHz～40 GHz の PC2.9型コネクタの固定減衰量（最大80 dB）標準と jcss 校正、10 MHz～18 GHz の可変減衰量標準校正の自動化による効率化、100 MHz～33 GHz の PC3.5型コネクタでの S-パラメータ標準と jcss 校正がある。次年度以降の標準供給計画には、これまで未着手であった10 MHz 以下の周波数範囲の標準供給があり、それらに対する段階的準備を実施した。60 MHz と5 GHz の減衰量 APMP 国際比較に参加し、測定と報告を完了した。N50型コネクタのインピーダンス国際比較のドラフト A とドラフト B の作成に参加した。英国標準研究所との2国間比較によりインピーダンス標準器の国際比較を実施した。この試みは世界初である。高周波クラブを2回開催し、計測技術の普及のために電力計校正方法と



ネットワークアナライザ（VNA）の取り扱い方法について講演し、外部講師を招聘して VNA の機能に関する講演を行った。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 高周波、マイクロ波、ミリ波、標準

〔テーマ題目37〕 電磁界・アンテナ計測標準に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 島田 洋蔵

（電磁波計測科 電磁界標準研究室長）

〔研究担当者〕 廣瀬 雅信、森岡 健浩、黒川 悟、石居 正典、関川 晴子

（常勤職員5名、他1名）

〔研究内容〕

ダイポールアンテナについて1 GHz～2 GHz の周波数範囲における自由空間のアンテナ係数標準を新規に供給開始した。ループアンテナのアンテナ係数標準の供給範囲を拡張して直径13.3 cm のループアンテナに対応し、20 Hz～200 kHz の標準供給を追加したことにより、校正可能周波数範囲を20 Hz～30 MHz に拡張した。ホーンアンテナの利得について標準供給範囲拡張のため導波管プローブを用いた測定システムの開発を進めた。微小アンテナ（モノポールアンテナ）および広帯域アンテナ（バイコンカルアンテナ）のアンテナ係数標準の新規供給開始に向けて校正システムの開発を進めた。既に jcss 供給を行っているダイポールアンテナのオープンサイトにおける30 MHz～1 GHz のアンテナ係数標準では、ピアレビューと品質システムの継続審査を受け認定された。ホーンアンテナの利得標準に関しては26.5 GHz、33 GHz、40 GHz の周波数で KRISS（韓国標準研）との二国間比較を実施した。電磁界クラブ活動としてアンテナ計測技術普及のための講演会ならびに見学会を実施した。新しいアンテナ計測技術として光電界センサを用いた測定システムの研究開発を推進した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 電磁界、アンテナ

〔テーマ題目38〕 レーザ標準に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 遠藤 道幸

（光放射計測科 レーザ標準研究室長）

〔研究担当者〕 向井 誠二、福田 大治、雨宮 邦招、沼田 孝之（常勤職員5名）

〔研究内容〕

50 μW～200 mW レベルのレーザパワーについては JCSS 特定二次標準器の校正を4件、依頼試験の校正を3件、0 dBm を基準レベルとした光減衰量については JCSS 特定二次標準器の校正を2件、依頼試験の校正を1件、光ファイバパワー（1.55 μm）については依頼試験の校正1件をそれぞれ実施した。光減衰量（1.55 μm）

の供給範囲を3 dB～30 dB に拡張すると共に、光減衰量（1.31 μm）を新規に追加し、JCSS 校正、依頼試験の供給範囲を拡大。レーザエネルギー（1.06 μm）の供給範囲を1 mJ～100 mJ に拡大すると共に、光ファイバパワー（850 nm）を追加し、依頼試験の供給範囲を拡大した。また、光減衰量（1.31 μm）、レーザエネルギー（1.06 μm、1～100 mJ）の品質システムを構築した。光ファイバ減衰量（二国間比較）の国際比較を実施し、レポートを提出した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 レーザパワー、光ファイバ

〔テーマ題目39〕 光放射標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 齊藤 一朗

（光放射計測科 光放射標準研究室長）

〔研究担当者〕 齋藤 輝文、座間 達也、市野 善朗、薮 洋司、神門 賢二、木下 健一

（常勤職員7名）

〔研究内容〕

分光放射照度の特定副標準器の校正を4件、依頼試験での校正を3件実施した。分光応答度の JCSS 特定二次標準器の校正を5件、依頼試験での校正を16件実施した。分光拡散反射率の依頼試験を6件実施した。光度（LED）、全光束（LED）の依頼試験特殊による供給を開始した。分光放射輝度（160 nm～300 nm）、分光拡散反射率（830 nm～1600 nm）、放射測定用アパーチャ開口面積（～26 mm φ）の依頼試験による供給を開始した。分光応答度（140 nm～200 nm）、分光応答度（高精度：700 nm～950 nm）の範囲拡張を行った。全光束（APMP、2回目）、分光応答度（CCPR-PILOT）、極低温放射計（CCPR-S3：二国間比較）の国際比較を実施して、そのレポートを幹事研究所に提出した。光度（APMP）、分光応答度（APMP）の国際比較のプロトコルを作成した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 測光、光放射

〔テーマ題目40〕 線量標準の開発、設定、供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 齋藤 則生

（量子放射科 放射線標準研究室室長）

〔研究担当者〕 黒澤 忠弘、森下 雄一郎、加藤 昌弘、高田 信久、松本 健、能田 理恵子、今須 淳子  
（常勤職員4名、他4名）

〔研究内容〕

γ線標準に関して、γ線のエネルギースペクトルを詳細に測定することに成功し、周辺線量当量の標準供給を開始した。また、水吸収線量のためのキャビティ電離箱

を製作した。X線標準に関して、マンモグラフィ X線診断用の線量標準を開発するために、Mo アノードの X線照射装置を新たに導入した。この導入と同時に、軟 X線標準の照射装置を新しく更新を行った。また、軟 X線空気カーマ標準に関して台湾との2国間比較を行った。さらに APMP の軟 X線空気カーマ標準の国際比較のプロトコルを作成し、2008年度からの国際比較の開始のための準備を行った。β線標準の jcss 化のために、技術的適用指針を作成し、品質システム構築のための技術マニュアルのドラフトを作成した。放射光軟 X線標準については、1-4 keV のエネルギー範囲の標準を確立した (181-187)。放射線線量計の校正に関して、jcss14件 (γ線10件、中硬 X線4件)、依頼試験36件 (γ線20件、X線12件、軟 X線1件、β線3件) 行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】線量標準、軟 X線、中硬 X線、γ線、β線、放射光

【テーマ題目41】放射能特定標準器群の維持・向上、および中性子標準の開発・供給 (運営費交付金)

【研究代表者】柚木 彰 (量子放射科 放射能中性子標準研究室長)

【研究担当者】原野 英樹、佐藤 泰、松本 哲郎、海野 泰裕、畑 寿起、森山 健太郎 (常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

- (1) 放射能標準に関しては、放射性ガス標準 (190-1) の立ち上げ、及び I-125密封小線源の線量標準 (188) の立ち上げに係わる作業を行った。国際比較としては、インド BARC と P-32放射能の2国間比較を実施し、Kr-85放射能に関する国際基幹比較 (CCRI (II)-K2. Kr-85) を実施中である。校正サービスについては、計量法に基づく特定二次標準器の校正1件、依頼試験4件を実施した。
- (2) 中性子標準に関しては、中性子エネルギー8.0 MeV の速中性子フルエンス標準 (199) を立ち上げた。特に、産業界からの強い要請を受け、当初予定していなかった中性子個人線量当量標準と中性子周辺線量当量標準 (201-1及び201-2) を急遽立ち上げた。さらに中性子エネルギー144 keV、565 keV、5 MeV、14.8 MeV の速中性子フルエンス標準 (197) の jcss 化を実施した。校正サービスについては、依頼試験13件を実施した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】放射能、特定二次標準器、速中性子フルエンス、中性子線量当量、国際比較

【テーマ題目42】無機標準物質に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】日置 昭治

(無機分析科 無機標準研究室長)

【研究担当者】野々瀬 菜穂子、三浦 勉、鈴木 俊宏、大畑 昌輝、加藤 千香子、山内 喜通、西 緑、桜井 文子、小口 昌枝、児玉 弘美、城所 敏浩、倉橋 正保 (常勤職員6名、他7名)

【研究内容】

平成19年度には、7種類の金属標準液を認証標準物質とするとともに、Au、Si、Ge の各標準液の開発のために原料物質の純度決定および各標準液の調製法および濃度測定法の開発を継続し、さらに、Zr 標準液の開発に着手した。また、欧州 RoHS 指令の規制に対応した重金属分析用プラスチック標準物質の開発を継続し、PP 樹脂1種類のペレットについて同位体希釈質量分析法等による値付けを行い、認証標準物質として供給を開始した。他部門の研究グループとも協力して窒化けい素微粉末標準物質の開発を継続し、新たに認証標準物質2種類の供給を開始した。複数の CCQM 国際比較に参加し、ファイナセラムックスのパイロット研究と基幹比較の幹事ラボを務めた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】無機標準物質

【テーマ題目43】pH および電気伝導度の標準確立 (運営費交付金)

【研究代表者】日置 昭治

(無機分析科 無機標準研究室長)

【研究担当者】大畑 昌輝、イゴール・マクシモフ、小口 昌枝 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

Harned セル法による pH 測定システムの改良を引き続き進めた。このシステムを用いて6種類の pH 緩衝液に対しての保存安定性の測定を継続している。4種類を認証標準物質として完成させた。関連の CCQM 国際比較に参加し、しゅう酸塩緩衝液に関して良好な結果が得られた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】pH 標準

【テーマ題目44】環境分析用組成標準物質および微量分析技術に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】千葉 光一

(無機分析科 環境標準研究室長)

【研究担当者】黒岩 貴芳、稲垣 和三、成川 知弘、朱 彦北、成島 いずみ、神保 康二郎、Stewart Dods (常勤職員5名、他3名)

【研究内容】

平成19年度は、微量元素分析用白米標準物質2種 (カ

ドミウム濃度レベル高濃度、低濃度)の開発を終了した。さらには、当該試料を用いた全国技能試験を食品総合研究所等と共同で実施した。これらの標準物質は、一次標準測定法である同位体希釈 ICP 質量分析法を中心として高分解能 ICP 質量分析、ICP 発光分析法、電気加熱原子吸光分析法などの複数の分析法により値付けを実施して、トレーサビリティと国際整合性が確保された標準物質として供給している。また、分析手法の高度化として、高精度、高感度な新規分析手法の開発を行っており、化学形態別分析手法の開発、極微量での高感度分析手法や高精度分析のためのマトリックス除去法の開発を行っており、今後の標準物質開発に応用していく。一方、国際的な標準化の活動の一環として CCQM 国際比較に参加し、牛肝臓中の必須及び毒性元素分析 (CCQM-K49) および大豆中の微量元素分析 (CCQM-K56) では良好な結果を示すとともに、メカジキ魚肉粉末中のヒ素、水銀、セレン、メチル水銀分析 (CCQM-K43.1) 基幹比較とメカジキ中のヒ素、アルセノベタイン分析 (CCQM-P96) パイロット研究の幹事ラボを務めている。CCQM-P96は APMP 国際比較の APMP-QM-P11パイロット研究としても同時進行している。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 環境分析用組成標準物質

【テーマ題目45】 有機化学標準の開発・供給 (運営費交付金)

【研究代表者】 加藤 健次

(有機分析科 有機標準第1研究室長)

【研究担当者】 渡邊 卓朗、清水 由隆、松本 信洋、  
下坂 琢哉、北牧 祐子、青木 伸行、  
山崎 太一、堀本 能之、大手 洋子、  
鮑 新努、野口 文子、菅井 祐子  
(常勤職員8名、他5名)

【研究内容】

3種の標準ガス (高純度一酸化炭素、高純度酸素 (第2ロット)、四フッ化メタン+六フッ化エタン標準ガス (高濃度))、2種の高純度有機標準液 (*cis*-1, 2-ジクロロエチレン、1, 4-ジクロロベンゼン) の開発を行った。また、高純度メタンの期限延長を行なった。新規標準物質に対しては、ISO ガイド34に基づく品質システム整備等を進め、生産手順、分析手順等に関する手順書などの作成・登録を行った。また、国際比較3件 (CCQM-K52、CCQM-K53、CCQM-P20f) に参加するとともに、来年度幹事所として行う予定の国際比較提案とその準備を行った。この他、すでに技術開発を終えている JCSS 標準ガス、標準液について基準物質の安定性試験を行った。また、今後開発予定の、ステロイド類、およびアセトアルデヒド等について、純度分析法の検討、設備の整備を行った。研究開発では、ガス中微量水分分析法、多成分一斉定量法、高感度ガス分析法、凝固点降下法によ

る純度測定についての高度化を行った。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 標準ガス、高純度物質、有機標準液

【テーマ題目46】 有機標準液の開発・供給に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】 鎗田 孝

(有機分析科 有機標準第2研究室長)

【研究担当者】 石川 啓一郎、羽成 修康、  
樋口 勝彦、大塚 聡子、岩澤 良子、  
藤木 直美 (常勤職員3名、他4名)

【研究内容】

有機標準液1種 ( $p,p'$ -DDT、 $p,p'$ -DDE、 $p,p'$ -DDD、 $\gamma$ -HCH 混合標準液) と高純度有機標準物質4種 (4-*n*-ヘプチルフェノール、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル、フタル酸ジ-*n*-ブチル及びフタル酸ジシクロヘキシル) を開発した。また、その値付け分析法として、各認証成分の化学特性に応じた精確な濃度・純度評価技術を検討した。その結果、 $p,p'$ -DDT、 $p,p'$ -DDE、 $p,p'$ -DDD、 $\gamma$ -HCH 混合標準液については凝固点降下法や高速液体クロマトグラフィーによる校正を、4-*n*-ヘプチルフェノールについては凝固点降下法を、フタル酸エステル類についてはクロマトグラフィー等を利用した差数法を、各々適用した値付け分析法を確立した。さらに、関連する品質システムを整備した。また、来年度以降に開発完了予定の農薬標準物質等について純度評価法を検討するとともに、既存の標準物質や JCSS 基準物質の安定性試験を継続して行った。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 有機標準液、高純度有機標準物質

【テーマ題目47】 環境分析用組成型有機標準物質に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】 鎗田 孝

(有機分析科 有機標準第2研究室長)

【研究担当者】 沼田 雅彦、伊藤 信靖、大竹 貴光、  
青柳 嘉枝、松尾 真由美、藤木 直美  
(常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

底質中多環芳香族炭化水素類 (PAH) の分析精度管理に用いるための組成型標準物質を開発した。また、そのために、ガスクロマトグラフィー/質量分析法や液体クロマトグラフィー/質量分析法による同位体希釈質量分析法と、加圧液体抽出法等の高効率な抽出法とを組み合わせ、精確な値付け分析法を確立した。さらに、同標準物質に関連する CCQM 基幹比較に参加し、他の計量標準機関と同等のデータを報告した。一方、来年度以降に開発完了予定の有機汚染物質分析用魚粉末標準物質等について、値付けに適用可能な精確な分析法を検討した。

【分 野 名】 標準・計測



〔キーワード〕 組成型標準物質、環境標準物質、基幹比較

〔テーマ題目48〕 バイオメディカル計測標準の先導開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 高津 章子（有機分析科 バイオメディカル標準研究室長）

〔研究担当者〕 加藤 尚志、加藤 愛、絹見 朋也、藤井 紳一郎、川口 研、恵山 栄、佐伯 美佳、高瀬 和江（常勤職員6名、他3名）

〔研究内容〕

臨床検査医学分野の計測のトレーサビリティを確保することによる臨床検査結果の互換性や国際整合性の向上に資するため、計量学的トレーサビリティ上位の標準物質開発を行うことを目標に、生体成分を高精度かつ高感度に測定する分析手法開発を中心に研究を進めた。臨床検査における腎機能指標である尿素について、濃度測定の基準となる純物質系認証標準物質の開発を行った。候補標準物質として精製した尿素を用い、窒素分析と中和滴定による純度測定および各種不純物の定性定量結果を基に純度の認証値を決定した。また、血清中の微量ステロイドホルモンやアミノ酸分析に基づくペプチドの高精度な定量を目指して、ガスクロマトグラフ質量分析法または液体クロマトグラフ質量分析法を用いたステロイド化合物やアミノ酸の同位体希釈質量分析法の確立を行った。これらの方法を用いて、国際度量衡委員会物質質量諮問委員会の血清中ステロイドホルモンおよびペプチド定量の国際比較に参加した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 標準物質、臨床検査医学、トレーサビリティ

〔テーマ題目49〕 次世代 DNA 定量法の開発と標準化（運営費交付金）

〔研究代表者〕 高津 章子（有機分析科 バイオメディカル標準研究室長）

〔研究担当者〕 藤井 紳一郎、絹見 朋也、川原崎 守（併任）（常勤職員4名）

〔研究内容〕

バイオアナリシス分野の計測のトレーサビリティを確保することによる同分野の発展のため、計量学的トレーサビリティ上位の標準物質開発を行うことを目標に、核酸を高精度かつ高感度に測定する分析手法開発を中心に研究を進めた。DNA 定量法として酵素消化・キャピラリー電気泳動法を確立し、オリゴ DNA について有用であることを確認した。また、国際度量衡委員会物質質量諮問委員会の DNA メチル化測定の国際比較に参加するとともに、PCR による DNA 定量についての議論に参加した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 標準物質、バイオアナリシス

〔テーマ題目50〕 薄膜・超格子標準物質の開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤本 俊幸

（先端材料科 材料評価研究室長）

〔研究担当者〕 寺内 信哉、張 ルウルウ、小島 勇夫、内田 みどり（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

X 線反射率法による精密評価技術について継続している基礎研究を継続し、深さ方向における組成変化識別能についてモデル試料を用いて検証した。結果として X 線反射率法では1 nm 以下の組成変遷も識別できることを確認した。また、高誘電体（HIGH- $\epsilon$ ）薄膜標準物質開発に向け、ハフニウム系酸化物の界面構造について検討し、加熱雰囲気における酸素濃度により基板シリコンからの原子拡散が制御できることを見いだした。更に、APEC および VAMAS の枠組みで行われた膜厚評価の国際比較に参加した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 表面分析、薄膜計測

〔テーマ題目51〕 マイクロビームによる材料局所分析と標準物質開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 藤本 俊幸

（先端材料科 材料評価研究室長）

〔研究担当者〕 寺内 信哉、張 ルウルウ、Zou Zhimin（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

ミクロ偏析の少ない鉄合金作製技術を基に EPMA 分析用認証標準物質の開発を継続した。平成20年度認証に向け、パーマロイ系、および高ニッケル合金の候補物質を作製し、その組成値の決定、および含有不純物の定性を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 マイクロビーム、材料局所分析

〔テーマ題目52〕 光電子分光および X 線吸収分光による材料評価技術の開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 松林 信行（先端材料科 材料評価研究室 主任研究員）

〔研究担当者〕 城 昌利、福本 夏生、今村 元泰（常勤職員4名）

〔研究内容〕

ナノ計測基盤技術の推進の支援および将来の標準開発に向けて、光電子分光および X 線吸収分光の基本技術の研究を行った。薄膜の新しい面密度定量分析手法として X 線吸収分光スペクトルを透過法により測定し、質

量吸収係数の吸収端ジャンプを高精度で決定する測定および解析手法の開発を行った。金標準溶液を用いて金のL3吸収端の吸収端ジャンプ係数を決定し、これをガラス基板上の金のナノ薄膜に応用し、1-50 nm の金薄膜の面密度定量に成功した。この結果をナノ計測基盤技術プロジェクト推進に反映させた。また、外部機関との共同研究を進め、触媒等の化学機能材料の放射光を用いたX線吸収分光およびX線光電子分光法による解析を行った。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 表面分析、放射光、定量分析

〔テーマ題目53〕 材料分析標準の研究、開発、維持(運営費交付金)

〔研究代表者〕 小林 慶規

(先端材料科 材料分析研究室長)

〔研究担当者〕 富樫 寿、平田 浩一、伊藤 賢志、高塚 登志子(常勤職員5名)

〔研究内容〕

世界初の超微細空孔測定用の標準物質「陽電子寿命による超微細空孔測定用石英ガラス」(CRM5601-a)の供給を開始するとともに、次期空孔測定用高分子標準物質の開発に着手した。イオン注入標準物質の開発のため、中性子放射化分析によりシリコン中イオン注入ヒ素の定量分析を行い、不確かさ評価および不確かさ低減のために測定・解析方法の最適化を行った。マトリックス支援レーザー脱離イオン化質量分析において安定なスペクトルを得るためにレーザー励起された基板から生ずるイオンを利用する方法を考案した。さらに、クラスターイオン衝撃 SIMS の表面汚染物質分析への有用性を明らかにした。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 材料分析、イオン注入標準物質、微細空孔標準物質、質量分析

〔テーマ題目54〕 新しい微粒子分級技術の開発(運営費交付金)

〔研究代表者〕 小林 慶規

(先端材料科 材料分析研究室長)

〔研究担当者〕 川原 順一(常勤職員2名)

〔研究内容〕

沈降速度型装置を用いて時間的に完全連続処理を行う場合において、分離流路の壁際問題、あるいは試料中に粒径が大き過ぎる成分が含まれていた場合に分離流路途中で沈積してしまう問題、などに対する対策を講じた。また、光散乱法を用いた微粒子径絶対計測法の信頼性向上を行った。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 微粒子粒径標準物質、遠心分離、沈降速度法、時間的完全連続処理、光子相関

法

〔テーマ題目55〕 高分子標準物質の開発供給(運営費交付金)

〔研究代表者〕 衣笠 晋一

(先端材料科 高分子標準研究室長)

〔研究担当者〕 齋藤 剛、松山 重倫、高橋 かより、加藤 晴久、岸根 加奈、小見波 好子(常勤職員5名、他2名)

〔研究内容〕

高分子関連標準物質の研究開発については、(1)臭素系難燃剤含有ポリスチレン(高濃度)1種を開発したこと、(2)定量 NMR 候補標準物質原料の合成法を検討したこと、および(3)粒径分布標準物質の原料を設計、入手したこと、が挙げられる。高分子特性解析技術の基盤研究と標準サービスにおいては、(1)サイズ排除クロマトグラフィー/多角度光散乱検出器法の規格案が ISO の新規提案として認められたこと、(2)MALDI-TOFMS の国内共同測定を実施し公開したこと、(3)超臨界流体クロマトグラフィーの検出器感度評価を行い論文化したこと、などが挙げられる。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 高分子標準、微粒子標準、添加剤、NMR、MALDI-TOFMS

〔テーマ題目56〕 有機化合物のスペクトルデータベースシステム(SDBS)の整備と高度利用化(運営費交付金)

〔研究代表者〕 齋藤 剛(先端材料科 高分子標準研究室 主任研究員)

〔研究担当者〕 衣笠 晋一、前田 恒昭、滝澤 祐子、和佐田 宣英、浅井 こずえ、鍋島 真美(常勤職員3名、他4名)

〔研究内容〕

劇物等の危険物質を中心に、新規化合物223件、質量分析スペクトル524件、H-1 NMR スペクトル229件、C-13 NMR スペクトル227件、赤外分光スペクトル522件をインターネットで新規に公開した。ユーザーニーズへの対応を行った他、外部機関と化合物辞書の共有化を図りアクセスの利便性を向上した。構造式検索及び IR ピーク検索機能のプロトタイプを作成し、評価を開始した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 有機化合物のスペクトルデータベース、質量分析スペクトル、赤外分光スペクトル、NMR スペクトル、インターネット

〔テーマ題目57〕 「標準物質の開発・供給システムの研究」(運営費交付金)

〔研究代表者〕 小池 昌義

(標準物質システム科)

〔研究担当者〕井原 俊英、津越 敬寿、林坂 智美、  
飯島 由美子、三浦 亨、松本 文子  
(常勤職員3名、他4名)

## 〔研究内容〕

平成19年度は、環境及び食品分野の標準供給において、標準物質生産者の保有するトレーサビリティ上の最上位の標準の簡易分析法（最高精度ではなく、市場の求める不確かさに合わせた必要十分な精度）を開発した。技術的には、定量NMRを用い、物質毎の評価法と併せて基準となる物質とのモル比を測定する一次比率法を実際の対象物質に適用し、これまでにない迅速な値付け法を実証した。また、日本環境測定分析協会などが運営する技能試験の運営状況に関して調査した。標準物質の同等性に関する調査研究として、複数機関が出しているダイオキシン類標準物質等を例にして、その値付けを再確認し、同等性確認の方法を検討した。臨床検査分野では、メタボリックシンドローム健診関連の標準物質8項目に関して、トレーサビリティ・ソースとしての妥当性を評価する為の品質システムを策定し、実際の申請に適用した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕標準物質の開発・供給システム、トレーサビリティ

## 〔テーマ題目58〕特定計量器の基準適合性評価に関する業務(運営費交付金)

〔研究代表者〕上田 升三

(計量標準技術科 型式承認技術室長)

〔研究担当者〕木村 守男、西川 賢二、池上 裕雄、  
分領 信一(常勤職員5名)

## 〔研究内容〕

型式承認業務は、当科が担当するアネロイド型血圧計、体温計(抵抗、ガラス製)、環境計量器に当たる振動レベル計、濃度計(大気)及び濃度計(pH)等の特定計量器について、概ね70型式について国内法に規定する技術基準への適合性を評価し、型式の承認をするとともに、型式承認軽微変更届出約150件の審査業務を実施した。また、つくばで承認行為を実施する特定計量器の事前相談・審査約80件を処理した。これらは、計量標準総合センターの認証システム(ISO/IECガイド65)に則って、当科が実施する特定計量器の型式の承認に関わる認証システムに従って業務を実施しているものである。

その他、毎年のことではあるが、OIML(国際法定機関)の活動による、国際文書、勧告文書の発行に関する国内の各テーマごとの作業委員会に、室に係るテーマ等について構成員となりその役割も担っている。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕特定計量器の基準適合性評価

## 〔テーマ題目59〕法定計量業務及び計量標準供給業務

(運営費交付金)

〔研究代表者〕堀田 正美

(計量標準技術科 校正試験技術室長)

〔研究担当者〕田中 彰二、田中 洋、上田 雅司、  
戸田 邦彦、浜川 剛、井上 太、  
西川 一夫、矢野 省三

(常勤職員8名、他1名)

## 〔研究内容〕

当科が担当する基準器検査(特級基準分銅、長さ計、ガラス製温度計、圧力計、浮ひょう、ガラス製体積計)1489件及び計量器の型式承認試験(抵抗体温計、ガラス製体温計、機械式血圧計、電子血圧計)43件、比較検査(酒精度浮ひょう)53件、検定(バックマン温度計)5件及び依頼試験(ガラス製体積計)2件を実施した。また、浮ひょうの国際比較をマレーシア国立標準研究所と行った。比較結果は良好でEnは1未満であった。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕法定計量、計量標準供給

## 〔テーマ題目60〕長さゲージへの標準供給に関する研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕堀田 正美

(計量標準技術科 校正試験技術室長)

〔研究担当者〕浜川 剛(常勤職員2名)

## 〔研究内容〕

リングゲージ及びプラグゲージ校正について産業界が要求する0.1 μm以下の不確かさ実現のために不確かさ向上作業を進めた。依頼試験実績は1件であった。APMP内での国際基幹比較は次年度となり、それに変わるオーストラリア、台湾、日本の三か国間国際比較の準備を進めた。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕長さゲージ

## ②【地圏資源環境研究部門】

(Institute for Geo-Resources and Environment)

(存続期間：2001.4.1～)

研究部門長：矢野 雄策

副研究部門長：棚橋 学、駒井 武

主幹研究員：楠瀬 勤一郎

主幹研究員：石戸 恒雄

所在地：つくば中央第7、つくば西

人員：80名(77名)

経費：1,133,975千円(437,357千円)

## 概要：

現代社会の営みは、多くの天然資源の消費の上に成り立っている。しかし、20世紀後半からの我々人類の



生産及び消費活動の活発化は著しく、21世紀の近い将来においては天然資源の枯渇が現実的な問題になりつつある。また、化石燃料資源の大量消費による地球温暖化を始めとして、資源と環境の分野は密接に関連しており、それらの関係を見据えた対応が差し迫った課題となっている。このような状況を背景に、地圏資源環境研究部門は、持続発展可能な社会の構築に向けて、環境への負荷を最小化しつつ資源の開発や地圏の利用を行うための研究及び技術開発を行うことをミッションとする。

ミッション達成のための具体的な研究及び技術開発として、以下の課題に取り組む。

地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土有効利用の実現のため、1) 地圏流体挙動の解明による水資源等の環境保全及び地熱や鉱物資源探査技術の開発、2) 土壌汚染リスク評価手法の開発、3) 地層処分環境評価技術の開発を進める。4) CO<sub>2</sub>の削減とエネルギー自給率の向上を可能とするメタンハイドレート等天然ガス資源の調査と資源量評価、5) CO<sub>2</sub>地中貯留に関する地下モニタリング技術及び安全評価技術の開発を行う。6) 1)～5)に係わる地球科学情報に関する知的基盤情報の整備・提供を進める。19年度より新たに深部地質環境センターより地質特性研究グループ及び地下環境機能研究グループが合流し、7) 地層処分安全規制に資する研究を担当する。

これらの研究の推進にあたっては、独立行政法人の位置づけを十分に意識し、基礎研究、戦略基礎研究、応用研究、企業化研究とつながる研究発展の流れの中で、戦略基礎研究（第2種基礎研究）を中心に据え、我が国の経済産業が順調に推移するための資源及び環境分野における研究貢献を果たしていく。また、社会ニーズを把握しながら、重点研究課題とともに、資源の安定供給や地圏環境の保全に必要な萌芽的・基盤的研究にバランスよく取り組む。

#### 【重点研究課題】

- I. 地圏流体挙動の解明による環境保全及び地熱や鉱物資源探査技術の開発
- II. 土壌汚染リスク評価手法の開発
- III. 地層処分環境評価手法の開発
- IV. 低環境負荷天然ガス資源の調査・評価技術
- V. 二酸化炭素地中貯留システムの解明・評価と技術開発
- VI. 物質循環の視点に基づいた環境・資源に関する地質の調査・研究
- VII. 地層処分安全規制支援の研究

#### 外部資金

経済産業省 平成19年度京都メカニズム関連技術普及等事業「東南アジア及び東アジア地域の京都メカニズム適用可能性検証を目的とした二酸化炭素地中貯留ポテンシ

ヤル推定のための地質学的情報整備」

経済産業省 地下水の賦存量及び採取実態調査「平成19年度地下水の賦存量及び採取実態調査」

経済産業省資源エネルギー庁 平成19年度地層処分技術調査等委託費「地層処分共通技術調査：沿岸域塩淡水・断層評価技術高度化開発」

文部科学省 科学技術振興調整費（産学官共同研究の効果的な推進）「地圏環境インフォマティクスのシステム構築と全国展開」

経済産業省 平成19年度原子力試験研究委託費「放射性廃棄物地層処分における長期空洞安定性評価技術の研究」

経済産業省 平成19年度原子力試験研究委託費「地層処分場岩盤特性評価のための高分解能物理探査イメージング技術の研究」

経済産業省 平成19年度原子力試験研究委託費「断層内水理モデルの確立に関する実験的研究」

経済産業省 平成19年度原子力試験研究委託費「TRU廃棄物処理におけるヨウ素ガス固定化技術の開発と長期安定性に関する評価」

経済産業省産総研室 平成19年度試験研究調査委託費（公害防止等試験研究に係るもの）「都市環境騒音対策の最適選択手法と数値地図を活用した騒音場の簡易推計技術に関する研究」

経済産業省産総研室 平成19年度試験研究調査委託費（公害防止等試験研究に係るもの）「難透水性汚染地盤を対象とする音波一動電ハイブリッド原位置方式による汚染浄化技術の研究開発」

経済産業省産総研室 平成19年度試験研究調査委託費（環境技術開発等推進費に係るもの）「鉱物油等に起因する複合的な土壌汚染の環境リスク評価手法に関する研究」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 受託研究費「メタンハイドレートシステム構築に関わる浅層地質地化学研究および技術アドバイザー業務」

財団法人地球環境産業技術研究機構 受託研究費「高精度地中挙動予測手法の研究」

日本鉱業協会 受託研究費「坑内精密電気探査技術の研究」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B「天然黄鉄鉱を用いた残留性有機塩素化合物の解毒化」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B「陸上・海底堆積物における細胞外 DNA の分布とその重要性の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「重希土類元素およびインジウムの濃集機構と資源ポテンシャル評価の研究（基盤 A 海外）」

文部科学省 科学研究費補助金「自然浄化能を活用した有機塩素化合物汚染土壌の原位置修復（基盤 A）」

文部科学省 科学研究費補助金「水溶性天然ガス鉱床における微生物メタン生成のために利用される堆積有機物の解明（基盤 C）」

独立行政法人日本学術振興会 外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「中国大陸の斑岩銅鉱床の成因に関する研究」

財団法人日本鉱業振興会 平成19年度試験研究助成金「層状鉄マンガン鉱床の重希土類元素濃集プロセスの解明」

発 表：誌上発表166件、口頭発表326件、その他115件  
-----

#### 地下水研究グループ

（Groundwater Research Group）

研究グループ長：丸井 敦尚

（つくば中央第7）

概 要：

地球の水循環系を構成する地下水について、その流域規模での量・質・流れ・変動・温度分布等を明らかにする調査研究を実施するとともに、地下水の開発・利用・管理・環境改善に関わる評価手法の開発やモデリングの高度化を行う。また、地下水を主題とする知的基盤情報を水文環境図等により公開するほか、水文・地下温度場データベースを更新する。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 3、テーマ題目 6

#### 地圏環境評価研究グループ

（Geo-Analysis Research Group）

研究グループ長：駒井 武

（つくば西）

概 要：

土壌・堆積物・帯水層・貯留層などの多孔質媒体内の物理、化学、生物現象の把握とその制御に関する基礎研究をベースにして、土壌・地下水汚染等の環境問題を解決するための基盤技術やリスク評価手法の開発、及び研究成果の製品化を行う。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 4、テーマ題目

6

#### CO<sub>2</sub>地中貯留研究グループ

（CO<sub>2</sub> Geological Storage Research Group）

研究グループ長：當舎 利行

（つくば中央第7）

概 要：

環境に調和した地下の有効利用を促進するために必要な技術開発を行う。特に、地球温暖化対策としての二酸化炭素地中貯留に関わる技術の開発を行うとともに、高レベル放射性廃棄物地層処分や環境に負荷を与えない地下利用・資源開発のための技術、環境を保全し安全を評価する技術などについて研究を実施する。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 5、テーマ題目

6

#### 地圏環境システム研究グループ

（Geo-Environmental System Research Group）

研究グループ長：高倉 伸一

（つくば西）

概 要：

岩石・岩盤力学、物理探査、地圏流体シミュレーションなど主として物理学の実験およびフィールドワークの手法を用いて、地層処分安全研究、CO<sub>2</sub>地中貯留研究、地熱等資源研究、地下利用技術研究に取り組み、地圏環境との調和を考えた地下の有効利用および資源開発に必要な技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 3、テーマ題目

5、テーマ題目 6

#### 物理探査研究グループ

（Exploration Geophysics Research Group）

研究グループ長：内田 利弘

（つくば中央第7）

概 要：

地圏の利用や環境保全、資源開発等のための基盤技術として、各種物理探査手法の高度化と統合的解析手法の研究を行うとともに、地層処分等における岩盤評価、地下水環境・地質汚染等における浅部地質環境評価・監視、地熱・炭化水素資源探査などの分野へ物理探査法を適用し、対象に即した効果的な探査法の研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目

3、テーマ題目 5、テーマ題目 6

#### 地圏微生物研究グループ

(Geomicrobiology Research Group)

研究グループ長：坂田 将

(つくば中央第7)

概 要：

地圏における微生物の分布と多様性、機能、活性を評価することにより、元素の生物地球化学的循環に関する基盤的情報を提供するとともに、天然ガス等の資源開発、地圏の環境保全や利用に資する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4、テーマ題目6

#### 地圏化学研究グループ

(Resource Geochemistry Research Group)

研究グループ長：佐脇 貴幸

(つくば中央第7)

概 要：

地圏における化学物質・同位体の分布と挙動、特にメタン等有用物質の生成・集積プロセスに関する地球化学的解析を通じて、地球システムにおける物質循環に関する基盤的情報を提供するとともに、資源の開発、保安、環境保全に資する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4、テーマ題目6

#### 燃料資源地質研究グループ

(Fuel Resource Geology Research Group)

研究グループ長：棚橋 学

(つくば中央第7)

概 要：

メタンハイドレート等天然ガス資源を初めとする燃料地下資源の探査技術高度化を目指し、燃料資源探査法、燃料鉱床形成機構及び燃料資源ポテンシャル評価法の研究を行うとともに、我が国土及び周辺海域の3次元的地質調査情報に基づく燃料資源ポテンシャル把握の精度向上のための基盤的研究を進める。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目6

#### 地熱資源研究グループ

(Geothermal Resources Research Group)

研究グループ長：村岡 洋文

(つくば中央第7)

概 要：

中小地熱資源開発等、国内外の地熱資源の開発を目指して、地熱資源の分布、成因、探査、評価、モデル化、データベース化、利用技術、開発技術等に関わる総合的な研究業務を行う。また、これらの研究をベースに、地下空間利用や地圏環境問題等に関わる応用的な研究業務を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目6

#### 鉱物資源研究グループ

(Mineral Resources Research Group)

研究グループ長：渡辺 寧

(つくば中央第7)

概 要：

国民生活、日本の産業にとって不可欠な各種の鉱物資源、特に産業界からの要請の強い銅及びレアアース等の希少金属資源の探査手法の開発を行う。また鉱物資源に関する基礎的情報を提供するとともに、鉱物資源のポテンシャル評価を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目6

#### 地質特性研究グループ

(Integrated Geology Research Group)

研究グループ長：伊藤 一誠

(つくば中央第7)

概 要：

高レベル放射性廃棄物地層処分の安全規制に資するため、地質環境のベースラインと呼ばれる自然状態における地質環境、特に地下施設を建設する前の地質環境を把握するために必要な地質学的、水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

研究テーマ：テーマ題目7

#### 地下環境機能研究グループ

(Experimental Geoscience Research Group)

研究グループ長：竹野 直人

(つくば中央第7)

概 要：

高レベル放射性廃棄物地層処分の安全規制を支援する研究として、性能評価やセーフティケースに求められる地質学的知見を整備し、技術情報として提供し、社会の安全に役立てる。また、地質環境に備わる機能をさまざまな素材として利用する技術についても研究し、社会や産業の発展に役立てる。

研究テーマ：テーマ題目7

#### 〔テーマ題目1〕地圏流体挙動の解明による環境保全及び地熱や鉱物資源探査技術の開発

〔研究代表者〕棚橋 学（副研究部門長）

〔研究担当者〕丸井 敦尚、石井 武政、村岡 洋文、渡辺 寧ほか（常勤職員16名、他5名）

#### 〔研究内容〕

環境への負荷を最小にした国土の利用や資源開発を実現するために、地圏内部における地下水及び物質の流動や岩盤の性状をモニタリングすることが必要である。そのために、地圏内部の流体循環シミュレーション技術を開発し、これらの技術に基づき、地下水環境の解明、地熱貯留層における物質挙動の予測及び鉱物資源探査に関する技術を開発する。地下水研究においては、沿岸域に



における水文学的研究を実施し、広域地下水流動解析研究の検証を実施し、南関東平野における深部地下水調査を行い、広域地下水流動解析を実施した。筑紫平野においては、水文環境図を作成し、地域の地下水環境把握やその変化が可視化できるようにした。ヒートポンプを利用した地中熱利用に関する研究成果を公表した。CCOP活動を中心に国際貢献として各国の水関連法律の整理、地下水観測システムの構築方法論、大規模河川流域の地盤沈下対策研究などを展開した。地熱資源については、貯留層温度の推定に有効な地化学温度計の適用下限を明らかにするため、既存文献を収集し、地下温度と水質データを抽出して、その検討を開始し、小規模熱水変質帯解析手法の研究として、ESR法および類似手法を用いた過去の低温熱水活動の検出および温度推定の可能性について文献調査結果を取りまとめた。鉱物資源については、重希土類元素の濃集機構と資源ポテンシャル評価を行うために、重希土類元素の濃集が予想されるラオスでの地質調査・試料分析を行い、資源ポテンシャル評価を行った。南アフリカ共和国地質調査所および独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構とカラハリマングンフィールドでの希土類資源調査を共同で行うための研究協約を締結した。金属鉱化作用と探査手法の開発では、Ore & Orogenesis シンポジウム(米国ツーソン)で、菱刈金鉱床の鉱脈が流体による静岩圧下での破壊により形成された裂隙に天水が混入しない環境で形成されたとするモデルを提案した。

【分野名】地質

【キーワード】地下水資源環境、地熱資源、鉱物資源

#### 【テーマ題目2】土壤汚染リスク評価手法の開発

【研究代表者】駒井 武(副研究部門長)

【研究担当者】駒井 武、内田 利弘ほか

(常勤職員10名、他8名)

#### 【研究内容】

わが国の地圏環境における環境リスクを評価するための解析手法として、評価モデルの検討を行うとともに、日本国内の特定地域における土壤・地質環境の詳細調査を実施した。本年度は、土壤・地質詳細調査を行う中で、表層土壤、堆積物およびボーリング調査に基づく地質条件の調査およびサンプリングを行い、各種データを取得するとともに、暴露・リスクの評価を行った。また、リスク評価システムに使用する土壤・地質の基本データを整備したほか、採取した各種サンプルについて重金属成分および化学形態の分析を行い、自然的原因および人為起源による重金属汚染土壤の調査手法を確立した。評価モデルの検討では、わが国の地圏環境における環境リスクを評価するための詳細モデルのフレームワークおよび数値解析手法を開発し、必要なパラメータを集積した。本年度は流動解析モジュールを整備したほか、土壤への吸着係数や揮発係数などのパラメータを取得した。また、

前述した土壤・地質汚染基本調査や地化学詳細調査などに基づいて、土壤特性および地下水特性を解析することにより、詳細モデルに必要なデータベースを作成した。さらに、スクリーニングモデル(GERAS-1)およびサイトモデル(GERAS-2)に関して、地下水流動モジュールならびに土壤特性パラメータについてバージョンアップを行ったほか、英語バージョンを開発し公開した。バージョンアップを行ったリスク評価モデルについては、これまでに750件を超える事業所および自治体に配布し、実際の土壤汚染のリスク管理に適用している。

【分野名】環境・エネルギー、地質

【キーワード】土壤汚染、地下水汚染、リスク評価

#### 【テーマ題目3】地層処分環境評価手法の開発

【研究代表者】楠瀬 勤一郎(主幹研究員)

【研究担当者】丸井 敦尚、當舎 利行、内田 利弘、石戸 恒雄ほか

(常勤職員13名、他10名)

#### 【研究内容】

本研究では、特に沿岸域における調査評価技術を対象として、ボーリング調査や物理探査、並びに地下水等のデータベースや解析評価技術といった要素技術の高度化開発及びこれら技術の適切な組合せによる体系的適用試験を行い、塩淡境界及び断層評価を中心とした沿岸域の地質環境の総合評価手法を構築する。そのため、北海道幌延町において、日本原子力研究開発機構及び電力中央研究所と協調して沿岸域に関わる地層処分研究を実施した。産業技術総合研究所の当該課題に係る研究テーマは、地下水研究ならびに物理探査研究、データベース研究の3本である。平成19年度は本研究(5年計画)の開始初年度であった。地下水研究に関しては、先ず広域地下水流動解析を実施し、研究適地を選定した後に地下水観測・実験用の観測井掘削を開始した。物理探査研究では、沿岸域(地下水観測井掘削地点)周辺のTEM法調査を行い三次元的な比抵抗構造を把握した。同時に、沿岸から内陸に向かう測線を取りMT法・AMT法による地質構造調査を実施している。この結果、地下水流動解析及び物理探査計測の両面から塩淡境界面の位置と形状を推定することができた。データベース研究については沿岸域メタデータの収集、岩石データベース(計測参照用岩石データベースv2)のリリースを行った。

【分野名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】地圏流体、資源、環境

#### 【テーマ題目4】低環境負荷天然ガス資源の評価・開発

【研究代表者】棚橋 学(副研究部門長)

【研究担当者】駒井 武、坂田 将、松林 修ほか

(常勤職員16名、他5名)

#### 【研究内容】

メタンハイドレート資源の有効利用を目指し、日本近

海のメタンハイドレート分布の詳細調査と資源量の評価を行うため、基礎物理探査「南海トラフ」、基礎試験「東海沖～熊野灘」、カナダ沖 IODP 掘削試料のデータ解析、分析を進めている。IODP 航海311でカスカディア・マージンの2箇所から採取されたコア試料について、表層から深さ300 m の堆積物試料のメタン生成速度をラジオトレーサー法で評価した結果、全体的に水素+二酸化炭素からのメタン生成速度が酢酸からのメタン生成速度より大きく、また、表層よりもメタンハイドレートの分布している深度においてメタン生成速度が大きい場所があり、メタン生成活性が現在のメタンハイドレートの分布と密接に関連していることが推定された。長期恒温培養試験は、500日経過してもメタン生成が継続している試料があり、現在も実験を継続している。基礎試験「東海沖～熊野灘」の全層コア試料のメタン生成速度をラジオトレーサー法で評価した結果を解析した。熊野トラフおよび上越沖における地質調査に参加し、精密地形調査、音波探査、長期温度測定を行い、メタンハイドレート分布域の地質構造および地史とメタンハイドレート能集域の発達過程について考察した。

【分 野 名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】天然ガス、資源

#### 【テーマ題目5】二酸化炭素地中貯留システムの解明・評価と技術開発

【研究代表者】楠瀬 勤一郎（主幹研究員）

【研究担当者】當舎 利行、楠瀬 勤一郎、内田 利弘、石戸 恒雄、松林 修ほか  
（常勤職員30名、他5名）

#### 【研究内容】

大気中の CO<sub>2</sub>削減のため、大規模発生源に近い沿岸域において CO<sub>2</sub>を地下1,000 m 程度の深部に圧入する地中貯留技術が期待されている。そのため、地下に圧入された CO<sub>2</sub>の挙動を解明して、深部の帯水層の CO<sub>2</sub>貯留、貯留技術の開発、及び CO<sub>2</sub>の移動に対する帯水層の隔離性能評価に必要なモデリング技術を開発する。また、CO<sub>2</sub>を帯水層に圧入した際の環境影響評価のための CO<sub>2</sub>挙動に関するモニタリング技術を開発する。平成19年度は以下の研究を行った。

##### 1) 基礎的な岩石試験の研究

CO<sub>2</sub>圧入による堆積岩の力学特性の変化では、ベレア砂岩を試料として、想定深度600 m～1,000 m を想定した模擬環境下において、供試体孔隙を水で飽和させた水飽和試験片と超臨界 CO<sub>2</sub>を圧入した水・CO<sub>2</sub>飽和試験片を用いた三軸圧縮試験を実施し、力学的特性や破壊形態の変化を調べた。また、岩石の長期的変形を評価するクリープ試験では、深度800 m 程度の地下環境を模擬した90 %応力レベルの三軸クリープ試験をベレア砂岩を試料として実施し、水と超臨界 CO<sub>2</sub>が共存することによりクリープ変形特性にどのよ

うな影響があるかを調べた。岩石試験の研究では、炭層固定での適用を目指し石炭への CO<sub>2</sub>吸着実験を行っている。この実験では、CO<sub>2</sub>吸着に伴う石炭マトリックスの膨潤現象および N<sub>2</sub>ガス圧入による浸透率回復に着目し、それらの現象が石炭の力学特性に及ぼす影響を検討するために炭鉱から得られた石炭コアを用いた三軸圧縮試験を実施した。

##### 2) モニタリングのための地球物理学的観測

昨年度に引き続き北海道夕張市南部地区で行われている炭層への CO<sub>2</sub>圧入現場で、モニタリング技術開発のために自然電位観測と測地学的観測を実施した。

また、日本では未実施の大規模 CO<sub>2</sub>地中貯留実験に参加して経験の蓄積と測定方法の改良を図るため、2007年11月から米国ユタ州 Aneth Oil Field において自然電位モニタリングを開始した。

##### 3) シミュレーション技術

毛管圧の取り扱いについての機能拡張を実施した。汎用貯留層シミュレータ STAR および状態方程式 CO<sub>2</sub>SQS は気 (CO<sub>2</sub>)・液 (CO<sub>2</sub>)・液 (H<sub>2</sub>O) 三相ならびに超臨界 CO<sub>2</sub>を扱えるが、CO<sub>2</sub>相の毛管圧のヒステリシスを扱えるようシミュレータの機能を改良した。シール層の毛管圧特性は浸透率が比較的大きい場合に特に重要となるが、今年度は改良したシミュレータを用いてシール性能に対する毛管圧特性の影響を検討した。

【分 野 名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、地中貯留、環境

#### 【テーマ題目6】物質循環の視点に基づいた環境・資源に関する地質の調査・研究

【研究代表者】石戸 恒雄（主幹研究員）

【研究担当者】丸井 敦尚、石井 武政、駒井 武、當舎 利行、楠瀬 勤一郎、内田 利弘、坂田 将、棚橋 学、村岡 洋文、渡辺 寧ほか（常勤職員20名、他5名）

#### 【研究内容】

地圏・水圏における物質循環は自然環境や水資源に影響を与えると同時に、資源生成や汚染物質の循環・集積にも大きな役割を果たすことから、環境問題や資源問題を解決するため、地球規模の物質循環の解明が重要である。そのため、地下空間における水文環境や物質の集積メカニズムの解明を行う。さらに物質集積メカニズムの解明に基づき、土壌汚染、地熱資源、鉱物資源、燃料資源等に関する情報を整備し、データベースを作成する。平成19年度は、以下の研究を行った。

宮城県地域における地球化学情報および人体リスク解析結果を統合し、表層土壌評価基本図として完成、CDを出版し、西日本の代表地域として鳥取県を対象とした表層土壌、地下水、堆積物および露頭岩石に関する地質調査を実施した。

島弧系下のプレートの斜め沈み込みについて簡易数理モデルと数値シミュレータを開発し、近畿地方の非火山性高温温泉分布と関東地方の極低地熱分布に適用し、各々の異常の生成環境をモデル化した。温泉水質の利用性の向上を検討するために、温泉成分の挙動を酸性変質帯における土壌の発達過程の観点から調査した。

骨材資源評価に関する研究として北海道・東北地方各道県の砂利資源、採石資源の概要、生産量推移、分布、地域別の問題点をとりまとめ報告書として刊行した。東アジアの地質鉱物資源GISデータベースを完成させ、300万分の1鉱物資源図として出版し、地質調査総合センターのウェブサイトにも資源図説明書とともに掲載した。また中央アジアの地質編纂作業を終了し、300万分の1中央アジア地質図として出版した。日本国内の鉱物資源情報は20万分の1地質図幅「白河」、「長岡」、「山口」及び「見島」として地質調査総合センターから出版し、「中津」の情報収集を行った。

天然ガスの起源の解明のため、メタン生成古細菌の純粋培養と共生培養における水素同位体分別を測定し、環境因子（水素分圧）が微生物起源のメタンの水素同位体比に与える影響について考察し、また、茂原ガス田からメチル化合物を基質とするメタン生成古細菌を分離し同定し既知種と異なることを見いだした。南海トラフ前弧海盆域の熱構造、地質構造の検討を行い、燃料資源地質図の編集を進めた。

【分野名】地質

【キーワード】地質調査、知的基盤

#### 【テーマ題目7】地層処分安全規制支援の研究

【研究代表者】竹野 直人

(地下環境機能研究グループ長)

【研究担当者】竹野 直人、金井 豊、上岡 晃、

富島 康夫、鈴木 正哉、伊藤 一誠、

鈴木 庸平、石戸 恒雄、杉原 光彦、

西 祐司、高倉 伸一ほか

(常勤職員15名、他5名)

#### 【研究内容】

##### 1) 地質環境の隔離性能に関する研究

環境における放射性核種の分布と動態を探り、元素の地球化学サイクルに関する研究としてイオニウム法による海底泥の堆積年代測定（外部からの依頼）を行うことができ、大きな成果を得た。北関東地域のボーリングコアについて、深度155 m から321 m の様々な岩相から8試料を採取し、中性子放射化分析用試料を調製して日本原子力研究開発機構に中性子照射を依頼し、解析の準備を整えた。また、ネオジム同位体標準試料 JNdi-1を、同位体比測定を行っている7カ国の7研究機関に配布した。Goldsim の汚染物質に対する適応性について検討しその有効性を確認し、今後の具体的な物質、地質環境を用いたシミュレーションに

向けて検討した。イモゴライトおよび非晶質アルミニウムケイ酸塩の生成機構や分類に関する研究に加え、粘土に対する水蒸気吸着性能における吸着と収着を評価する測定法についても検討を行った。二酸化炭素の吸着測定を行い、これまで使用されているゼオライト13Xと比較し、大気圧以上での吸着量が2.5倍程度有するものを開発することができた。しかしながら素材の最適化の検討まで行うことができず、研究の迅速化も含め今後の向上が望まれた。

##### 2) 地質環境のベースライン特性に関する研究

栃木県那須烏山市内の350 m 掘削孔とその周辺をモデルフィールドとして、水理環境の変動把握に有効な物理探査手法の評価および多深度からの採水、分析を行った。当サイトでは、気温、雨量、風向・風速、湿度、気圧などの気象要素や表層付近の土壌温度および土壌水分の観測とともに、GPS 測位と自然電位の連続観測が行われている。また、比抵抗法探査および地中レーダ探査の繰り返し測定が実施されている。自然電位変動調査では、連続測定によって、降雨に伴う変化を検出した。また、コアサンプルを用いたゼータ電位の予備測定を行った。比抵抗法繰り返し測定は約1ヶ月ごとに実施した。気象要素・土壌水分・土壌温度の変化と比較した結果、比抵抗変化は水分変化と同等以上に温度変化の影響を受けることが確認された。また、電磁波速度から計算された体積含水率の変化は土壌水分の連続観測値と調和的であり、地中レーダから定量的に地下の水分変化を把握できることが示された。

地下水試料に対しては、化学、微生物分析を実施し、岩芯試料の間隙水との比較を行った結果、有意な差が生じることを示した。

【分野名】地質

【キーワード】地球化学サイクル、イオニウム法、標準試料、イモゴライト、吸着、多深度採水、微生物分析、物理探査、モニタリング、繰り返し測定、水理環境

#### ③【知能システム研究部門】

(Intelligent Systems Research Institute)

(存続期間：2001.4.1～)

研究部門長：平井 成興

副研究部門長：小森谷 清、比留川 博久

所在地：つくば中央第2、つくば東

人員：59名（57名）

経費：1,344,617千円（708,101千円）

概要：

1. ユニットの理念・目的



人間の行う様々な知的な運動や物理的操作を支援あるいは代行する、知能情報処理やロボティクス・メカトロニクスシステムに関わる技術を知能システム技術と位置づけ、その基礎原理、要素技術、システム化技術の研究開発を行い、かつその成果をさまざまな形で社会に普及させる努力を通じ、わが国産業社会の発展に貢献する。

## 2. ユニットの研究の方向性

研究の主力はいわゆるロボットであるが、形態的な意味でのロボットに拘ることなく、システムが知能化されることで新しい効果を生み出し、産業的な価値を生み出す技術に関わるものも重要な課題として取り組む。これは、そもそもロボットというものがきわめて融合的なシステムであってその実現に関わる体系は、機械技術、エレクトロニクス、情報通信技術、人工知能技術をはじめ、場合によっては材料技術なども含み、その研究成果がさまざまなレベルで応用可能性を持っているからである。その際、研究課題が発散することのないように、きちんとした出口・応用をイメージし、使える技術を意識した設定で展開することが重要であることは言うまでもない。また、市場創生の観点からは、将来の応用・市場を想定した先行用途の知恵出し、プロトタイプシステムの提示も重要な役割で、そのような成果もまた目標に含めるものとする。

### 外部資金

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「人との対話に基づくロボットの逐次的行動ネットワーク構成法」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「ロボット飛行体の力学的安定化と知能制御に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「ヒューマンエラーと向き合う次世代ロボットのためのリアルタイムの人間信頼性評価機能」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「視覚、触覚、行動の協調に基づくヒューマノイドによる行動環境の認識」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「ヒューマノイドによる物体搬送作業のための作業計画」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「フォール・トレラント人間型ロボットの研究：柔軟転倒及び転倒回復制御」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「ヒューマノイドによる全身を使った器用な物体の把持と操作の実

現」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「仮想環境での実演によるプログラム生成のための作業プリミティブ構成法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「足関節底背屈訓練装置における受動自由度の有効性に関する検討」

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「全身の触覚情報を触原色に基づき提示することの特徴とする人型ロボットの遠隔臨場制御」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「多自由度アクチュエータ」

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「センサネットワークノードを活用した広域実環境計測システム」

経済産業省 原子力試験研究費「原子力ロボットの実環境技能蓄積技術に関する研究」

文部科学省 科学技術振興調整費「(科)環境と作業構造のユニバーサルデザイン」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術連携施策群の効果的・効率的な推進「(科)分散コンポーネント型ロボットシュミレータ」

経済産業省研究開発課 戦略的技術開発委託費「平成19年度戦略的技術開発委託費（次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト＜ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発＞に係るもの）」

経済産業省研究開発課 戦略的技術開発委託費「平成19年度戦略的技術開発委託費（次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト＜作業知能（社会・生活分野）の開発のうち、施設内生活支援ロボット知能の研究開発＞に係るもの）」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「運動制御用デバイス及びモジュールの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代ロボット共通基盤開発プロジェクト/音声認識用デバイス及びモジュールの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「人間支援型ロボット実用化基盤技術開発/介護動作支援ロ

ボット及び実用化技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、ロボット搬送システム（サービスロボット分野）、店舗応用を旨としたロボット搬送システムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、人間・ロボット協調型セル生産組立システム（次世代産業用ロボット分野）、コンパクトハンドリングシステムを備えた安全な上体ヒューマノイド」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、建設系産業廃棄物処理 RT システム（特殊環境用ロボット分野）、廃材分別を考慮した環境対応型解体作業支援ロボットの研究開発」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業科学研究費補助金・特別研究員奨励費「人間型ロボットの行動記述手法の研究」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業科学研究費補助金・特別研究員奨励費「人間型ロボットのための人のような滑らかな動作計画法」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業科学研究費補助金・特別研究員奨励費「回転する金型に金属板を押し付けて形成するスピニング加工をロボットにより行う際に、発生する振動を抑制する制御を研究し、軽量なロボットによる大きいサイズの加工を実現する。」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業科学研究費補助金・特別研究員奨励費「環境知能と空間機能を用いた人間志向の共生ロボットシステムのデザインと制御」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業科学研究費補助金・特別研究員奨励費「人間型ロボットの円滑な動作実行手法の研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構助成金「人と共存して動作する次世代生産ロボットための高速ビジョン安全領域センサの開発」

発 表：誌上発表114件、口頭発表229件、その他42件

-----  
ヒューマノイド研究グループ

（Humanoid Research Group）

研究グループ長：梶田 秀司

（つくば中央第2）

概 要：

ヒューマノイド研究グループは、ヒューマノイドロボティクスに関する基盤研究・工学的研究を行っている。従来は人間にしかできなかった作業を代替し人間と共存して働くヒューマノイドロボットを実現するため、人間の通常の生活空間内を自由に移動する機能と基本的な作業機能の実現を中期目標としている。具体的には、不整地歩行、段差歩行、狹隘部移動、腕を併用した移動・作業等の研究を行っている。また、早期の産業化を目指した研究としては、伝統芸能のデジタルアーカイブ、恐竜型ロボットの開発等も行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1

自律行動制御研究グループ

（Autonomous Behavior Control Research Group）

研究グループ長：横井 一仁

（つくば中央第2）

概 要：

ロボットの自律性・適応性・双方向性・汎用性を高めるための様々な研究をしている。特に、実環境で自律的に探査・搬送作業のできるロボットシステムの実現を目標としている。確立した理論を研究用プラットフォームであるヒューマノイドロボット HRP-2に実装し、実環境で使用できる技術の構築を目指している。

また、知能システム研究部門とフランス国立科学研究センター（CNRS）との間で設立した Joint Japanese-French Robotics Laboratory（JRL）の日本国研究拠点として、フランスを始め世界各国の研究者と共同で研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1

タスク・インテリジェンス研究グループ

（Task Intelligence Research Group）

研究グループ長：神徳 徹雄

（つくば中央第2）

概 要：

知能システムに要求される知的機能を「人間を含む実世界との物理的なインタラクションを行うための技術」という視点で捉え、実世界や人間とのインタラクションを行い我々が必要とする目的を達成するための知能、とりわけ作業実行のための知能の研究を進めている。また、その人間代替作業ロボットへの応用を目指し、知的センシングや知的制御、柔軟物ハンドリング問題等に取り組み、従来自動化が困難であった産業アプリケーション分野やオフィス・家庭などの分野へのロボットの応用を追求している。

また、新しいロボットシステム構築のためのソフトウェア（RT ミドルウェア）の開発も行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 3次元視覚システム研究グループ

（3-D Vision Systems Research Group）

研究グループ長：河井 良浩

（つくば中央第2）

概 要：

人間が利用する情報の80 %以上が視覚情報と言われている。そこで、人間の活動を支援または代行するシステムに必要な眼として複数台のカメラ（ステレオカメラ）を用い、立体を立体的に知覚することによって、多分野・多目的に利用できる3次元視覚システム VVV（Versatile Volumetric Vision）を開発している。

3次元視覚には、距離計測、形状計測、物体認識、運動追跡等の機能があるが、VVV は、多様な状況で任意の形状の物体を対象として、これらの処理を一貫的に実時間で高精度に実行する。また、その応用システムとして、ハンドアイシステム、パーソナルロボット、環境マップ生成システム等を開発し、その高度化をはかっている。

研究テーマ：テーマ題目 4

### フィールドシステム研究グループ

（Field Systems Research Group）

研究グループ長：小森谷 清

（つくば東）

概 要：

屋外環境の保全や整備、人や物の移動など、屋外における人間活動の支援が求められている。地表面を含む3次元の移動技術の確立と、屋外作業の自動化や人間と機械のインタフェースの研究開発を通して、このような支援の実現を目指している。屋外環境でのナビゲーション技術、空間移動制御技術、土砂などのモニタリング技術、協調のための情報通信制御技術、先進車両制御技術など、要素技術から、屋外環境で使える知能システムを実現すべくシステム化の研究を推進している。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 安全知能研究グループ

（Safety Intelligence Research Group）

研究グループ長：山田 陽滋

（つくば中央第2）

概 要：

実用化がすでに始まり、ますます人間との距離を縮めつつあるロボットには、当然高い安全性が要求されるだろう。自動回転ドアやジェットコースターのような痛ましい事故を起こすことのないように、身近な人

間一機械系の安全をどのように確保すべきか？メーカーのみならずユーザや取り巻く人々を含む社会全体が、この課題に真剣に取り組むことにより、心配されている人間一ロボット間の事故を未然に防ぐことができることだろう。当研究グループでは、RT（ロボットテクノロジー）を駆使して、このような社会全体の要請に先ずべく、生産現場での作業員による機械操作ミスの防止から、福祉現場における高齢者・障害者の生活支援機器の安全確保、さらには、介護従事者らによる安全で確実な介護や看護の遂行を目指す“安全知能”技術を開発し、関連産業を育成している。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 分散システム研究グループ

（Distributed System Design Research Group）

研究グループ長：黒河 治久

（つくば東）

概 要：

人工システムは大規模、複雑化するにつれ、設計・構築・保守の人的・物的コストが増大する。この問題を解決する一手段として、自律分散システムがある。多数の自律的要素が共同して動作し、自己組織的に全体の構成を改変しながら、環境に応じた機能を発現する自律分散システムとして、形や動作を変えるモジュール型ロボットや、プログラム同士が相互作用して最適なネットワークを構成するソフトウェアなどを研究している。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 空間機能研究グループ

（Ubiquitous Functions Research Group）

研究グループ長：大場 光太郎

（つくば中央第2）

概 要：

空間にユビキタス的に分散配置された、物理的な機能と情報的な機能（空間機能）を、センサーネットワークなどの技術を用いて合理的に融合配置及びデザインする技術、また空間機能情報の獲得・提示技術などの研究開発を推進している。このことにより、空間機能の有効活用による人間生活支援、環境に分散した知的アクチュエーション・システム（ロボットなど）などの新規コンセプトを目指しながら、企業との連携により具体的な製品化を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 〔テーマ題目 1〕ヒューマノイドロボットの生活空間移動機能の開発

〔研究代表者〕比留川 博久（副研究部門長）

〔研究担当者〕梶田 秀司、横井 一仁  
（常勤職員14名、他20名）



## 〔研究内容〕

人と同等の不整地踏破能力をもつ2足ロボットにむけた理論を構築し基礎的な実験を実施、平面における歩行速度3 km/h の実現、速度1.5 km/h 以上最大高低差±10 mm 以内の不整地歩行の実機による実現、接触力を検出して動作を一時停止する機能の実現、障害物に隠れた対象物のマニピュレーションを実現するための環境の3次元マッピングと移動動作生成を同時並行的に実行する移動動作計画機能を開発、μRMT を制御系に用いたヒューマノイドロボットの開発、側面方向を含む任意の方向の転倒動作の制御、不整地における転倒回避技術の開発、大きな外乱に対する転倒回避機能、意図的な滑りを活用する脚動作を実現する。提示されたものを1個3分以内での記憶すること、物体搬送作業の全身運動の計画手法の開発、扉の開閉を伴う物体操作の実現、物体操作の対話型教示手法の確立、広視野視覚情報に基づく自律移動の実現、人間との協調作業の実現、環境認識と行動計画の統合を行い記憶しているものを面積20 m<sup>2</sup>程度の日常生活空間から探し出すことの実現を研究目標とする。

人と同等の不整地踏破能力をもつ2足ロボットにむけた理論構築と基礎実験を行った。平面における歩行速度3.5 km/h (HRP-3P)、速度0.8 km/h で最大高低差±20 mm の不整地歩行の実機 (HRP-2)による実現、視覚認識に基づく3次元マッピングと移動動作生成を同時並行的に実行する移動動作計画機能を開発し、これに基づく屋内の自律歩行を実現した。また、任意の方向の転倒動作の制御の一環として、膝と手をつくことによる前方転倒動作 (HRP-2FX) を実現した。大きな外乱に対する転倒回避と不整地転倒回避のための技術として着地位置変更アルゴリズムの開発と基礎実験を行った。意図的な滑りを含む人間の歩行動作をシミュレータ上で解析したが実現には至らなかった。HRP-3による手すりを利用した30 cm の段差のぼりを実現した。提示されたものを1個数分で記憶する手法の構築、自重60%の重量物を持ち上げる全身運動理論の構築、ピボット動作を用いた物体搬送計画法の確立、家電品の扉を開閉し専用容器を出し入れする動作の実現、物体操作の対話型教示手法を確立しこれによる既知物体把持行動の実現、広視野視覚情報により開放部および狭隘部を含む屋内空間での自己位置推定を用いた自律移動の実現、ミュンヘン一つくば間での遠隔操作により人と協調した物体操作の実現、環境認識と行動計画を統合し面積24 m<sup>2</sup>の日常生活空間模擬環境から記憶しているものを探索する行動の実現、音声指示による10種類以上の動作を組み合わせた軽作業の実現を行った。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 ヒューマノイド、二足歩行、全身運動制御

## 〔テーマ題目2〕 人間共存ロボット技術の研究開発

〔研究代表者〕 平井 成興（研究部門長）

〔研究担当者〕 神徳 徹雄、大場 光太郎、山田 陽滋  
（常勤職員21名、他39名）

## 〔研究内容〕

RT ミドルウェアを用いた様々なロボットコンポーネントを開発・実装する。自律遠隔融合システムを用いたRT コンポーネント利用に関しては、異機種マニピュレータへの拡張を行う。作業スキルコンポーネントについては柔軟物への拡張を検討する。指コンポーネントに関しては機能分離に基づく把握操作の研究に取り組む。さらに汎用のセンサネットワーク要素、アクチュエータなども増強し、新規ロボット開発基盤の充実を図る。さらにRT コンポーネントにOMGの共通規約にそったインタフェースの組込を支援するRT ミドルウェアの初版を完成させる。

次世代産業用ロボットへの適用を目的として、3D シミュレータを援用したマルチモーダルリスクアセスメントツールを開発する。1 ms 光通信計測システムによる3次元位置認識を実現し、これを用いて生産現場で必要なカテゴリ3の規格を満たすセンサシステムを構築する。高齢者/障害者の福祉機器使用時を対象として、福祉機器使用時における転倒・転落・衝突等を対象に、ハザード事象回避機能を当該機器に実装する。前年度構築した分布力計測システムを使用し、高齢者の転落を力覚を用いて検知する手法を構築する。

進捗状況：

RT ミドルウェアを用いて以下のコンポーネント開発を進めた。自律遠隔融合システムでは、産業ロボットとヒューマノイドの腕とを置き換え可能にする拡張を行い作業実験で動作を確認した。一方、異機種アームの機構制約など新たな課題も発見した。作業スキルコンポーネントの柔軟物への拡張検討では、人が積層された布から1枚を分離する際の摩擦と力の関係を定性的に解析し、一般的な指針を得た。指コンポーネントについては、二組の二本指把持操作の協調により四本指把持が実現できること、二組の二本指把持操作モジュールのうち一方をローリング操作モジュールに置き換えることでピボット操作が実現できることなど、機能分離法の有効事例を得た。開発基盤の充実では、RT コンポーネント化されたネットワーク要素を開発し、温湿度センサを取り付けた100個の要素からなるシステムを構築、実験により実証した。アクチュエータとしてコンポーネント化可能なアクティブキャスタ、基本重要部品として安全回路を含むインテリジェントモータドライバ等を開発した。RT ミドルウェアに関しては、国際的なソフトウェア標準化団体OMGに提案したコンポーネント仕様が12月に承認され、仕様提案のための参照実装として開発してきたOpenRTM-aist-0.4.0を初版としてリリースした。RT コンポーネント応用拡張の観点から、ロボットサービス

イニシアチブ(RSi)とも連携し、互いの資源を活用するためのゲートウェイも開発した。

3D シミュレータを応用したマルチモーダルリスクアセスメントツールについて開発に取り組み、新規技術概念を提案した。国際安全規格の安全カテゴリー3を満たす、1 ms 光通信計測システムによる3次元位置認識を実現し、さらに理論面では、カテゴリ概念のUML(Unified Modeling Language)モデリング手法を開発した。高齢者/障害者の福祉機器使用時における転倒・転落およびこれらに伴う衝突のリスクを対象として、歩行器使用時におけるハザード事象回避機能を人間装着型センサシステムに搭載することにより、これらのリスクに対し、リアルタイムで警告を行うシステムを開発した。分布力計測システムを使用し、高齢者の転落を検知する手法を開発するとともに、分布する力ベクトルの変化から転落を検知するための実験装置の開発に着手した。

【分 野 名】情報通信

【キーワード】RT ミドルウェア、UCROA、ユーザー指向ロボットオープンアーキテクチャ、ユビキタスロボット、安全知能、サービスロボット、人間共存ロボット、OMG

【テーマ題目3】自律移動ロボット技術の研究

【研究代表者】小森谷 清 (副研究部門長)

【研究担当者】黒河 治久 (職員20名、他31名)

【研究内容】

屋外環境の広範囲にわたる情報収集と複数の移動作業ロボットの協調的制御に基づいた、環境の改変など屋外作業の自動化技術を開発して社会の安全と QOL の変革を実現することを目的とする。

単体のセンサネットワークロボットによる搭載センサ情報を用いた適応的な段差越えの実現、障害物認識、自律移動手法の開発を行う。また、複数のセンサネットワークロボット間のアドホックネットワークを利用した個々のセンサ情報の収集実験を行う。環境改変では屋外の環境状況の変化に対応して適切な動作を行い、また、人間の介在を極力受けずに、各動作を継続して実行可能のようにシステムの自律性を高める研究開発を行う。進捗状況：

センサネットワークロボット搭載の超音波センサ（前2つ、左右各1つ）を利用して、障害物を認識し自律的に移動するためのアルゴリズムを開発し、実際に実験室内の障害物を避けてロボットの幅ほどの隙間に進入することに成功した。段差越えに関しては、完全自律は実現していないが、決められたシーケンスに基づき自動的に階段を上っていく動作を実現した。新たに、ロボット搭載カメラの映像を無線で取得し、遠隔操作によりロボットを操縦し、前方にある高温の物体の認識や、危険ガスの検知をユーザーに知らせる GUI を開発した。環境改変ではこれまで開発した複数機器によって構成される自

律作業システムに関する成果として、自律作業ロボット化したホイールローダと位置検出システムを搭載したダンブトラックを用い、相互の通信による協調動作によって、自律的に複数回のすくい取りとダンブトラックへの積み込みを行う実験に成功した。

【分 野 名】情報通信

【キーワード】情報収集、ネットワーク型ロボット、環境改変、掘り取り作業、ホイールローダ、移動作業ロボット

【テーマ題目4】高機能自律観測技術の研究

【研究代表者】河井 良浩

(3次元視覚システム研究グループ)

【研究担当者】河井 良浩 (常勤職員8名、他5名)

【研究内容】

当該研究グループが長年独自に開発している構造解析に基づく高機能3次元視覚システム VVV の基礎研究とともに、応用研究、実用研究と連続的で相互に技術的なフィードバックのある本格研究を実施している。VVV は、分野を問わず人間の眼が必要とされる多くの作業や機械に共通的に利用でき、その支援・代行を促進することを目指している。

基礎研究として、基盤的視覚機能モジュールの体系的整備と増強をはかっている。画像の構造解析に関しては、境界線の特徴点分割をする方法の改良を行い、特徴点検出率の向上を行った。ステレオ視による距離計測に関しては、等輝度線密度に基づく適切なウィンドウサイズの選択方法の改良を行い、相関法による距離計測を高精度化する改良を行った。物体認識に関しては、3次元 CAD から得られる STL データから GPU のレンダリング機能を活用して対象物のアスペクトモデルを随時生成し、面取り物体を安定して認識する方法を開発した。

応用研究として、VVV を典型的な応用システムに適用して、その有効性を実証するとともに、VVV によって応用システム自体の高度化をはかっている。ハンドアイシステムに関しては、床面上の物体を検出する機能等を RT ミドルウェアのモジュールとして実装し、ロボットアームと連携して拾い上げる動作を実証した。また、土中の危険物の位置・姿勢を自動認識し、発掘するシステムを開発した。番犬、介助犬、盲導犬の代行を目指す四輪四脚移動機構のフレキシブルパーソナルロボット FPR に関しては、四脚機構と視覚機能を連動させ、低障害物として一辺6 cm の角材を跨ぎ越える機能を開発。

実用研究として、製造、医療、娯楽等に関連する多数の企業と共同研究を実施し、不定形物の実時間立体計測システム、ピンピッキングシステム、顔形状計測システム等を開発している。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】3次元視覚、ステレオ、物体認識、ハンドアイ、パーソナルロボット

## ④【エレクトロニクス研究部門】

(Nanoelectronics Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：和田 敏美

副研究部門長：安藤 功兒、金丸 正剛

主幹研究員：鈴木 英一、坂本 邦博

所在地：つくば中央第2

人 員：70名 (68) 名

経 費：1,346,171千円 (564,074千円)

概 要：

## 1. ミッション

IT 社会の基盤となる情報処理デバイス（演算、記憶、増幅、伝達、変換・検出、表示）技術について、新電子現象・材料の発見・解明から個別デバイス、さらには応用システムへの一貫した研究を展開することにより、技術革新の原動力となる多様なシーズの創出や技術の高度化を実現し、産業・社会の持続的発展に貢献する。

## 2. 研究概要

上記ミッションを達成するため、大きく(1)革新的技術シーズの創出を目指した新電子現象・材料の探索・解明・制御に関するシーズ創出型研究と、(2)それらの成果を具体的デバイスに应用することで産業ニーズに応えるニーズ重点型研究とを両輪として行う。

二つの研究カテゴリーの概要は以下の通り。

[シーズ創出型研究]

## (1) スピントロニクスの研究

電荷、スピン、フォトンの相互作用に基づく新現象・機能の解明および超低消費電力不揮発性メモリ (MRAM) や高速ネットワーク用スピン光素子への応用、さらには量子情報処理デバイスなどへの応用の研究を行う。

## (2) 超伝導現象、材料の研究

高温超伝導物質は今後とも大きな技術革新のシーズとなる可能性があるが、その超伝導発現機構は未だに解明されていない。ここでは、超伝導理論、新物質探索・創成、物性解明と応用の3つのアプローチで研究を推進する。

## (3) 新酸化物材料の研究

酸化物材料は金属や半導体にはない多様な機能を発現する可能性を持っている。ここでは酸化物新材料探索、薄膜形成初期過程制御を軸として、新電子材料開発とシースルー（透明）エレクトロニクスへの応用を目指した研究を行う。

[ニーズ重点型研究]

## (1) LSI 基盤技術の研究

ロードマップにおける45nm 世代（2010年）以降の実用技術開発に資するため、新トランジスタ構造、およびそれを集積化するための高誘電率ゲート絶縁材料および電極材料をパッケージで研究する。

## (2) システムインテグレーション技術の研究

自発光型オンチップディスプレイを中核とした新しいウェアラブル/モバイルプラットフォームデバイスの先駆的開発および、複数チップの高密度集積を実現する3次元実装（配線）の開発を行う。

## (3) 超伝導デバイス技術の研究

超伝導デバイス集積技術を駆使して、ジョセフソン効果や磁束量子現象を応用した超高精度計測デバイスを開発し、次世代の電気標準技術を確立する。

-----  
内部資金

ハイテクものづくりプロジェクト／赤外線によるアスベスト溶融技術の実証

ハイテクものづくりプロジェクト／Point-of-Care マイクロ流体バイオチップ診断装置の開発

外部資金

文部科学省 科学研究費補助金「組成と層間キャリア濃度差の精密制御による100K 級銅酸化物超伝導体の Tc 向上」

文部科学省 科学技術振興調整費（若手任期付プログラム）「新規強磁性半導体（Zn、Cr）Te を用いたスピン依存伝導素子の研究」

文部科学省 科学技術振興調整費（若手任期付プログラム）「低電圧動作強誘電体ゲート不揮発 FET 作製プロセスの研究」

文部科学省 科学技術振興調整費（若手任期付プログラム）「層状ルテニウム酸化物の圧力効果の研究」

経済産業省 情報通信機器の省エネルギー基盤技術研究開発「低エネルギー消費型デバイスの研究開発」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費／3次元 LSI 実装に向けた100 %良品率を得る半導体 LSI 検査システムの開発「3次元 LSI 実装に対応した100 %良品率を得る LSI チップバーンインテスト技術の開発」

経済産業省 中小企業産業技術研究開発委託費／3次元 LSI 実装に向けた100 %良品率を得る半導体 LSI 検査システムの開発「3次元 LSI 実装に対応した100 %良品率を得る薄型 LSI ウェハ高精度ブロービング技術の開発」



経済産業省 エネルギー使用合理化技術開発等委託費／超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発「省エネルギーLSI システム技術開発」

経済産業省 エネルギー需給構造高度化技術開発等委託費／情報通信・エレクトロニクス機器の省エネルギー基盤技術研究開発「低エネルギー消費型デバイスの研究開発」

経済産業省 電源利用技術開発等委託費／分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発「熱線制御型シースルー太陽電池シート技術開発」

総務省 戦略的情報通信・エレクトロニクス研究開発推進制度「超ギガビット磁気メモリの基盤技術の開発」

日本学術振興会(JSPS) 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「強誘電体ゲートトランジスタの素子特性変調の研究」

日本学術振興会(JSPS) 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「高性能強誘電体ゲート電界効果トランジスタの研究」

日本学術振興会(JSPS) 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「先進的液相電解めっき法による多層型高温超伝導体薄膜の作製」

日本学術振興会(JSPS) 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「多層型銅酸化物超伝導体におけるキャリア不均衡調節による物性制御」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「ナノ構造表面制御による長寿命・低消費電力フィールドエミッションディスプレイ技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 国際共同研究助成事業「次世代交流電圧標準の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 国際共同研究助成事業「回路設計用モデル開発基盤の構築とこれを用いたマルチゲート MOSFET モデルの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「光バックプレーンに関する標準化調査事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクトにおける先導研究「化合物半導体を含む non-Si チャネル材料上への High-k 絶縁膜形成技術に関する先導研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー使用合理化技術戦略の開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発「低消費電力プロセッサのための不揮発論理回路基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー使用合理化技術戦略の開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発「選択的熱線反射による断熱・採光ガラスの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノテクノロジープログラム 革新的部材産業創出プログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発「超高密度 HDD のためのナノオーダー制御高性能トンネル磁気抵抗素子の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノテクノロジープログラム 革新的部材産業創出プログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発「Point-of-Care バイオチップ診断装置の研究開発」

財団法人くまもとテクノ産業財団 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「九州地域産業クラスター・電子部材高度加工技術の確立」

財団法人やまなし産業支援機構 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「自動二輪車用 Nox 低減排出装置の開発」

独立行政法人 情報通信研究機構 戦略的創造事業「超 Gbit-MRAM のための単結晶 TMR 素子の開発」

独立行政法人 情報通信研究機構 「ICT による安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発」

発 表：誌上発表182件、口頭発表272件、その他20件

#### 先端シリコンデバイスグループ

(Silicon Nanoscale Devices Group)

研究グループ長：鈴木 英一

(つくば中央第2)

## 概要：

産総研提案で、最も微細化に適した MOS デバイスとして世界で認知されているダブルゲート MOS (XMOS) FET の進化型で、パワーマネージメントを可能とする新しい機能を持った4端子駆動型ダブルゲート MOSFET (4T-XMOSFET) を主体とした XMOS LSI 基盤技術を確立するために、独自性の高いプロセス・材料技術の先行開発とともに、微細 XMOS デバイス作製技術の高度化を進めて CMOS 回路化技術開発を同時並行的に進めている。

XMOS プロセス技術開発では、TiN メタルゲート技術を高度化し、対称性のよい TiN メタルゲート XMOS CMOS インバータ動作を実証した。また、内部拡散型合金化によるメタルゲート技術において、Ta/Mo の組み合わせにより、対称性のよい仕事関数が得られることを確認した。XMOS 回路技術では、ポリシリコンゲート、不純物チャネルエンジニアリングによるものであるが、55段のリングオシレータの発振動作を確認した。4端子駆動型ダブルゲート MOSFET (4T-XMOSFET) 技術では、独立した2つのゲートの絶縁膜厚が等しく対称なものよりも、しきい値制御用のゲートの絶縁膜厚をやや厚くしたほうが優れた性能を示すことを実験的に確かめた。

これらの研究成果から、開発した XMOS CMOS 化基礎技術を駆使して、4T-XMOS を主体とした XMOS 回路でその機能を実証するための下地が整ったと言える

研究テーマ：テーマ題目 1

## デバイス評価計測グループ

(Analysis and Instrumentation Research Group)

研究グループ長：安藤 淳

(つくば中央第2)

## 概要：

既開発技術を社会的ニーズに基づき維持・発展させ、共同研究・受託研究等を通じて各種実評価に供すると同時に、達成された成果の普及・産業応用への具体的な展開を実施した。また、中期計画における進捗達成度および社会的ニーズとの整合性を再評価し、平成19年度以降における各研究課題の方向性を決定した。

メカニカルプローブ技術による極微細素子・デバイスプロセス/材料評価法においては、自己検出型全金属ナノプローブ法等を、共同研究・受託研究等を通じて、デバイスプロセス (High-k 材料アニールプロセス等)・電子材料 (ゲート絶縁膜等) 等の実評価に適用し、当該研究開発の推進に寄与するとともに、2 nm 以下の空間分解能を有する不純物分布測定手法の実現へ向けての技術課題を抽出し、その解決に向けての具体的方策を検討した。また、ニッケルを用いた磁性金属自己検出型プローブを作製し、磁区測定にお

けるスピンプローブとしての基本動作を確認した。

アモルファス半導体の局所構造揺動の解明を具体的目的とした、変調分光評価手法によるデバイス材料評価においては、これまで実施してきた実験結果を整理し、結合水素近傍における局所的構造揺動についてのまとめを行った。

STAR GEM®および、ミリ波 GAEA による複素誘電率測定法の開発においては、GEM 光学系の加工精度の改良による測定精度の向上と、スペクトルの自動計測化に成功するとともに、GAEA による Low-k 膜のミリ波領域複素誘電率測定の試料膜厚0.1ミクロン化への対応に目処を付けるとともに、受託研究を通じて実測定を実施した。

また、昨年度に引き続き、ユビキタス情報ネットワーク世代電子デバイス用評価計測技術の開発の一環として、次世代半導体デバイス多層配線深層部評価用プローバの開発を実施した。

## 機能集積システムグループ

(Microsystems Group)

研究グループ長：金丸 正剛

(つくば中央第2)

## 概要：

情報通信・エレクトロニクス技術の一層の多様化を実現するため、情報処理ハードウェアの飛躍的な多機能化・システム化を可能にするデバイス技術を確立するため、シリコンを中心とする半導体技術を基盤として、新たな材料技術やデバイスプロセス技術を付加することにより、これまでにない機能を有するデバイスを開発する。具体的には、高機能フィールドエミッションディスプレイの開発を目指す。今年度はシリコン電界放出電子源と多結晶シリコン薄膜トランジスタを集積した電子源においてメモリキャパシタを付加することにより制御信号電圧を記憶し、制御信号がオフの間も電界放出電流を持続させることに成功した。この電子源を用いることによりフィールドエミッションディスプレイを通常のものより2桁程度高輝度化することが可能であること提案した。また、非晶質シリコンフォトダイオードと光学干渉フィルターを集積した高感度蛍光検出モジュールを開発し、チップ上でバイオ化学分析を可能にするラボ・オン・チップの実現を目指す。今年度は開発した集積型蛍光検出素子の高性能化を進めるとともに、第二高調波発生素子により赤外線レーザー光を青緑光に変換する小型励起光源の開発に着手した。

研究テーマ：テーマ題目 2

## 高密度 SI 研究グループ

(High Density Interconnection Research Group)

研究グループ長：青柳 昌宏

(つくば中央第2)

概 要：

多種類の機能を有する複数の集積回路チップを積層実装し、チップ間を50 Gbps 以上の超広帯域信号で伝送してより高度なシステム機能を実現するためのシステムオンパッケージを作製する3次元実装技術を開発する。

3次元実装技術のコア技術として、ポリイミド多層配線、微細線路設計、実装構造特性評価、微細ピッチバンパ接合などの研究開発に取り組む。メッキ微細配線層の導入、伝送速度10 bps 対応の線路設計、微細ピッチ高周波プローブによる微細構造評価、超微細ピッチのフリップチップ実装技術の開発などを進める。

銅メッキ配線層形成技術の開発により、10  $\mu\text{m}$  幅伝送線路形成を実現し、10 Gbps 高信頼伝送を達成した。角錐形状10  $\mu\text{m}$  金バンパによる20  $\mu\text{m}$  ピッチの高密度フリップチップ接合を精度2  $\mu\text{m}$  で実現した。

企業9社との集中共同研究方式の連携研究体により、実装容易化光・電気変換モジュールの開発と細径高 $\Delta$ 石英ファイバによる3 Tbps 光バックプレーンの開発を進め、プロトタイプ実証に成功した。

#### 超伝導計測デバイスグループ

(Superconducting Devices Group)

研究グループ長：東海林 彰

(つくば中央第2)

概 要：

我が国独自の電圧標準技術を確立することを目的として、液体ヘリウムを必要とせず、安価で、コンパクトなプログラマブル・ジョセフソン電圧標準(PJVS)システムを開発することをグループの最大の目標にしている。この目標の実現に向けて、高い集積度(最大約30万個/チップ)を有するNbN/TiN/NbN ジョセフソン・アレー作製技術の開発、ジョセフソン素子に効率的にマイクロ波を供給するための導波路設計技術、チップを冷凍機によって効率的に冷却するための実装技術の開発等を進めている。また、昨年度から開始した計量標準総合センター(NMIJ)、オーストラリア国立標準研究所(National Measurement Institute, Australia :NMIA)との3者による国際共同研究「次世代交流電圧標準の開発」では、PJVSと熱電変換を組み合わせた新しい交流電圧標準の開発を進めており、これまでに要素デバイスの設計、作製、評価を実施し、期待する性能が得られることを実証した。当グループでは、さらに、総務省プロジェクト「ICTによる安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発」に参加し、大気中の微量有害ガス濃度計測等への応用を目的とした低消費電力型サブミリ波分光システムの開発を進めている。これまでに、230~444 GHzの帯域において700 K以

下の受信器雑音温度を持つ超伝導トンネル型ミキサを作製することに成功した。

#### 磁束量子デバイスグループ

(Flux-Quantum Devices Group)

研究グループ長：前澤 正明

(つくば中央第2)

概 要：

10ビットD/A変換器チップを作製・評価し部分動作を確認した。その不完全動作の主要原因がバイアス電流が誘起する磁場であることを明らかにし、設計改良に着手した。また、D/A変換器の主構成要素である電圧増倍回路を10 MHz高精度クロック駆動することにより、出力電圧精度を50 ppm以下の不確かさで評価することに成功した。

#### スピントロニクス研究グループ

(Spintronics Research Group)

研究グループ長：湯浅 新治

(つくば中央第2)

概 要：

高性能 MgO トンネル障壁の磁気トンネル接合(MTJ)素子とスピン注入型書き込み技術を用いた次世代の大容量MRAM(スピンRAM)や次世代HDD磁気ヘッド(MgO-TMRヘッド)、マイクロ波デバイスなどを実現するため、MTJ素子の更なる高性能化とスピン注入磁化反転の低電流化・高信頼性化のための研究開発を行う。また、スピントランジスタの重要な構成要素である、強磁性金属と磁性半導体を組み合わせた強磁性トンネルダイオード素子の高性能化のための研究を行う。さらに、不揮発性スピン光機能素子の実現を目指した強磁性体/半導体ハイブリッド光素子の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目3

#### 量子凝縮物性研究グループ

(Condensed Matter Physics Group)

研究グループ長：柳澤 孝

(つくば中央第2)

概 要：

世界的に最高レベルにある極限環境下における単結晶育成技術および高精度測定技術により、新量子現象の発見および解明を行うと共にそれら基礎科学の成果を最先端の革新的デバイス技術まで持ち上げることを目標とした研究を行った。これらの高い技術を基にして極低温高精度測定機器や高純度結晶を製品化するベンチャー企業を創設し、実験技術知財の製品化を行った。また、第一原理計算、モンテカルロシミュレーションを含む高度シミュレーション技術により新機能材料、新超伝導材料の開発およびエレクトロニクス技術



への応用をめざした研究を行った。特に、10のマイナス30乗の酸素分圧まで動作可能な極低酸素分圧下单結晶育成装置を開発し、ベンチャーを創立し、製品開発を行った。高温酸化物材料が窒素酸化物除去において触媒効果があることを実証し、製品開発を目標にした研究開発をおこなった。理論的および第一原理計算により高温超伝導、磁気秩序近くの非BCS的超伝導の研究を行った。モンテカルロ法による計算等により世界最大サイズの格子において数値計算を行い、高温超伝導のパラメタ依存性を明らかにした。新しい量子シミュレーションアルゴリズムを開発した。強磁性磁気秩序近傍で超伝導を示す物質の電子状態を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6

### 超伝導材料グループ

(Superconducting Materials Group)

研究グループ長：伊豫 彰

(つくば中央第2)

概要：

多層型高温超伝導体における新現象の発見とその理解を目的として研究を行っている。平成18年度は、未開拓の分野であった多層型高温超伝導体の磁束格子のダイナミクスの研究、および超多層型における $T_c$ の $\text{CuO}_2$ 面数 $n$ 依存性および $T_c$ の記録向上に関して研究を行い下記の成果を得た。

#### 1. 磁束格子のダイナミクス

多層型高温超伝導体の交流磁化率から、次の4つの成果をあげた。(1)Cu-1234の異常な磁束格子融解曲線の発見。(2)反強磁性秩序が超伝導間のジョセフソン結合を阻止しないことを証明。(3)Fractional Fluxと $\dot{\phi}$ soliton (成分間位相差ソリトン)からなる渦糸分子の存在を示唆する信号を発見。(4)超多層型高温超伝導体の磁力結合パンケーキ渦糸分子の発見。特に(3)の発見は、米国スタンフォード大のFractional Fluxの測定とともに、 $\dot{\phi}$ soliton理論を実験的に検証したはじめての例となるとともに、 $\dot{\phi}$ soliton回路の設計に大きく寄与した。(4)の磁力結合パンケーキ渦糸分子は、その一部のアイデアが理論的な提案されていたとはいえ、高温超伝導体中で $\text{CuO}_2$ 面毎に、自由に位相を設定するという過激なアイデアで、実験家の立場からみれば、実在するとは思えないものであり、驚くべき実験的発見であった。

#### 2. $\text{CuO}_2$ 面の多層効果

多層型における $T_c$ の $\text{CuO}_2$ 面数 $n$ 依存性について、これまでの実験からの $n \sim 9$ と多くても $T_c$ が $n$ に依存せず高く保たれるという結果が得られていたが、より信頼性を高めるために $n$ が10枚以上の

“超”多層型超伝導体を高圧合成し、試料を磁場中で配向させて試料に含まれる相を同定したうえで実験を行った。その結果、超多層型でも $T_c$ は高く保たれ $n$ に依存しないことを明らかにした。

#### 3. $T_c$ の記録向上

頂点フッ素系( $n=2$ )について合成条件や組成の最適化を行い、 $T_c$ が最高108 Kまで上昇することを見いだした。この $T_c$ は毒性の高いTlやHgを含まない $n=2$ の銅酸化物としては最高の $T_c$ となった。応用上重要な発見であった。

### 低温物理グループ

(Low-temperature Physics Research Group)

研究グループ長：柏谷 聡

(つくば中央第2)

概要：

銅酸化物超伝導を含む超伝導体に関する結晶成長技術を高度発展させ、高度物性測定技術と連携をとることにより新超伝導体の物性を明らかにし、銅酸化物超伝導の超伝導発現機構や応用可能性を明らかにする。

- (1)高温超伝導体における電子-格子相互作用の影響について、Bi系銅酸化物単結晶試料を対象とした研究を行った。酸素同位体置換した試料を作製し、その試料を用いたSTM(Cornell大)、ARPES(産総研)の実験を行い、銅酸化物超伝導体において電子格子相互作用が存在することを明らかにした。
- (2)多層系超伝導体の基礎物性を解明するために、単結晶のX線回折による構造解析の高精度化を試み、電子密度分布の解析によるキャリア分布に関する知見を得た。
- (3)臨界温度80 K程度を有する高品質な固有ジョセフソン接合の作成に成功し、50 mKから5 Kの温度領域においてスイッチング電流の確率分布測定を行った。その揺らぎの解析の結果、0.5 K程度のクロスオーバー温度 $Q$ 値70程度のアンダーダンプ特性を確認し、超伝導対称性がd波を有する場合の理論特性と整合する結果を得た。この結果は銅酸化物超伝導体の固有接合が量子ビットとして高いポテンシャルを有する材料であることを意味する。

### 機能性酸化物グループ

(Oxide Electronics Group)

研究グループ長：阪東 寛

(つくば中央第2)

概要：

シースルーエレクトロニクス技術の基盤確立をめざして、透明酸化物半導体薄膜によりpn接合を形成し、その特性評価を通じて光起電力効果を検証すると同時に、高導電性酸化物、透明酸化物半導体、非鉛系圧電

体など、機能性酸化物の物質開発をすすめた。薄膜接合形成にはレーザーアブレーション法等を、物質開発における単結晶育成にはフローティングゾーン法、物性発現機構の解析には角度分解光電子分光法をはじめとする研究手段を用いた。スパッタリング法により透明酸化物半導体 pn 接合 ( $p\text{-CuCrO}_2/n\text{-ZnO}$ ) の形成を試み、大面積化ならびにプロセス低温化に対応するための指針を得た。また、酸素同位体置換炉を開発し、これにより酸素同位体置換を行った銅酸化物高温超伝導体  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+x}$  試料の走査型トンネル顕微鏡／分光測定から、局所的な電子格子相互作用と超伝導の相互関係を明らかにした。環境に優しく高性能な酸化物圧電体の開発を進め、 $(\text{Na}, \text{K})\text{NbO}_3$  に添加物を導入した非鉛圧電セラミックスにおいて、キュリー温度  $T_c > 300^\circ\text{C}$ 、室温における電気機械結合係数  $k_p > 45\%$  を達成した。

### フロンティアデバイスグループ

(Novel Electron Devices Group)

研究グループ長：酒井 滋樹

(つくば中央第2)

概 要：

当該年度は、不揮発素子技術とフロンティアデバイス化技術の研究を行った。不揮発素子技術に関しては、高温環境での動作性能を測定評価した。また、不揮発ロジックの基本回路を検討し、それに基づいて相補型構成の  $\text{FeFET}$  による NOT 回路を作製した。その結果、民生用半導体素子の使用上限温度の指標である  $85^\circ\text{C}$  の温度環境で良好なデータ保持特性（測定期間：2日間）を有する  $\text{FeFET}$  の開発に成功した。論理演算と記憶動作を切り替える不揮発ロジック回路の基本概念を提示し、一例として  $\text{FeFET}$  の相補型構成による NOT 回路を作製し、切り替えの基本動作を実証した。また、2層無機レジスト層の界面反応を抑制して、 $30\text{ nm}$  セルの TMR 素子を作製して MR 特性を観測した。

フロンティアデバイス化技術として、超伝導超格子の研究を進めた。高温超伝導体  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$  はその結晶構造が SISIS-IS (S: 超伝導、I: 絶縁体) の自然超格子を形成し、直列のトンネルジョセフソン接合素子特性を呈する。これは固有ジョセフソン接合と呼ばれ、酸化物高温超伝導体では唯一の良質のトンネル型ジョセフソン接合である。しかし超格子の周期が  $1.5\text{ nm}$  とナノスケールであるので、磁場応答素子として動作させたとき印加磁場は1テスラ程度と大きく電子素子として応用し難いという欠点があった。これに対して当該グループでは、臨界電流密度の小さい接合を直列接合の幾つかおきに導入することにより低磁場での動作が可能となる固有ジョセフソン接合素子を提唱してきた。実際数値計算と産総研オリジナルであ

る理論に基づく理論的検討を進め、 $0.2\text{ T}$  程度の低磁場で、低臨界電流密度の接合だけに量子化磁束（フラクソン）が入ることと、キャビティ共鳴が起こることを明らかにした。

### エレクトロインフォマティクスグループ

(Electroinformatics Group)

研究グループ長：小池 帆平

(つくば中央第2)

概 要：

エレクトロインフォマティクスグループは、エレクトロニクス技術の提供するシーズと情報処理技術からのニーズとを垂直統合的に分野融合させ、新たな付加価値を有し、新規市場開拓が可能な未知の電子情報技術の創出を目指して設立された研究グループである。現在の研究テーマとして、産総研で開発された X MOS トランジスタを軸として、関連した様々な技術階層の研究開発を統合的に進めている。

具体的な研究テーマとして：

- (1) X MOS トランジスタの回路シミュレーション用デバイスモデルの研究、
  - (2) X MOS トランジスタの特長を効果的に活用した回路技術 XDX MOS (Cross Drive X MOS) の研究、
  - (3) X MOS トランジスタのキラーアプリケーションとなる Flex Power FPGA の研究、
- が現在進行している。

研究テーマ：テーマ題目 7、テーマ題目 8、テーマ題目 9

### 先端デバイス材料グループ

(Emerging Device Materials Group)

研究グループ長：安田 哲二

(つくば中央第2)

概 要：

シリコンをベースとした集積回路 (LSI) の微細化が限界に近づく中、動作速度や消費電力などの性能を向上させるために、MOS トランジスタ・集積回路を構成するほとんど全ての部分（ゲート絶縁膜、ゲート電極、チャネル、ソース／ドレイン、配線、層間絶縁膜など）について、新材料の導入が検討されている。当グループは、研究開発リスクが高く企業等では対応が困難な材料・プロセスについて、科学的かつ統合的なアプローチによってこれを開発するとともに、現在の LSI 製造を支える材料・プロセスについて、基礎的な物性や機構等を解明し知識基盤を築くことを目指している。平成18年度は、シリコンと高誘電率 (High-k) 絶縁膜との直接接合技術を開発した。また、 $22\text{ nm}$  世代以降のチャネル材料として注目を集める化合物半導体と高誘電率 (High-k) 絶縁膜との界面制御に向けた研究を開始した。

研究テーマ：テーマ題目10

# 〔テーマ題目1〕XMOS デバイス研究（研究部門重点化課題の予算）

〔研究代表者〕鈴木 英一

(先端シリコンデバイスグループ)

〔研究担当者〕鈴木 英一、柳 永勲、原 史朗、  
昌原 明植、遠藤 和彦、松川 貴、  
大内 真一、石井 賢一、塚田 順一、  
石川 由紀（常勤職員7名、他3名）

## 〔研究内容〕

産総研のダブルゲート MOS (XMOS) デバイスを使える技術として世の中に発信すべく、産総研足以来、エレクトロニクス研究部門の最重点課題の一つとして鋭意研究開発を進めている。その結果、IEDM 始め著名な国際会議にコンスタントに論文発表を行い、数多くの国際会議招待講演を受けるようになったが、まだ道半ばであり、引き続き、XMOS 研究の加速化を図っている。

これまでに、イオン照射減速エッチング、結晶方位依存ウェットエッチング、中性粒子ビームエッチングなどの独自のプロセス技術開発を踏まえて、メタルゲートなどの CMOS 化基盤技術開発を終え、いよいよ XMOS 回路による回路機能を実証するフェーズに入った。今年度は、対称性のよい CMOS 構成メタルゲート XMOSFET 開発、XMOSFET でリングオシレータ試作発振実証、4端子駆動型ダブルゲート MOSFET (4T-XMOSFET) のインバータ試作動作実証、4T-XMOSFET の動作改善手法の明確化などの成果を得た。また、XMOS デバイスの最適な用途について調査を進め、SoC に多用され大きな面積を占める SRAM がまず該当することを見出した。そのため、その回路設計を行い特許出願も行うとともに、その試作に着手した。

XMOS デバイスの研究開発を加速していくにあたり、ナノ材料実験棟内クリーンルームの高度化・拠点化に努め、研究推進に必須のメタル CVD 装置導入にめどをつけた。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕XMOS デバイス、4T-XMOSFET、  
CMOS 化、SRAM、メタルゲート

# 〔テーマ題目2〕Point-of-Care マイクロ流体バイオチップ診断装置の開発

〔研究代表者〕亀井 利浩

(機能集積システムグループ)

〔研究担当者〕亀井 利浩、板谷 太郎  
(常勤職員2名)

## 〔研究内容〕

マイクロチップ電気泳動を利用した DNA などの分析技術が開発され、バイオ化学分析プロセスをマイクロチップ上に集積したラボ・オン・チップの実現が期待され

ているが、高感度分析には依然として大型の共焦点レーザ誘起蛍光法が使われており、蛍光検出システムの小型化が必要である。本研究では電気泳動マイクロチップに実装できる水素化アモルファスシリコンフォトダイオードおよび光学干渉フィルターの開発を目指す。今年度は、デバイス作製プロセス、特に光学干渉フィルタパターンニングプロセスの最適化を行った。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕ラボ・オン・チップ、アモルファスシリコン蛍光検出素子

# 〔テーマ題目3〕スピントロニクス技術の研究（研究部門重点化課題）

〔研究代表者〕湯浅 新治

(スピントロニクス研究グループ)

〔研究担当者〕安藤 功兒、湯浅 新治、福島 章雄、  
久保田 均、V. Zayets、長浜 太郎、  
斎藤 秀和、薬師寺 啓、門 哲夫(併)、  
Agarwal Kapil、森山 浩司、  
山本 美恵（常勤職員9名、他3名）

## 〔研究内容〕

当研究部門が独自に開発した金属と半導体中の電子スピントロニクス技術（スピントロニクス）、特に、MgO 系 MTJ 素子、および半導体系磁気光学デバイス、室温磁性半導体などの研究開発を更に加速し、高度な情報発生・伝達・処理・蓄積機能を有する次世代の電子・光デバイス技術を開発する。不揮発性機能と非相反性機能に絞った研究開発を進め、スピン注入技術、電気的・光学的機能の開発・実証を行う。

これまで、トンネル障壁に MgO を用いた高性能 TMR 素子の開発に世界で初めて成功し、その量産プロセスの開発にも成功した。既に次世代の MRAM やハードディスク磁気ヘッドの開発の主流は MgO 系 MTJ 素子に完全に移行しており、日米欧アジア各国を中心に熾烈な開発競争が始まっている。また、当研究部門が理論提案と実証実験とにも行った金属・半導体ハイブリッド光デバイス（基本特許出願）に関しても、世界的な開発競争が始まっている。これらのスピントロニクス素子の実用化で日本が世界に先んじるために、産総研を研究拠点として産官学が連携して研究開発を行う。平成18年度は以下のような研究成果を得た。

・半導体スピントロニクス分野の究極のデバイスの一つがスピントランジスタであるが、これまで不揮発機能を実証した例は無い。我々はトンネル磁気抵抗効果を利用する新型スピントランジスタ「スピントンネルトランジスタ」を独自に提案している。平成18年度は、このスピントンネルトランジスタ実現の第一歩として不揮発機能に焦点を当て、金属/絶縁体/半導体ヘテロ接合から構成される磁気トンネルダイオードを作製した。磁気抵抗変化率および  $V_{half}$  はそれぞれ同型素



子では世界最高値である30 %および100 mV 以上を実現した。

- ・高速光ネットワークシステムの高度化のために不可欠な導波路型光アイソレータを開発した。当グループが理論提案した光スピンメモリの実現を目指し、光導波路上に200 nm サイズの強磁性電極（スピンソース）を形成した。また、希薄磁性半導体 CdMnTe 薄膜を用いた光アイソレータにおいて、より幅広い波長域で高いファラデー回転角を実現した。従来は35 nm の波長幅で80 %を越えるファラデー回転角の変化があったが、これを15 %以下に抑えることに成功した。
- ・金属－磁性金属の界面で見られるペルチェ効果を利用し、金属接合素子を冷却する技術を研究した。金属－磁性金属の界面で大きなペルチェ係数（たとえば30マイクロボルト／度）が発現することを利用し、実際に熱負荷（抵抗体または半導体素子）に金属－磁性金属の界面も持つ微小接合を接続することにより、熱負荷を冷却する（あるいはそのジュール発熱を低減する）ことに成功した。この冷却素子の HDD 磁気ヘッドへの応用を提案した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピントロニクス、TMR 効果、MRAM、HDD

【テーマ題目4】結晶育成技術および極低温計測技術の開発および新機能物質の創成

【研究代表者】柳澤 孝（量子凝縮物性グループ）

【研究担当者】柳澤 孝、白川 直樹、長谷 泉、池田 伸一、吉田 良行（常勤職員5名）

【研究内容】

極低酸素分圧10のマイナス32乗を達成し、世界最高記録を更新した。酸素分圧技術をよりパワーアップし160リットルのガス（40リットル x2基 x2気圧）が利用可能となった。この技術を基に産総研発ベンチャー REDOXYON を創業予定した。

SQUID 磁束計と<sup>3</sup>He 冷却を組み合わせたシステムを構成し、450 mK までの高感度磁化測定を実現する計測技術を開発した。この技術により磁化測定用全自動ヘリウム3冷凍システムを開発し、ベンチャー企業アイカンタム社より製品化した。販売代理店として Quantum Design 社と提携し、マックスプランクをはじめとして国内外の多数の研究機関に納入実績をあげた。

自動車排気ガスからの窒素酸化物（NOx）除去を目指したフィルターシステムの開発を、平成17年から2年間の経済産業省委託地域新生コンソーシアム事業（総額4700万円）として、山梨工業技術センター、（株）ミラプロなどの複数の機関と共同で進めた。開発した NOx 除去装置を800 °Cに維持することで、実際の自動二輪車から出る排気ガス中の NOx を83 %、CO を71 %、HC

を87 %、除去することができた。除去装置の寿命などは今後の開発課題となる。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】極低酸素分圧制御技術、新機能物質、結晶育成、低温計測技術、高温材料、高導電性材料、窒素酸化物

【テーマ題目5】新量子現象の発見および解明

【研究代表者】柳澤 孝（量子凝縮物性グループ）

【研究担当者】柳澤 孝、白川 直樹、長谷 泉、吉田 良行（常勤職員4名）

【研究内容】

層状ペロブスカイトルテニウム酸化物である Sr<sub>3</sub>Ru<sub>2</sub>O<sub>7</sub>及び、Ca<sub>3</sub>Ru<sub>2</sub>O<sub>7</sub>の大型単結晶を浮遊帯域溶融法（FZ 法）により育成を試み、原料組成、育成速度、育成雰囲気などの育成条件を詳細に最適化した結果、圧力測定に適した大きさの大型単結晶の育成することに成功した。静水圧力下中における電気抵抗の測定を行い、56 K の反強磁性転移と48 K の金属非金属転移が4.0 GPa には消失し、8.0 GPa 以上では金属的な振る舞いを示すことが明らかにした。

Sr<sub>2</sub>RhO<sub>4</sub>の高純度単結晶試料を世界で初めて作製し、角度分解光電子分解法によりフェルミ面の構造を明らかにした。RhO<sub>6</sub>八面体が回転しているため、4d 電子の t<sub>2g</sub> 軌道と eg 軌道の混成を考慮して初めて実験データを説明できることを示した。これまで4d 電子金属元素と酸素が八面体構造を持つ材料で eg 軌道が、その電子状態に重要な役割を果たしている物質は知られておらず、極めて重要な発見である。

高温超伝導体のモデルであるハバードモデルに対して、物質特有のフェルミ面を考慮したモンテカルロ計算を世界最大サイズである28x28の格子において実行した。超伝導凝縮エネルギーが実験値に近い有限な値であることを示した。負符号のない量子モンテカルロアルゴリズムを新たに考案し、プログラム開発に成功した。磁気秩序近傍にある合金に対して強磁性と超伝導の関係に着目した斬新な視点からの第一原理計算を実行した。不純物濃度の効果により強磁性の臨界温度が減少することを示した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】新量子現象、単結晶育成、遷移金属酸化物、磁気構造、高温超伝導、特異超伝導

【テーマ題目6】超並列シミュレーションによる二次元強相関系へのアプローチ（CREST）

【研究代表者】柳澤 孝（量子凝縮物性グループ）

【研究担当者】柳澤 孝（常勤職員1名）

【研究内容】

2次元強相関系における負符号問題のない量子モンテカルロシミュレーション法を開発した。フェルミ粒子系

においては、負符号問題という重大な問題が量子モンテカルロシミュレーション法に存在したが、今回、負符号の現れない新しいシミュレーション法の開発に成功した。さらに、量子シミュレーションにおいては初めて遺伝アルゴリズムを使うことにより計算の高効率化を行った。4x4などの小さな系において、エネルギー、相関関数を計算し厳密な結果を再現することを示した。計算手法をまとめた論文は国際誌 (Physical Review B) に掲載が決まった。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 強相関係、量子シミュレーション、新アルゴリズム、負符号問題

#### 【テーマ題目7】 XMOS トランジスタのデバイスモデルの研究

【研究代表者】 小池 帆平 (エレクトロインフォマティクスグループ)

【研究担当者】 小池 帆平、中川 格、関川 敏弘、堤 利幸 (常勤職員2名、他2名)

#### 【研究内容】

回路技術の研究においては、回路の複雑な振る舞いを計算機に計算させる回路シミュレータが極めて重要なツールとなり、X MOS トランジスタのような新しいデバイスを用いた回路のシミュレーションを行うためには、そのようなデバイスの振る舞いを記述したデバイスモデルを新たに開発する必要がある。そのような X MOS トランジスタのデバイスモデルの提供は、X MOS トランジスタ技術を産業界に技術移転するにあたって必須と考えられる。本テーマでは、このような X MOS トランジスタのデバイスモデルの開発を行っている。

平成18年度は、X MOS トランジスタデバイスモデルの実用化を目指して、次世代 MOS モデル候補の一つとして有名な HiSIM を開発した広島大学研究グループとの共同研究の一環として、様々な回路シミュレータへの移植の容易な、Verilog-A 言語を用いて記述したデバイスモデルを開発した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 MOS トランジスタデバイスモデル、回路シミュレーション

#### 【テーマ題目8】 パワー・リコンフィギュラブル機能を有する Flex Power FPGA の開発

【研究代表者】 小池 帆平 (エレクトロインフォマティクスグループ)

【研究担当者】 小池 帆平、日置 雅和、河並 崇、中川 格、関川 敏弘、堤 利幸、松本 洋平 (常勤職員4名、他3名)

#### 【研究内容】

4端子 X MOS の持つ電氣的なしきい値調整機能の実現という特長を巧妙かつ有効に活用し、X MOS トラン

ジスタの画期的なキラーアプリケーションとなることを目標としたチップとして Flex Power FPGA ((FP)<sup>2</sup>GA) チップの研究を行っている。

Flex Power FPGA ((FP)<sup>2</sup>GA) は、近年利用者の拡大に伴い市場が急速に拡大しつつあるリコンフィギュラブル LSI である FPGA (再構成可能ゲートアレイ) の基本的な構成要素である論理ブロック回路を X MOS トランジスタで構成し、回路の各部分のしきい値電圧の調節を可能として、高速性と低消費電力性を両立させることを可能とした FPGA であり、動作速度と消費電力という FPGA の最大の問題点を解決することのできるものである。

平成18年度は、前年度に試作した Flex Power FPGA 実験チップの評価を行い、目標どおりの動作を確認した。また、半導体特性ばらつきを回避するロバスト Flex Power FPGA 技術についての検討を開始した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 FPGA、リコンフィギュラブル、低消費電力、しきい値調節

#### 【テーマ題目9】 しきい値電圧をプログラム可能な超低消費電力 FPGA の開発

【研究代表者】 小池 帆平 (エレクトロインフォマティクスグループ)

【研究担当者】 小池 帆平、日置 雅和、河並 崇、松本 洋平、堤 利幸 (常勤職員3名、他2名)

#### 【研究内容】

スーパーコンピュータ (Cray XD1 など) から各種情報家電まで幅広い分野で大量に利用され、その重要度が増す FPGA (Field Programmable Gate Array: プログラム可能論理素子) において、デバイスの微細化スケールに伴う漏れ電流によって発生する静的消費電力を最小限にするための技術を開発する。本研究課題では、まず、FPGA の静的消費電力を最小化する手法として、FPGA を構成するデバイスのしきい値電圧を細粒度でプログラム可能とした超低消費電力 FPGA 「Flex Power FPGA ((FP)<sup>2</sup>GA)」を提案する。そして、(1) Flex Power FPGA アーキテクチャの検討、(2) 既存デバイス (バルク MOS) および将来デバイス (ダブルゲート MOS 等) を前提とした内部回路の検討、(3) LSI 試作サービスによる実証チップの設計・試作、(4) クリティカルパス上のデバイスのしきい値を適切に割り当てる省電力 CAD ソフトウェアの開発までを統合的に進め、1年目の基本動作を確認し概念を実証する基本チップの開発、次の2年間での段階的な改良を加えた一連の改良チップの開発を通じて、Flex Power FPGA の低消費電力性能を実証する。さらに、後半2年間では、動的リコンフィギュラブル技術、制御性の高いデバイスの採用等の新たな技術と融合した発展チップを開発することによ

って、FPGA の消費電力を100分の1以下に低減させ、低消費電力型高速大容量情報処理システムの基盤技術の確立を目指す。

平成18年10月からの研究開始に先立ち、研究用ソフトウェアツール Flex Power VPR の開発、これを用いたシミュレーション評価、基本構成要素のみを集積した実験チップの開発などを行なってきた。平成18年度は、実験チップの性能測定、基本構成要素の性能を測定するための TEG チップの開発、基本チップアーキテクチャの検討、今後開発するチップのための実験環境の構築など基本チップ開発の準備を進めてきており、今後、基本チップの開発へと進む見通しである。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】FPGA、リコンフィギュラブル、低消費電力、しきい値調節

【テーマ題目10】High-k 絶縁膜／Si 直接接合技術の開発

【研究代表者】安田 哲二

(先端デバイス材料グループ)

【研究担当者】安田 哲二、宮田 典幸

(常勤職員2名)

【研究内容】

LSI のゲートリーク電流を抑制し低消費電力化を実現するために開発が進められてきた高誘電率 (High-k) ゲート絶縁膜の実用化が間近に迫っている。High-k 絶縁膜をシリコン上に形成する場合、1 nm 厚前後の SiO<sub>2</sub>系の層を界面に挿入することによって、High-k 絶縁膜導入による界面特性の劣化を防ぐのが一般的である。しかし、将来、ゲート絶縁膜の実効酸化膜厚さを1 nm 以下に縮小するためには、SiO<sub>2</sub>系の界面層を挿入することなく、良好な界面特性を得る技術が必要である。

本テーマでは、超高真空下での電子ビーム蒸着によりシリコン上に Hf 膜を形成し、これを10<sup>-4</sup>Pa 台の酸素分圧下で熱処理することにより、HfO<sub>2</sub>とシリコンを直接接合する技術を開発した。この界面は、SiO<sub>2</sub>系の界面層が存在しないにもかかわらず、良好な金属-絶縁体-半導体 (MIS) 容量特性とリーク電流特性を示した。その詳細な解析から、直接接合界面に特徴的な界面ダイポール形成、付加的なゲート容量成分およびコンダクタンス成分が存在することを明らかにした。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】High-k 絶縁膜、界面ダイポール、リーク電流、界面準位

## ⑤【光技術研究部門】

(Photonics Research Institute)

(存続期間：2001.4～)

研 究 部 門 長：渡辺 正信

副 研 究 部 門 長：八瀬 清志、鳥塚 健二

上 席 研 究 員：土田 英実

主 幹 研 究 員：大柳 宏之、西井 準治

所在地：つくば中央第2、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば東、関西センター

人 員：67名 (65名)

経 費：961,435千円 (397,908千円)

概 要：

### (1) 当部門のミッション

21世紀を安全・安心で快適な社会とするに必要な高度情報化の推進と新産業創出に寄与するため、光の特性を最大限に生かすことによる情報・通信システムの高度化、及び情報・通信システムと実世界との情報の授受の高度化に資する技術の研究開発を推進する。

### (2) 研究開発の概要

情報通信、ディスプレイ、入出力、情報記録、センシング・計測・イメージング等の各産業分野において光技術の貢献が期待されている。一方、光技術研究部門のコア技術としては、超高速光技術、光計測・制御技術、化合物半導体や有機半導体及びガラス材料のデバイス化技術等が挙げられる。これらの内外のニーズとシーズを鑑み、光技術研究部門が第二期に重点的に取り組むべき課題として以下の3つを設定する。

#### a) 光 IT 技術

国としての基幹インフラであり、今後の情報産業発展の土台となる情報通信の大容量化のため、超高速光通信デバイス・情報処理技術を中心とし、超小型光回路、通信セキュリティ技術等を開発する。公衆通信に加え、コンピュータ間の情報伝送や放送分野等への応用も視野に入れる。

a-1) テラビット (Tb/s) 級大容量光通信技術のための光信号処理技術の開発を行う。第二期中の実用化を目指して160 Gb/s 以上の光劣化信号の再生 (3R : Reamplification, Reshaping and Retiming) 等の光信号処理技術の開発を進める。

a-2) 発光素子、光スイッチ、フィルタ、増幅素子、バッファメモリ等の光デバイスおよび集積化のためのナノフォトニクス技術による超小型光回路技術を開発する。

a-3) 量子暗号通信鍵配布や量子論理素子等、光技術による量子情報技術開発を推進する。

#### b) 光インターフェース技術

将来のユビキタス高度情報化社会を支え、急速に市場が伸びているディスプレイに代表される情報家電産業の発展に資するため、フレキシブルなディス



ブレイや入出力素子、光回路、光波制御素子等の研究開発を行う。

b-1) 有機・高分子系材料の特長を活かした印刷法によるフレキシブルなディスプレイ用薄膜トランジスタの開発を行う。

b-2) 受光・発光・表示素子、メモリー、光スイッチ、フィルタおよび光導波路等の有機・高分子を主体とする素子開発およびそれらを一体化した光回路作製技術を開発する。

b-3) サブ波長レベルの微細構造により、無反射・無収差等の高機能性を持つ光波制御素子作製技術を開発する。

c) 光フロンティア技術

次の産業創出のキーテクノロジーを生み出すため、強いシーズ技術をベースに、先端的光技術の開拓、分野融合による新技術開拓、将来を切り開く斬新なシーズ技術創出を行う。

c-1) アト秒も視野に入れた超短光パルスの発生・制御・計測のフロンティア技術を開拓し、超高速技術を先導する。

c-2) レーザープロセス、加工技術の高度化により、大面積かつ微細な構造の形成技術を開発する。

c-3) ライフサイエンス分野との融合により、光計測・情報処理技術を応用したメディカルイメージング・バイオセンシング技術等の開発を行う。

c-4) 将来を切り開く斬新なシーズ技術を創出する。

外部資金：

経済産業省 原子力試験研究委託費

「低エネルギー光子による物質制御に関する研究」

「真空紫外軟 X 線コヒーレント超高速光計測技術の研究開発」

総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度

「任意タイミング読み出し可能光バッファを目標としたフォトニック結晶光回路の開発」

独立行政法人情報通信研究機構 (NICT) 高度通信・放送研究開発委託研究

「光通信波長帯量子制御光変復調技術の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (受託)

「革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム 次世代光波制御材料・素子化技術」

「革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム・超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」

「エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／省エネ超短パルスレー

ザーの研究開発」

(助成金)

「高緻密高絶縁性を有する酸化物薄膜のフィルム上塗布作成技術の開発」

「高感度光検出型メンタルヘルスケアチップの開発」

「石英ガラスのレーザー光化学加工による高機能微細デバイス作製技術の開発」

「蒸散モニターによる農作物の高効率精密生産に向けた三次元ナノポーラスフィルムセンサーデバイス技術の開発」

「三次元ディスプレイを指向した空間発光媒体の開発」

「真空スプレー法を用いた高分子型 EL 素子製造装置の開発」

「高性能なプリンタブル n 型有機薄膜トランジスタの開発と有機 CMOS への応用」

文部科学省 科学研究費補助金

「レーザー転写を用いた酸化物ガラス微小球のオンデマンド作製技術の開発」

「構造制御型有機薄膜メモリーの創製」

「分子材料の二光子吸収特性の計算化学的研究」

「ナノチューブ含有非線形導波路デバイスの新構築法の開拓と高機能化」

「光-分子強結合反応場のための微細光学素子の創成と集積化」

「光刺激による超分子キラリティの発現とその応用」

日本学術振興会 (JSPS) 科学研究費補助金・特別研究員奨励費

「高温超電導物質における電子格子相互作用に関する研究」

「透明材料のレーザーアブレーションによる中空光導波路及び高機能光デバイスの作製」

「蛍光性半導体ナノ粒子を含有する微小ガラスビーズへの抗体分子の接着と活性の保持」

「レーザーパルスによる生細胞内ナノサージェリー」(二国間)

「高効率半導体量子ドット発光素子の研究」(二国間)

独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 委託費 (CREST)

「偏波に基づく多光子間量子もつれ合い技術の開発」

「光パルス合成による任意光電場波形生成とその計測」

「3次元表示デバイスの高性能化・高解像度化に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構 (JST) 大学発ベンチャー

「蛍光試薬用高輝度ナノ粒子分散ガラスビーズの開発」

National Institutes of Health 助成金 (NIH グラント)

“Shape Control of Nanocrystalline Bacterial Magnetite”

Human Frontier Science Program 助成金 (HFSP グラント)

“Structure and Function of Candidate Magnetite-Based Magnetoreceptor Cells”

Agouron Institute 助成金 (Agouron グラント)

“Multidisciplinary Study of the Precambrian Biosphere and Surficial Oxygenation, Kaapvaal Craton, South Africa”

内部グラント 標準基盤研究

「ホログラム記録材料の光学的特性測定方法」

発 表：誌上発表217件、口頭発表356件、その他51件

#### 情報通信フォトニクスグループ

(Information Photonics Group)

研究グループ長：土田 英実

(つくば中央第2)

概 要：

- ・目的：情報通信ネットワークの大容量化・高度化に資すること目的として、光信号処理・計測技術、量子通信技術に関して、サブシステム化まで視野に入れた研究開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：全光信号処理ノードや超高速光伝送による通信ネットワークの大容量化・高機能化、および量子力学的効果の利用による通信のセキュリティ向上に寄与する。
- ・国際的な研究レベル：半導体デバイスをベースとする光信号処理・計測技術は、将来の集積化や消費電力低減の観点で独自性、優位性がある。光通信波長帯における光子検出、および量子もつれ状態の発生・検出・伝送に関して、世界最高水準の技術を有している。

研究テーマ：テーマ題目 (a-1)、テーマ題目 (a-3)

#### 光電子制御デバイスグループ

(Ultrafast Optoelectronic Devices Group)

研究グループ長：小森 和弘

(つくば中央第2)

概 要：

- ・目的：次世代大容量情報通信用の超高速デバイス及び将来の量子情報通信用の革新的デバイスを開発することを目的としている。特に、新材料・新構造（量子ナノ構造・フォトニック結晶）作製技術と超高速光電子制御・計測技術を用いて、ナノフォトニクス集積デバイスの研究開発と超高速周波集積デバイ

スの研究開発を重点研究として行う。

- ・意義、当該分野での位置づけ：新規光電子デバイスを用いて、通信ネットワーク・機器内インターコネクションの大容量化・高機能化、及び産業競争力強化に資する。
- ・国際的な研究レベル：ナノ構造（量子ドット、フォトニック結晶）作製技術、デバイス作製技術、超高速光計測・制御技術を用いた下記の研究を展開し、世界最高レベルの成果を得ている。

①ナノフォトニクス集積デバイスの研究開発

1-1) ナノ材料・デバイス技術：量子ドットレーザー

1-2) 光集積回路技術：フォトニック結晶集積デバイス、半導体異種材料貼合せデバイス

②超高速周波集積デバイスの研究開発

2-1) ナノ FET 素子&超高速周波発振素子：新型ナノ FET

2-2) 超高速周波回路&アンテナ設計&超高速周波計測技術開発：アンテナ一体超高速周波発振器

研究テーマ：テーマ題目 (a-1)、テーマ題目 (a-2)

#### ハイブリッドフォトニクスグループ

(Hybrid Photonics Group)

研究グループ長：森 雅彦

(つくば中央第2)

概 要：

- ・目的：将来の光通信システムで必要とされる高機能、かつ低コストで製造可能な光通信デバイスの基盤技術、及びそれらのデバイス化、システム化技術の開発を目的とする。
- ・意義、当該分野での位置づけ：新規デバイスを用いて、光通信ネットワーク・光インターコネクションの大容量化・高機能化、及び産業競争力強化に資する。
- ・国際的な研究レベル：有機半導体光（物性・デバイス）の評価技術、作製・プロセス技術として世界トップレベルの技術を有している。また、カーボンナノチューブ可飽和吸収素子、カーボンナノチューブのポリマーへの分散化技術等は世界最高の技術である。

研究テーマ：テーマ題目 (a-2)

#### 光波制御デバイスグループ

(Nano-structured Photonic Device Group)

研究グループ長：西井 準治

(関西センター)

概 要：

- ・目的：本グループは、ガラス、樹脂等の透明材料をベースにして、スカラー領域および共鳴・サブ波長領域に分類される周期構造素子や量子サイズ効果を駆使した発光素子の研究開発に取り組んでおり、情

報家電や各種センサー用光入出力機器への応用を目指している。

- ・意義、当該分野での位置づけ：次世代光学素子の基盤技術開発に取り組み、情報家電や情報通信分野の光学入出力システムの高度化に貢献する。

- ・国際的な研究レベル

(1) ガラスインプリント法で、周期300 nm の1次元矩形構造を形成し、光の偏向状態を制御する波長板としての機能を発現することに成功。

(2) 干渉露光法によって、曲面炭化ケイ素モールドの表面に周期300 nm の2次元錘形を形成し、新規に開発した高屈折・低軟化点ガラスからなる反射防止レンズの成型に成功（世界初）。

研究テーマ：テーマ題目（b-3）

### 有機半導体デバイスグループ

(Organic Semiconductor Devices Group)

研究グループ長：鎌田 俊英

（つくば中央第4、第5）

概要：

- ・目的：次世代ヒューマンインターフェース情報端末機器に必須となる、耐衝撃性・好接触感・拡張性・低消費電力・低生産エネルギーなどの特性を有するフレキシブル入出力・制御デバイスの創製技術の開発を目指し、そのためのキーテクノロジーとなる「フレキシブル・プリンタブル半導体デバイス創製技術基盤」を開発する。
- ・意義、当該分野での位置づけ：従来の情報端末機器の更なる高度化に加え、新規に紙をベースとした情報端末の電子化を可能にさせるなどして、ユビキタス情報端末機器の大量普及化を促進し、IT 技術の裾野拡大・社会への浸透普及促進に貢献する。
- ・国際的な研究レベル：世界初の有機 TFT 駆動カラーLCD の開発、世界初のフレキシブル印刷メモリアレイの開発、新規印刷バイオセンサ、全印刷無線タグの開発など、フレキシブル・プリンタブルデバイスを作製する技術は、世界最高レベルの評価を得、当該技術分野の牽引役を果たしている。

研究テーマ：テーマ題目（b-1）、テーマ題目（b-2）

### 分子薄膜グループ

(Molecular Thin Films Group)

研究グループ長：阿澄 玲子

（つくば中央第5）

概要：

- ・目的：有機分子・高分子が有する光電子機能を最大限に活かし、軽量、フレキシブルで耐衝撃性等に優れ、かつ低消費エネルギーで製造・駆動が可能なディスプレイ、トランジスタ、光部品等の研究開発を行う。

- ・意義、当該分野での位置づけ：有機デバイスの実用化に寄与する。

- ・国際的な研究レベル：有機電界発光（EL）素子と光電変換素子と一体化させた外光取り込み型有機 EL や、摩擦転写法を用いた偏光高分子 EL 素子など、他に例がないオリジナル高性能素子を実現している。また、溶媒に可溶な n 型有機半導体を用いた薄膜トランジスタや、貴金属を含まない色素を用いた色素増感太陽電池の性能では世界トップクラスである。さらに、複数グループによる、光非線形性を利用した3次元ディスプレイ研究の中核となっている。

研究テーマ：テーマ題目（b-1）、テーマ題目（b-2）

### レーザー精密プロセスグループ

(Laser-Induced Materials Processing Group)

研究グループ長：八瀬 清志、新納 弘之

（つくば中央第5）

概要：

- ・目的：光の特性を最大限に生かすことによって新産業創出に寄与することを目標として、石英ガラス等透明材料の微細加工プロセスなどの先端的レーザー精密プロセスを駆使した高付加価値化加工手法の開発、及び新機能デバイスプロトタイプ作製の通じて、材料加工プロセスの高度化技術の研究を推進する。
- ・意義、当該分野での位置づけ：情報通信・化学／医療などの先進産業分野におけるデバイス製造に寄与する。
- ・国際的な研究レベル：当研究チームにおいて独自に開発してきたレーザー誘起背面湿式加工法による石英ガラス等透明材料の微細加工プロセスは、国際的に注目される技術であり、また、その特性を生かしたマイクロ流体デバイスやバイオ分析デバイスなどのプロトタイプ試作は極めて先進的な取り組みで、企業への技術移転を進めて実用化に成功した。

研究テーマ：テーマ題目（c-2）

### デバイス機能化技術グループ

(Photonic Device Application Group)

研究グループ長：谷垣 宣孝

（関西センター、つくば中央第2）

概要：

- ・目的：高度な材料プロセス技術及び精密・高感度計測技術を駆使し、分子配向・ナノ構造を有する高分子材料の創製、機能化、光物性測定を行い、光デバイスの開発を目指す。また、光計測技術の実用化を目指し、新規計測技術・装置の開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：ディスプレイなどのヒューマンインターフェイスデバイス開発に寄与



る。また、新規計測技術はライフサイエンス、ナノテクノロジーへ応用される。

- ・国際的な研究レベル：摩擦転写法、蒸気輸送法、真空スプレー法などのオリジナルのプロセス技術を用いた有機デバイス開発。蛋白質と半導体の結合による高感度・高密度光受容素子の開発。また、計測技術に関しては超偏極希ガス利用の NMR・MRI 応用では世界のトップレベルであり、走査型力検出 NMR 顕微鏡など新しい方式に基づく装置開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-2)、 テーマ題目 (c-3)、

### 光電子プロセスグループ

(Photonic Process Group)

研究グループ長：太田 浩二

(関西センター)

概 要：

- ・目的：先進的な光計測技術を駆使することで材料内での光電子過程を理解し、また得られた光電子物性向上に関する情報を、光加工及び光デバイス応用へとつなげていくことを目的とする。
- ・意義、当該分野での位置づけ：
  - (1) 将来的な三次元（多層）光ストレージメモリ等のための基盤的材料技術として、高感度二光子吸収材料の開発とその評価、及び (2) 独自の多層膜 FZP 方式による高エネルギー X 線用集光素子の開発とその X 線顕微鏡への応用展開に取り組んでいる。
- ・国際的な研究レベル：
 

材料の二光子吸収特性の評価技術に関しては、国際的にも有数の研究機関と認識されており、国内外との共同研究を通して、将来の多層光記録に有望な化合物の開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-2)

### 超短パルスレーザーグループ

(Ultrafast Lasers Group)

研究グループ長：鳥塚 健二

(つくば中央第2)

概 要：

- ・目的：パルス光波合成等の新技術を開発し、未踏領域の光パルス発生、制御技術を開拓することで、超高速技術を先導する。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光パルスを利用した、計測や物質プロセスに資する技術である。主な研究内容は、(1) パルス光を電界波形のレベルで制御するパルス内光波位相（キャリアエンベロープ位相；CEP）制御とパルス圧縮・増幅の技術、(2) パルス光波合成に繋がる、異波長光の精密タイミング制御と位相制御の技術、及び(3) 超短パルスレーザーの普及に向けた、レーザー高効率化とパルス利用の技

術。

- ・国際的な研究レベル：超短光パルスの発生、制御技術に関するトップグループの一つ。特に、異波長パルス光間の位相制御及びタイミング制御は当所が先導して開拓してきた技術で、最高の時間精度を有する。また、固体レーザー増幅パルスについて世界最短パルス記録を保持している。さらに、パルス内光波位相（CEP）制御光の増幅をウィーン工大に次ぐ2番手で実現したが、再生増幅器と回折格子ストレッチャーを組合せた高出力化が可能な方式である点に特長がある。

研究テーマ：テーマ題目 (c-1)

### 光画像計測グループ

(Advanced Optical Imaging Group)

研究グループ長：白井 智宏

(つくば東)

概 要：

- ・目的：産業上有用で新規な光画像計測技術を研究開発する。具体的には、補償光学等による光波面制御技術、画像分光技術、それらの医療診断（眼底カメラ）への応用、多層構造の光学部品の形状や機械部品の表面形状の計測、などを行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光の共通基盤技術の研究開発によって新産業創出や福祉高齢社会の達成に貢献する。
- ・国際的な研究レベル：光波面を補償したり制御する技術、波長走査干渉計の解析アルゴリズム等において国際的に競合している。

研究テーマ：テーマ題目 (c-3)

### バイオフィotonicsグループ

(Bio-Photonics Group)

研究グループ長：牛島 洋史

(つくば中央第5)

概 要：

- ・目的：「光情報技術」と「ナノバイオテクノロジー」の融合により、大量の情報を並列的に短時間で処理し、高密度集積化できる「光検出型ナノバイオ素子」の開発及びその関連技術の確立を目指す。
- ・意義、当該分野での位置づけ：バイオ関連物質の非特異吸着と、吸着による変性を防ぐため、シリコンをセンシング界面に適用可能な、光導波モードによる検出機構を開発した。具体的には、従来の表面プラズモン共鳴（SPR）センサではセンシング界面が金であるため、タンパク等の変性が避けられなかったが、金蒸着膜上に積層したシリコンをセンシング界面と導波路として用いることでタンパクの非特異吸着を防ぐとともに、従来比4倍の高感度化に成功した。

- ・国際的な研究レベル：ゲノム創薬等のため、ヒト遺伝子の機能解明やヒトを特徴づける遺伝情報の抽出、さらには健康や長寿関連遺伝子の同定などが重要な課題となっている。その必須のツールが DNA チップと呼ばれるマイクロアレイである。産総研では、センシングとイメージング、情報記録を三位一体に光を使って行うという新規な次世代型マイクロアレイの開発を行っており、ソフトリソグラフィを用いた高集積化技術及びエパネッセント場を利用した高感度化技術において世界トップレベルである。

研究テーマ：テーマ題目（c-3）

#### 〔テーマ題目 a〕光 IT 技術

（運営費交付金、資金制度（外部）  
（NiCT 委託研究：光通信波長帯量子制御光変復調技術の研究開発、総務省 SCOPE：任意タイミング読み出し可能光バッファを目指したフォトニック結晶光回路の開発、CREST：偏波に基づく多光子間量子もつれ合い技術の開発、など）、及び企業と共同研究などで行っている「光 IT 技術に関する研究」）

〔研究代表者〕 土田 英実

（上席研究員、情報通信フォトニクスグループ長）

〔研究担当者〕 大柳 宏之、小森 和弘、森 雅彦、他（常勤職員17名、他10名）

#### 〔研究内容〕

a-1) テラビット（Tb/s）級大容量光通信技術のための光信号制御・デバイス技術の開発

第二期中の実用化を目指して40～160 Gb/s で動作可能な光信号処理技術、実装可能な160 Gb/s 以上の光スイッチデバイスの開発を進める。平成19年度は、光3R 再生における光クロック抽出技術を高度化し、分周成分を含まない40 Gb/s データ信号から20 GHz クロック抽出を可能にした。ISBT 光スイッチのシミュレーション技術を開発し、位相シフト量の高精度評価を実現した。

a-2) ナノフォトニクス技術・フォトニック結晶技術による超小型光回路開発

新しい材料や量子構造の創製技術を確立し、次世代情報通信技術に資する未踏技術領域での光電子デバイスを実現することを目的とし、高品質な新材料や量子ナノ構造の作製技術を基に、次世代の光スイッチ、フィルタ、増幅素子、バッファメモリ等の光デバイス及び集積化のための、プロトタイプの試作、実証を行う。

平成19年度には、ファブリペロータイプの量子ドットレーザとして世界最小閾値電流を達成した。さらに、異種材料接合技術を用いて Si 基板上に化合物半導体2次元フォトニック結晶および、高密度・高均一量子ドットの集積を実現した。また、フォトニック結晶技術を用いて

全長4.6ミクロンの光スイッチを実現した。超小型高周波発信機としては、100 nm ゲート新型負性抵抗素子の電流室温動作と100 GHz 超発振可能な高負性アドミタンス動作を実現するとともに、アンテナ一体型オンウエハー発振器デバイスの試作を行った。

有機半導体マイクロリングレーザー共振器での発振閾値低減を改善、閾値低減を阻害している主要因を同定するとともに、カーボンナノチューブ分散ポリイミド光導波路のシングルモード化、および非線形特性の偏波無依存化を実現した。

a-3) 量子暗号・情報通信技術の高度化

情報通信のセキュリティ向上や大容量化に資するため、2光子量子もつれ状態の発生技術、及び光子数識別検出器の開発を行う。平成19年度は、パラメトリック変換による2光子もつれ状態発生の高品質化を行い、忠実度96.8 %を得た。校正を必要としない光子検出器の量子効率評価技術を開発した。応答時定数300 ns、繰り返し周波数400 kHz、光子数分解能0.85の光子数検出技術を開発した。

〔分野名〕情報通信分野

〔キーワード〕超高速光信号処理、光3R 再生、超高速光スイッチ、フォトニック結晶、光導波路、ナノ構造デバイス、量子ドット、電界効果トランジスタ(FET)、有機レーザ、カーボンナノチューブ、光子検出、高感度光センサ、量子暗号通信

#### 〔テーマ題目 b〕光インターフェース技術

（運営費交付金、NEDO 委託研究費（高効率有機デバイスの研究、超フレキシブルディスプレイ部材技術開発、次世代光波制御材料・素子化技術）及び民間企業と共同研究などで行っている「光インターフェースに関する研究」）

〔研究代表者〕 八瀬 清志

（副研究部門長、レーザー精密プロセスグループ長）

〔研究担当者〕 西井 準治、鎌田 俊英、阿澄 玲子、谷垣 宣孝、太田 浩二、他（常勤職員30名、他19名）

#### 〔研究内容〕

b-1) 有機・高分子系材料薄膜トランジスタ及び表示素子の開発

有機・高分子系材料の特長を活かした印刷法による大面積・フレキシブルな薄膜トランジスタ及び表示素子等の開発を行う。ヒューマン・フレンドリーな光電子デバイスのフレキシブル、低コスト、低消費電力かつ高性能の有機デバイスの創製のため、フレキシブル・ディスプレイ、印刷法を用いて作製する有機トランジスタ、外光を取り込むことで高効率に発光する有機EL素子及び酸

化物ガラスへの半導体超微粒子の分散による高輝度発光体等の研究を行う。平成19年度には、マイクロコンタクトプリント法による有機薄膜トランジスタ作製のための各種インク材料の高性能化を行った。また、PETフィルム上に100℃以下の低温で、 $6 \times 10^{-6} \Omega \text{cm}$ の低抵抗率を示す印刷配線技術の開発に成功した。

b-2) 素子、光導波路等を一体化した光回路作製技術の開発

受光・発光・表示素子、光スイッチ、フィルタ及び光導波路等を一体化した光回路作製技術等の要素技術の研究開発するとともに、次世代光部品としての、合分波（パッシブ）及び光スイッチ（アクティブ）光導波路の開発を行う。平成19年度には、当所で開発した真空スプレー法による製膜装置を完成させ、有機電界発光デバイスの試作に成功した。

b-3) ナノスケール加工・修飾・計測技術の開発

フレキシブル情報家電用のガラス、プラスチック等透明基板のナノスケールでの加工・修飾・計測技術を開発する。平成19年度には、ガラスインプリント方式で、表面に周期300 nmの2次元錘型が形成されたレンズの成型に世界で初めて成功し、可視域での反射率0.2%以下を実現した。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス分野、ナノテクノロジー・材料・製造分野

〔キーワード〕 有機半導体、有機デバイス、有機 TFT、有機 EL

〔テーマ題目 c〕 光フロンティア技術

（運営費交付金、資金制度（外部）  
（JST-CREST 委託：光パルス合成による任意光電場波形生成とその計測、  
NEDO 委託：省エネ超短パルスレーザーの研究開発、NEDO 産業技術研究助成事業：高感度光検出型メンタルヘルスケアチップの開発、など）もしくは民間と共同研究などで行っている「光フロンティア技術に関する研究」）

〔研究代表者〕 鳥塚 健二

（副研究部門長、超短パルスレーザーグループ長）

〔研究担当者〕 新納 弘之、白井 智宏、牛島 洋史、他（常勤職員20名、他16名）

〔研究内容〕

c-1) 超短光パルスの発生・制御・計測の研究開発

アト秒も視野に入れた超短光パルスの発生・制御・計測のフロンティア技術を開拓し、超高速技術を先導することを目的として、光波位相や光パルスのタイミング等を精密制御し、超短光パルス光源の極限性能の追求や、新しい概念に基づく計測・物質操作技術を開発する。パルス圧縮が主流である超短光パルス発生技術に、パルス

光波合成の手法を導入して電界波形を制御することで、超短光パルス技術の新しい展開を図る。

平成21年度までの第2期で、異波長光パルスの合成により、5フェムト秒（fs）以下パルスの発生を行うとともに、パルス特性精密制御技術を開発し、増幅パルスでタイミング精度3 fs、パルス内光波位相（CEP）精度0.2 rad を得ること、また、光イオン化等の物理過程で、これらの光パルス発生制御技術の効果を確認することを目指す。

平成19年度には、パルス内光波位相とタイミングが同時に精密に同期した異波長コヒーレント光の増幅を目指して、Yb ドープファイバーによる高効率の励起用超短パルスレーザーを開発した。Yb ファイバーレーザーにおける最短記録である28 fs パルスの発生に成功した。

c-2) レーザー微細加工技術

レーザープロセス、加工技術の高度化により、大面積かつ微細な構造の形成技術を開発する。

平成19年度には、当所独自のレーザー微細加工 LIBWE 法による省工程型マイクロ流路チップ作製技術について民間企業への技術移転を進め、実用化に成功した。

c-3) 光計測・情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の開発

ライフサイエンス分野との融合により、光計測と情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の新しい技術創出を目指して、高機能眼底カメラ、及びケミカル・バイオセンサーデバイスの研究開発を行う。

眼底カメラの高機能化については、分解能を飛躍的に向上させるための医療用の補償光学技術、及び眼底の機能情報をマッピングするための眼底画像分光（分光イメージング）技術の開発を行い、眼底カメラへの実装を目指す。

平成19年度には、臨床に適したコンパクトな走査型眼底分光イメージング装置のプロトタイプを試作した。また、網膜血管の白濁・反射亢進の定量化について、動脈の直径に対する血柱反射の幅の比を、分光データを用いて求める手法を確立した。さらに、血中ヘモグロビンの酸素飽和度推定のためのアルゴリズム開発において、臨床現場での使用を考慮した高速のデータ処理技術を確立した。

ケミカル・バイオセンサーデバイスについては、金属ナノ微粒子をマーカとする高感度プラズモン共鳴（SPR）イメージング法と表面ナノ微細加工を組み合わせることにより、従来チップに無かった高感度・高速・高密度集積型のケミカル・バイオチップ実現を目指す。平成19年度には、基盤表面上で蛍光誘導体化した、ストレス関連物質であるカテコールアミンを、プラズモンによる蛍光増強により、 $10^{-11} \text{ mol dm}^{-3}$ という超低濃度で検出することに成功した。



【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス分野、計測標準分野

【キーワード】超短パルスレーザー、補償光学、画像分光、眼底イメージング、バイオセンサー、表面プラズモン

#### ⑥【人間福祉医工学研究部門】

(Institute for Human Science and Biomedical Engineering)

(存続期間：2001.4～終了日)

研 究 部 門 長：赤松 幹之

副 研 究 部 門 長：本間 一弘、関 芳明

上席・主幹研究員：佐川 賢、山根 隆志

所在地：つくば中央第6、東事業所、関西センター

人 員：64名（61名）

経 費：896,059千円（388,079千円）

#### 概 要：

人間福祉医工学研究部門では、健康長寿で質の高い社会や生活の実現に寄与する研究開発を行う。生活者としての人間や生体システムとしての人間の科学的理解を深めることにより、高度情報化された生活環境の中で少子高齢化を迎えた社会に暮らす人々のためになることは何であるかを見極めたうえで、人間の科学的理解によって得られた知見を基にした製品を人々の生活に導入することをミッションとする。

このミッションを果たすために、安全・安心な生活環境を創出する機器、使いやすい製品を設計することを支援する技術、健康増進のための機器、患者にとって安全で負担の少ない医療機器技術、医療高度化の支援技術などの研究開発を進め、人間生活及び医療福祉機器関連産業の育成・活性化に貢献する。

#### 課題1 人間生活における認知・行動の計測・評価技術の開発（人間生活工学分野）：

認知計測・解析技術を基盤として、低負荷でウェアラブルな認知計測技術を開発し、そのデータを用いて認知行動モデルを構築するとともに、行動分析技術を基盤として、情報機器利用行動プロセスの評価を実施し、情報獲得行動等のモデル化を行う。また、高臨場感環境に対応するために、感覚知覚機能計測技術を基盤として、複合感覚情報による生体作用評価を実施し、そうした情報による生体作用のモデル化を行う。これらのモデルを用いて、ユビキタス情報提示環境のユーザ適合性評価技術を開発するとともに、その過程において、関連するさまざまな問題解決の手法を提案する。

#### 課題2 高齢者・障害者のための標準化研究（人間

#### 生活工学分野）：

高齢者・障害者・消費者の、安全で快適な生活環境の実現に向けた技術開発に関する研究を遂行し、人間生活関連産業の育成・活性化のための標準的技術の確立を目的とする。そのため、人間の感覚知覚の分野において、高齢者・障害者の特性を人間工学的に計測し、そのデータベースを作成するとともに、それに基づいて、高齢者・障害者のニーズに対応した製品・環境の設計技術や、消費者の安全性を確保するための技術を開発し、その技術を国内外の規格として制定・普及させる。

#### 課題3 身体機能の回復・改善による健康増進技術の研究開発（健康福祉工学分野）：

活力ある高齢社会の実現に資するため、産総研独自の健康増進技術を構築することをねらいとして、動作や循環に係る身体調節機能を計測・評価する。さらに、これらの身体調節動態をモデル化するとともに、身体運動や睡眠がこれらの機能に及ぼす影響を解明することにより、機能回復・改善のための基盤技術を研究開発する。

#### 課題4 高次生理機能計測技術と高度診断治療機器技術の開発（医工学研究分野）：

より高精度で安全かつ効果的な診断を実現するため、疾病などに伴う組織構造及び代謝機能の変化を治療前後及び治療中に捉えるためのマルチモダリティ迅速計測及び微細生理機能計測技術、医師の第二の手として安全確実に病変部に到達・治療する高精度針穿刺・微細マニピュレーション技術及びそれら新規技術を安全に使いこなすための手術手技スキル評価・トレーニング手法を研究開発する。

#### 課題5 長期生体適合性を有する代替治療機器の研究開発（医工学研究分野）：

手術だけでは対応できないまでに機能を喪失した器官に対して、その機能を人工的に代替・再生する代替治療機器が必要である。そのため長期生体適合性と耐久性を有する人工臓器及び拒絶反応無く組織接着性・組織誘導性・抗感染性を持つ高機能生体材料の研究開発を行うとともに、標準化、ガイドライン策定等の産業化支援を行う。

---

#### 外部資金：

経済産業省産総研室 公害防止等試験研究費「低周波騒音と苦情者感覚特性の現場同時計測・評価法の開発に関する研究」

経済産業省産総研室 地球環境研究総合促進費「衣服の影響に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「動的分類画像法を用いた詳細な顔情報処理時空間特性の可視化とその応用」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「意識的知覚のゲートウェイとしての心的構えの維持と非意図的制御に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「日常生活中の生理行動計測に基づくストレス評価手法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「生体と人工心臓のインタラクティブ治療制御法を核とした左心補助人工心臓の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「骨格筋の不活動に伴って変化する心循環調節機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「超音波加振に基づく MR マイクロエラストグラフィ技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「日常刺激の視覚探索における記憶の働きに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「中高齢者の膝関節痛低減に対する運動効果発現の機序に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「左前頭葉における非言語的遂行機能の解明：脳外科的技術による認知科学へのアプローチ」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「高齢者・障害者を考慮した聴覚情報環境の評価方法と情報提示手法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「医療安全の向上を目指した医療機器操作行動解析手法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「不均一温熱環境が睡眠時の人体に及ぼす影響の解明と住環境の安全で快適な空調計画」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「操作プロセスの脳内表象の多面的アプローチによる解明」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「聴覚障害者のイメージ言語処理特性を踏まえたウェブコンテンツのデザインと評価」

文部科学省 科学研究費補助金（萌芽）「中空糸膜利用による衣服内気流の性状解明に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（萌芽）「動作調節機能とその学習過程を模擬・評価するための神経筋系数理モデルの研究」

文部科学省 科学研究費補助金（萌芽）「第3の注意駆動原理の提案：言語的加重による知覚システムの直接制御」

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「視覚情報選択における行為システムの役割と視覚システムとの相互作用」

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「動的視覚環境での人間の知覚・行動特性に関するバーチャルリアリティ実験」

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「前頭葉における系列行為のメカニズムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「図を利用した手順学習環境を確立するための実験的研究」

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「重度難聴者のための骨導超音波による音の到来方向知覚支援に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 A）「体性感覚-運動関連機能の評価方法開発とその神経生理学的機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 A）「ヒトの心理生理反応の定量的計測による聴覚の動的処理機能解明」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金（国際共同研究助成事業（NEDO グラント））「大規模実世界データに基づく自動車運転行動信号処理の先導的研究」

National Institutes of Health（アメリカ国立衛生研究所） 助成金（NIH グラント）「骨粗鬆症治療のための生体材料 Mg/Zn/F-BCP」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金「ハイパーミラーによる遠隔技能トレーニングシステムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金「骨導超音波知覚を利用した重度難聴者のための新型補聴器の実用化開発」

経済産業省（平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型））「簡易型動脈硬化度評価システムの開発」

経済産業省（平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型））「生体材料構造評価装置の開発」

経済産業省医療・福祉機器産業室（医療機器開発ガイドライン策定事業）「平成19年度医療機器開発ガイドライン策定事業（医療機器に関する技術ガイドライン作成のための支援事業）」

経済産業省研究開発課（戦略的技術開発委託費）「平成19年度戦略的技術開発委託費（インテリジェント手術機器研究開発プロジェクト〈主要部位対象機器研究開発〉に係るもの）」

総務省（「戦略的情報通信研究開発推進制度」（SCOPE）競争的資金）「重度難聴者用の聴覚コミュニケーションツールの開発のための骨導超音波知覚現象の解明」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「エネルギー使用合理化技術戦略の開発/エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発/生活行動応答型省エネシステム（BeHomeS）の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノテクノロジープログラム/ナノテク・先端部材実用化研究開発/自己治癒力を誘導する抗感染性カテーテルの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「国際共同研究先導調査事業/アジア高齢者対応人工股関節の研究開発動向調査」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「生体親和性インプラントの力学的性能評価法に関する標準化調査事業」

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）「時間的変動のある視環境の心理的好ましさと脳活動の関係」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業（科学研究費補助金・特別研究員奨励費）「経皮デバイスの軟組織接着を向上させるためのセメン

ト質様構造表面層の形成」

日本学術振興会（JSPS）（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業（科学研究費補助金・特別研究員奨励費）「超短波帯の電磁波による生体内非侵襲計測技術の開発と生活支援への応用」

文部科学省 科学技術振興調整費（重点課題解決型研究等の推進）「重）組織医工学における材料・組織評価法の確立/画像化技術・材料技術からの評価アプローチ」

経済産業省標準課（産業技術研究開発委託費）「平成19年度産業技術研究開発委託費（アクセシブルデザイン技術の標準化）」

国立大学法人東京大学（NEDO からの再委託）「再生医療評価研究開発事業/三次元複合臓器構造体研究開発

内部資金：  
標準基盤研究「人間特性データ解析」

標準基盤研究「ロービジョンのための可読文字サイズの標準化」

標準基盤研究「触覚記号の最適サイズ推定方法の標準化」

標準基盤研究「製品の香りや匂いの官能評価のための嗅覚同定能力測定法の標準化」

標準基盤研究「年齢別聴覚閾値分布の標準化」

国際共同研究推進資金「赤外線ファイバーセンサーの開発と医学・生理学への応用」

発 表：誌上発表310件、口頭発表346件、その他47件

---

#### アクセシブルデザイン研究グループ （Accessible Design Group）

研究グループ長：倉片 憲治

（つくば中央第6）

概 要：

高齢社会における安全で快適な生活に関する研究を遂行し、人間生活関連産業の育成・活性化のために貢献することを目指す。このため、人間の感覚知覚の分野において、高齢者・障害者の特性を人間工学的に計測し、そのデータベースを作成するとともに、それに基づいて ISO/IEC ガイド71に推奨された高齢者障害者配慮の設計技術（アクセシブルデザイン）を開発する。さらに、その技術を国内外の規格として制定



し、アクセシブルデザインの普及を目指す。

研究領域は、聴覚、視覚、触覚の基本的な感覚知覚特性及びこれらの感覚情報から認識レベルにいたる過程の特性(言語理解、文字認識など)を対象とする。

具体的研究課題としては、音及び音声による案内技術、低周波を含む騒音特性の評価、低視覚（ロービジョン）のための視覚表示物の設計指針、IT 機器のアクセシビリティ、視覚障害者のための触覚情報表示技術などを実施する。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### マルチモダリティ研究グループ

(Multimodal Integration Research Group)

研究グループ長：氏家 弘裕

(つくば中央第6)

概 要：

人間の視覚、聴覚、味嗅覚、平衡覚及び運動感覚等の情報統合機構の解明と、人間の感覚知覚統合機能に適合した VR 環境等のマルチモーダル情報提示技術の開発を目指し、以下の研究を実施する。

(1) 情報提示効果の予測技術開発：

複数の感覚モダリティの情報提示による感覚知覚への効果について、機能性と快適性の観点から評価手法を検討し、マルチモーダル情報提示環境の向上に資する基礎データの収集と分類を行う。具体的には、視覚内モダリティの相互作用、視覚、聴覚、体性感覚等の感覚間情報統合過程の解明を行い、情報提示効果の基礎的検討を行う。さらに、口腔内での味覚、嗅覚、触覚の相互作用を解明するとともに、順応効果や応答潜時など味覚・嗅覚機能の基礎特性の解明を行う。

(2) リスク低減に資する知的基盤確立：

情報提示による生体影響に関するデータ収集とモデル化を行い、これに基づく健康面への影響評価技術を開発し、ISO 等での規格化に向けた活動を展開する。具体的には、マルチモーダル環境でとりわけ問題となるサイバー酔いについて、提示情報特性による影響と人間の個人差特性による影響を明らかにして、防止技術の基礎データを収集する。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2

#### 認知行動システム研究グループ

(Cognition and Action Research Group)

研究グループ長：熊田 孝恒

(つくば中央第6)

概 要：

認知行動システム研究グループでは、人間の認知・行動を1つのシステムととらえ、外界とのインタラクションによってダイナミックに変容する認知特性を解明し、その研究成果を社会に還元することを目的とす

る。

実生活場面における認知特性計測に関する研究として、日常生活空間をシミュレートした視覚刺激における人間の認知特性の研究に着手する。

高齢者・障害者の認知行動特性の応用技術に関する研究として、注意機能及び遂行機能にかかわる高次脳機能の低下や障害がマルチタスク遂行に及ぼす影響を心理物理実験及び脳機能計測により明らかにする。さらに、動作の微細な調節を担う錐体外路機能と認知行動表現系との関連に関する研究を実施し、加齢や脳機能障害を評価するためのツールの開発を推進する。

また、マルチタスク遂行時の認知行動特性の計測に関する研究として、トップダウン情報とボトムアップ情報との情報統合、マルチタスク間でのタスクスイッチングや注意資源配分などに関する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### ユビキタスインタラクショングループ

(Human Ubiquitous-Environment Interaction Group)

研究グループ長：北島 宗雄

(つくば中央第6)

概 要：

人間生活においては生活環境における情報化及び情報と通信の融合が進み、情報技術がオフィスばかりでなく生活の場へも浸透し、ユビキタス社会が実現しつつある。すでに、携帯電話や PDA、また ITS（高度道路交通システム）などの情報支援機器や行動支援機器、ネットワーク対応した家電機器の開発などが行われているが、その支援の恩恵を誰もが享受できるユビキタス社会を実現することが、社会的な要請となっている。

この要請に応えるために、ユビキタス機器利用時の人間の認知行動特性の理解を得ること、また、それに適合した情報支援・行動支援環境を創出することを目的として、生活行動の把握技術の開発、ユビキタスインタフェースの評価技術の開発を行う。さらに、これらの認知行動特性の理解に基づいて、ユビキタス社会における人間の活動を支援することのできるユビキタスインタフェースの開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 操作スキル研究グループ

(Skill Research Group)

研究グループ長：山下 樹里

(つくば中央第6)

概 要：

近年の情報技術の進歩により、言葉や画像で表現された情報は非常に速く広範囲に伝達されるようになった。これに対し、身体動作や道具の操作スキルの伝達・

教授方法は旧来のマンツーマンコミュニケーションに依存しており、情報化は遅れている。このため、例えば新しく高度な治療機器が開発されてもその普及速度は遅く、かつ伝達された操作スキルの質にも格差が生じるという大きな問題が生じている。

このため、身体動作・操作の行動計測及びその分析により、操作スキルレベルの客観的評価指標抽出及び効果的なトレーニング技術の開発を行うことにより動作・操作スキルの評価、伝達、教授手法の確立を目指す。

具体的には、身体動作・操作スキル教授場面として内視鏡下鼻内手術を取り上げ、精密疑似患者モデルを用いた手術操作スキル評価技術、スキルトレーニング技術の研究を医療機関と連携して行い、内視鏡下低侵襲手術の普及と安全性向上に資する。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目1

### 環境適応研究グループ

(Environmental Control Group)

研究グループ長：都築 和代

(つくば中央第6)

概要：

安全、健康で快適な睡眠を導く睡眠環境評価技術の確立を目指し、環境負荷低減を試みるために、不均一に温熱環境制御する評価技術に関する研究を行う。人工気候室に不均一温熱環境を設定し、被験者の睡眠時の生理・心理データを収集し、不均一環境が人体に及ぼす影響を解明する。さらに、不均一温熱環境下での快適性予測モデルや3次元人体熱モデルによる不均一温熱環境評価技術を用いて睡眠時の環境制御評価に拡張する。

また、実生活環境における生活行動の計測・評価技術の確立を目指し、四季にわたって衣服量や温冷感など主観申告調査並びに人の周囲温湿度の計測を1週間程度にわたって行い、季節順化の影響について明らかにする。また、実生活場面においての低侵襲・低拘束の心電図や睡眠解析のための睡眠評価技術の現場計測についても検討する。

さらに、高齢社会における環境適応のための生活環境評価技術に関する研究として、これまでに行ってきた製品の使いやすさや駅の使いやすさなどの主観評価のデータ収集に基づき製品及び生活環境のユーザビリティ指標構成を行う。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目2

### 身体適応支援工学グループ

(Physical Fitness Technology Group)

研究グループ長：横井 孝志

(つくば中央第6)

概要：

少子高齢社会において安全・安心で質の高い生活を実現することを目的に、加齢等による心身機能低下の抑制、並びに心身機能が低下した高齢者にも適合した生活環境の構築という2つの観点から、以下の研究開発を進める。

(1) 身体適応に関する研究開発：

個々人が積極的に生活できる健康長寿の実現をねらいとして、過度な利便性や加齢等に起因する心身機能の低下を可能な限り抑え、不規則化・多様化する生活や変動している生活環境に適応できる身体適応力を維持・改善するための研究開発を行う。特に、転倒予防や巧みな身のこなしに関係する動作系の適応力、立ちくらみや身体活動状態の急激な変化に対応できる循環系の適応力に関して、運動等に対する心身の反応を計測・評価する技術の研究やこれに基づいた機能改善技術を開発する。

(2) 環境適応に関する研究開発：

高齢者にも適合した生活環境の構築をねらいとして、人間の体格や動作の特性、あるいはこれらの加齢変化に配慮した生活空間、作業空間等の設計に資する人間特性の計測を行う。さらに、計測データに基づいた人間-環境系評価の技術に関して研究開発等を進め、これらを人間工学関連の標準化あるいは設計ガイドライン策定へと展開する。

研究テーマ：テーマ題目3

### くらし情報工学グループ

(Living Informatics Group)

研究グループ長（兼）：永田 可彦

(関西センター)

概要：

安全で安心できる健康的な生活を実現するためには、不規則で多様化している生活そのものを理解して、生活者の身体適応能力を維持・改善する生活空間の創出、あるいは少子高齢社会の中で皆が高い QOL を実現するための生活サポート技術の開発が必要になっている。そこで、日常生活を対象に生活者の行動・生理応答・認知応答を計測する技術の開発、得られた生活情報から生活者の状態を評価・理解する技術の開発、生活者の状態理解に基づいた人間に適した生活空間や生活サポートを提供する技術の開発を行う。

一方、健康的で高い QOL を維持・向上するためには、高齢者や障害者にとっても使いやすい製品・空間をデザインすることが必要になる。同時に、疾病等で低下した認知機能を高精度で計測・評価することが、正確な診断や効果的なリハビリテーションの実現に向けて重要である。そこで、人間が持つ共通基盤的な特性であるヒトの五感（聴覚、視覚、嗅覚、味覚、体性感覚）のみならず言語・記憶等の高次機能に関わる機能メカニズムの解明を脳磁界計測、脳波計測、VR を

用いた心理物理実験などの非侵襲的手法によって進める。また、このための要素技術として、脳神経活動を高精度に可視化する技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

### 生活支援機器グループ

(Assistive Device Technology Group)

研究グループ長：永田 可彦

(つくば東)

概 要：

高齢社会においては健康長寿への欲求は高く、安全・安心な暮らしを支援し、生活の質の向上を図るための生活製品が多く利用されている。しかし、それらの生活支援機器の過度な利便性が生活生存に必要な身心適応能力の低下を引き起こすという可能性は否定できない。そのため、個々人が積極的に生活できる活力を保ちながら健康長寿を実現するには、個々人の身体能力に応じた支援機器が必要となる。

このため、人間の科学的理解によって得られた知見を基にして、生活の場面で使用できる簡易で無侵襲な体内構造・機能測定装置の開発や高齢者や障害者の身体能力に適切に対応した、斬新な駆動機構を持つ乗りやすい自転車や、手の表情が変化する能動装飾義手などの生活支援機器の開発を行う。

また、機器が人間に接する場合の適切な動作に関する知見、福祉機器開発における知財関連の知見などを活用し、産業界への円滑な技術移転を行うための技術のブラッシュアップにも積極的に取り組む。また、機器が人間に接する場合の適切な動作に関する知見、福祉機器開発における知財関連の知見などを活用し、産業界への円滑な技術移転を行うための技術のブラッシュアップにも積極的に取り組む。

研究テーマ：テーマ題目1

### 医用計測技術グループ

(Biomedical Sensing and Imaging Group)

研究グループ長：本間 一弘

(つくば東・つくば中央第6)

概 要：

高齢社会においては等しく健康の延伸と長寿の達成が社会的要請となっており、「健康長寿で質の高い社会や生活の実現に寄与する研究開発」の一環として、「精密診断による安全かつ効果的な医療の実現」や正確な診断を施すための「高次生理機能計測技術の開発」を推進する。

具体的には、医工連携を基軸として、脳神経系、心臓血管系、筋肉骨格系における疾病の迅速な診断及び脳機能障害の検査法や的確なリハビリ診断を支援・実現するための関連技術の研究開発として、超高速 MRI、光、超音波、微小電極、X 線 CT 技術な

どの計測技術を高度化し、それらをマルチモダリティ化することによって創生される新しい診断情報の提供を実現する。

また、これらの開発技術を活用して、臨床医学（無侵襲診断、術中診断など）、基礎医学（脳神経系の機能障害、修復過程の解明など）及び人間工学（高齢者の機能計測・リハビリ効果の定量測定法の開発など）における研究の推進と企業における製品化に直結する実用化を図る。

研究テーマ：テーマ題目4

### 治療支援技術グループ

(Surgical Assist Technology Group)

研究グループ長：鎮西 清行

(つくば東)

概 要：

病変部位を安全確実にピンポイント同定・到達する手段の提供を目指して、微細侵襲技術に関する研究を進める。

微細侵襲技術の研究では、MRI 装置、プローブを移動する駆動部、駆動部及び対象を観察するための顕微内視鏡部、操作者が操作する操作部から構成される「MR 内分析用微小操作システム」に関して、「三次元複合臓器構造体研究開発」と補完的な部分の開発を行ない、内視鏡と駆動部のレジストレーションを行うソフトウェア及び粗動機構を実装した。また、東北大学、東京大学との共同研究により高精度赤外温度計測装置による脳神経外科手術中の脳組織の血流状態の非接触計測に成功した。

研究テーマ：テーマ題目4

### 高機能生体材料グループ

(Advanced Biomaterials Group)

研究グループ長：伊藤 敦夫

(つくば中央第6、つくば東)

概 要：

人工骨や経皮デバイスの用途として、組織接着性に優れ骨形成促進等の生体組織修復機能や抗感染機能を付加した生体適合材料を研究開発する。また、産業界で開発される医療機器の円滑かつ迅速な開発・製品化を促進し、安全な治療を実現するための研究を実施する。

組織再生・抗感染性を有する生体材料として、生体吸収性ポリマーを複合化した抗菌剤徐放性を有する人工骨を試作する。

また、病態ラットを用いて骨組織化学組成と力学特性を同定する。再生医療基盤材料及び骨の気孔率や力学的特性との関連を検討し、評価法を確立するために内部構造解析を行う。さらに、種々のリハビリ法に対して、力学特性を測定解析しその効果を比較評価する。



生体物質の分子間相互作用解析については、医薬品であり、生体材料分野にも適応が期待されるタンパク質結晶を作成する際の基礎物性データの確立を目指す。  
研究テーマ：テーマ題目5

## 人工臓器グループ

(Artificial Organ Group)

研究グループ長：山根 隆志

(つくば東、つくば中央第6)

概要：

再手術をなくし社会復帰を可能にする、長期の生体適合性と耐久性を有し、安心安全に使用できる人工臓器の実現を目指す。経済・社会制度のために技術開発が低迷しているわが国の医療機器産業の牽引役として、予算共同提案、共同研究、受託研究を活用した医工・産学官連携により、臨床応用ないし製品開発を目指した研究開発を推進するとともに、人工臓器の新技术評価法の提案等を通じて、標準化及びガイドラインの策定にも貢献する。

具体的な目標としては、流体力学適合性、血液適合性、循環生理学的適合性、長期耐久性、かつ早期診断機能を有する人工臓器を実現するための、技術開発と技術評価を行う。特に流れの可視化実験法、耐久性評価法、模擬血栓試験法、循環生理計測法など広く応用できる基盤技術の確立を図りながら、最終的には、回転型人工心臓について医療機関と連携して、体内埋め込み動物実験で生体適合性と高耐久性を検証し、長期に使える体内埋め込み型人工心臓を実現する。

研究テーマ：テーマ題目5

### 【テーマ題目1】人間生活における認知・行動の計測・評価技術の開発

【研究代表者】熊田 孝恒

(認知行動システムグループ)、  
北島 宗雄(ユビキタスインタラクショングループ)、  
永田 可彦(くらし情報工学グループ)、  
氏家 弘裕(マルチモダリティ研究グループ)

【研究担当者】熊田 孝恒、瀧田 正寿、  
河原 純一郎、武田 裕司、  
永井 聖剛、渡邊 克己、北島 宗雄、  
宇津木 明男、高橋 昭彦、  
竹内 晴彦、佐藤 滋、中村 則雄、  
横山 一也、佐藤 稔久、森川 治、  
永田 可彦、岩木 直、松岡 克典、  
浜田 隆史、渡邊 洋、添田 喜治、  
梅村 浩之、中川 誠司、吉野 公三、  
氏家 弘裕、蘆原 郁、遠藤 博史、  
小早川 達(常勤職員28名、他28名)

## 【研究内容】

### 1) 生活行動の把握技術：

ユビキタスコンピューティング環境においては、環境内における人間行動の適切な理解に基づいた行動支援が必要である。本研究では、人間の行動意図を、行動の結果として現れる操作系の時系列データを分析して得るための技術開発を行うことを目的とする。

平成19年度は、高速道路における車線変更を中心とした運転行動の確率モデルを運転行動データベースの分析に基づいて構築した。車線変更直前の制動操作とウィンカ操作のタイミングにおける先行車との相対距離と車間距離の分布から、各操作時点における車間距離の臨界値を求める式を求めた。

### 2) ユビキタスインタフェースの評価：

ユビキタスコンピューティング環境においては、環境からの情報は、人間のそのときの活動状況に適合し、適切に利用されるように提供される必要がある。本研究では、環境情報の評価を行うための技術開発を、人間の情報獲得・利用プロセスを認知科学的なアプローチによりモデル化することを目指す。

平成19年度は、人間の行動選択は、その行動をとったことによってえられる満足度が最大になるということに基づいて行われるという仮説のもとに、そのメカニズムを記述する満足度最大化機構(MSA)を考案した。さらに、知識の獲得・構造化に関する構造化ミーム理論、ならびに、実時間行動選択に関する脳情報流体力学を考案し、MSAとあわせて「時間制約下での動的人間行動モデル」として体系化し、人間の行動選択に関する包括的な理論体系に発展させた。

### 3) ユビキタスインタフェースの開発：

ユビキタスコンピューティング環境においては、環境への働きかけのしかたが、人間のそのときの活動状況に適合し、適切に行えるようにする必要がある。そこで、未開拓の情報コミュニケーションチャネルである把持に着目し、把持を利用したコミュニケーション技術の開発を目指す。

平成19年度は、触力覚インターフェースの小型化・効率化を実現する錯触力覚誘起技術およびバーチャル物体の触感を体感できるフル体感型システムを開発し、産業用バーチャルリアリティ展においてデモを行い大きな反響を得た。700名のデモ体験者へのアンケートおよび企業との情報交換により市場性を確認した。

### 4) ハイパーミラーを用いたトレーニング手法開発：

教師と学習者を重量表示する学習方式の有効性を検証するために、他者とのコミュニケーションをとることが不得手である自閉傾向のある児童に自己像を見せ、反応を観察し、自己像に対する興味と自閉症傾向の関係について検討した。その結果、自閉傾向の見られる子どもは健常児と比較して、(1)画面には自己と他者が放映されているにも関わらず、他者の映像にはほと

んど興味を持たず、自己像にばかり注意を向ける傾向があった。(2)画面を触ろうとしたり、画面のうしろを見に行こうとした。(3)課題を無表情で機械的に行っていた。という特徴がみられた。

5) 骨導超音波補聴器の開発：

従来型補聴器すら使用できない重度難聴者は、日本国内に約85,000人存在する。骨導超音波を利用した、重度感音性難聴者であっても使用可能な新型補聴器（骨導超音波補聴器）の開発に取り組んだ。

平成19年度は、変調法や音声特徴を考慮した内部音声信号処理方式や両耳装用方式、および新構造の骨導振動子の開発に取り組み、補聴器の明瞭性の向上を確認した。また、それぞれヒトを対象とした非侵襲的電気生理計測によって、骨導超音波知覚には蝸牛が関与するものの、受容器細胞や蝸牛基底膜の働きには可聴音との差異が存在する可能性があること、蝸牛神経以降のメカニズムは可聴音とほぼ同様であることを見いだした。さらに、安全基準の設定を目指して、骨導超音波呈示による受容器や神経系のエネルギー被曝量の推定のためのコンピュータ・シミュレーションおよびファントム計測実験を開始した。また、骨導超音波実験の従事者の聴力推移を調べ、すべての被験者において有意な聴力低下が観察されないことを確認した。さらには、補聴器の実用性能評価を目的として、重度感音性難聴者を対象とした長期モニタリングを開始した。

6) サイバー酔い防止技術の開発：

マルチモーダル情報提示環境においては、身体運動に関わる情報の非整合性などから、いわゆるサイバー酔いの不快症状が発生しやすい。これを未然に防止し、快適なマルチモーダル情報提示環境を構築する必要があり、そのための技術開発を目指す。

平成19年度は、サイバー酔いについて、主に2つの観点から研究開発を進めた。まず、今後のサイバー酔い研究のための基準刺激作成と、不快さを与える振動刺激の組合せ効果や予告サインの検討を行った。サイバー酔い研究の基準刺激として、上下方向の移動を含むコンテンツを作成し、併せて15名程度の人間工学実験を行うことで、生理指標および心理指標に影響を与える刺激を作成することに成功した。また、不快さを与える振動刺激の種類の閾値に対する組合せ効果を明らかにするために、前年度行った同条件での実験を再現し50人規模のデータの追加、分析を行った。さらに、生理計測および心理計測によって定量化された動揺病症状から予告サインの効果を検討した。

次に、サイバー酔いを生ずる映像視聴環境として、映像の視距離や画面の輝度、周囲の明るさなどをパラメータとして操作し、生体に与える影響を心理指標、整理指標の観点から実験参加者50名規模で計測し、分析した。その結果、視距離の増加、画面輝度の減少、周囲の明るさの上昇により、生体影響を減少させられ

ることを明らかにした。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生活行動、行動モデル、情報獲得、ユビキタスインタフェース、力感覚提示、聴覚機能、骨導超音波、サイバー酔い

【テーマ題目2】 高齢者・障害者のための標準化研究

【研究代表者】 倉片 憲治

(アクセシブルデザイン研究グループ)、

氏家 弘裕

(マルティモダリティ研究グループ)、

都築 和代(環境適応研究グループ)

【研究担当者】 倉片 憲治、佐川 賢、関 喜一、

伊藤 納奈、佐藤 洋、氏家 弘裕、

小早川 達、渡邊 洋、都築 和代、

小木 元、佐古井 智紀

(常勤職員11名、他18名)

【研究内容】

1) アクセシブルデザインの開発に関する研究：

聴覚、視覚、触覚の加齢特性及びロービジョンの特性を計測し、アクセシブルデザイン技術の基盤データを作成した。聴覚については基本聴覚特性（閾値及び音の大きさの感覚）、騒音中の音の聴取能力、及び低周波の不快感評価、視覚に関しては最小可読文字サイズに及ぼすコントラストの影響、触覚に関しては触覚テクスチャの触覚認識、及び認識可能な図形サイズ、認知に関しては IT 機器を使う際に要求される記憶の範囲、以上のそれぞれについて高齢者・若年者各50名以上のデータを得た。また、ロービジョンに関しては、文字の読みに関する実験準備及び予備実験を行った。さらに、色の類似性領域やコントラスト感度特性に関する約70名の対象者のデータを分析するとともに、可読文字サイズに関する実験装置及び計測法を整備した。これらの研究成果をもとに、ISO/TC159/WG2にてアクセシブルデザイン普及のための技術ガイド ISO/TR 22411を制定した。また、報知音に関する規格原案2件及び色の評価方法に関する規格原案1件をISO/TC159/SC5/WG5に提案し、審議を開始した。IT 機器のアクセシビリティに関する規格案 ISO/IEC 24786は ISO/IEC/JTC1/SC35/WG6で審議を継続した。

2) 映像の生体安全性に関する研究：

映像視聴に伴う好ましくない生体影響を軽減するために、人間工学的研究開発に基づく映像ガイドラインの国際規格化を目指している。

平成19年度は、前年度に構築した映像酔い生体影響評価モデルの精度向上を図るために、酔いや視覚運動を含む映像視聴時の生体影響計測を行った。視聴した映像は、既存の研究で酔いやすいと思われる視覚運動特徴を含む複数の映像パートで構成し、この順序

を並べ替えることで、生体影響に与える影響を、映像の動きによる一過性と持続性の効果とに分類した。さらに、この知見の生体影響評価モデルへの組み込みを行った。また、ガイドラインの国際規格化に向けて、スタディグループ（ISO/TC159/SC4/SG）を運営し、映像の生体安全性に関する国際標準化の戦略を検討して、第1次報告書案をとりまとめた。

### 3) 温熱環境における高齢者・障害者標準化研究：

JIS TR（S 0002）中等度温熱環境における高齢者及び青年の温熱感覚測定データ集（2006）に記載された温冷感や非許容率に加え、局所温熱感覚の年齢差データに基づく表面温度の知覚割合データを Guide71へ提供し、ISOTC159/WG2にて、アクセシブルデザインののための技術ガイドの編集を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】高齢者障害者、ロービジョン、聴覚特性、触覚認識、映像酔い、中等度温熱環境

### 【テーマ題目3】身体機能の回復・改善による健康増進技術の研究開発

【研究代表者】都築 和代（環境適応研究グループ）、横井 孝志（身体適応支援工学グループ）、永田 可彦（くらし情報グループ、生活支援機器グループ）

【研究担当者】都築 和代、小木 元、佐古井 智紀、横井 孝志、大塚 裕光、金子 文成、小峰 秀彦、菅原 順、浅井 義之、永田 可彦、稗田 一郎、岩月 徹、吉野 公三、中川 誠司、添田 喜治（常勤職員15名、他15名）

### 【研究内容】

#### 1) 温熱環境制御による睡眠改善：

人工気候室に不均一温熱環境を設定し、被験者の睡眠時の生理・心理データを収集し、不均一温熱環境が人体に及ぼす影響を解明した。さらに、不均一温熱環境下での快適性予測モデルや3次元人体熱モデルによる不均一温熱環境評価技術を用いて睡眠時の環境制御評価に拡張するための研究を実施した。

平成19年度は、人工気候室において温熱環境を変動させ、そこで高齢女性被験者に睡眠をとらせて、その際の体温調節反応、睡眠構築及び心理データを収集し、室温変動が及ぼす影響を検討した。その結果、皮膚温の変化は、周囲気温の変動にほぼ一致するが、身体内部である直腸温の変化は終夜睡眠中徐々に低下した。現在、睡眠深度への影響の詳細は分析中であるが、睡眠効率に有意な差は認められず、今後体温調節と心電図との関連を検討し、変動する睡眠温熱環境の研究を加速させる知見を得ることができた。

#### 2) 運動による身体適応支援技術の研究開発：

個々人が積極的に生活できる健康長寿の実現を狙いとして、過度の利便性や加齢等に伴う心身機能の低下を可能な限り抑え、不規則化・多様化する生活や変動している生活環境に適応できる身体適応力を維持・改善するための研究開発を行う。

平成19年度には、循環調節系機能に関して運動習慣の影響を明らかにするための被験者実験を実施した。動作調節系機能に関しては、膝関節機能改善プログラムを組み込んだ健康増進モデル事業を開始した。この事業は札幌医科大学、札幌市健康づくり財団と共同で実施し、我々が構築した運動プログラムによって膝関節の痛みの除去や関節機能改善が可能になることを確認した。また、これらの機器開発や健康増進事業モデルの成果をもとに産業技術総合研究所発のベンチャー企業を立ち上げた。循環調節系機能については、筋活動の有無や程度と循環調節機能との関係を明らかにするため、健康成人を用いて筋不活動実験を実施し、これをもとに骨格筋からの反射によって行われる心拍数および血圧調節を調べた。その結果、3週間の片下肢不活動によって骨格筋活動に伴う心拍数や血圧応答が減弱すること、これらの機能低下は不活動終了後4週間ではほぼもとの状態に回復することが明らかになった。また、有酸素運動トレーニングに伴う動脈硬化度改善のメカニズムを検討し（筑波大学との共同研究）、有酸素運動トレーニングに伴って交感神経活動水準が低下し、頸動脈コンプライアンスを増大させる事が明らかになった。

#### 3) 心臓血管系の数値モデルに基づくストレス評価技術の開発：

日常生活の中でストレス、疲労、加齢が生体を与える影響を把握することは、心身の健康の維持・増進に重要である。そこでこれらの影響をヒトの生理応答から評価する手法の開発を行うため、ストレスに対する心拍血圧変動応答を説明する心臓循環器系モデルのプロタイプを開発し、実験データからその妥当性の評価を行う。

平成19年度は、40名以上の被験者の日常生活中心拍変動、気分状態変動、生活活動度変動、尿唾液中バイオマーカー濃度を連続計測し、これらの間の相関性を明らかにした。さらに睡眠前の気分状態が睡眠中の自律神経活動に与える影響に関して、今後の研究の加速を示唆する知見を得ることができた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】睡眠、体温調節、温熱環境、動作調節、循環調節、運動処方、ストレス、数値モデル、心臓血管系、気分状態

### 【テーマ題目4】高次生理機能計測技術と高度診断治療機器技術の開発

【研究代表者】鎮西 清行（治療支援技術グループ）、



本間 一弘（医用計測技術グループ）、  
山下 樹里（操作スキル研究グループ）

〔研究担当者〕 鎮西 清行、山内 康司、小関 義彦、  
本間 一弘、鈴木 慎也、中谷 徹、  
兵藤 行志、三澤 雅樹、谷川 ゆかり、  
新田 尚隆、山下 樹里、森川 治、  
熊谷 徹（常勤職員13名、他30名）

# 〔研究内容〕

## 1) 微細侵襲技術に関する研究：

微細マニピュレーション技術として、MRI 装置、  
プローブを移動する駆動部、駆動部及び対象を観察す  
るための顕微内視鏡部、操作者が操作する操作部から  
構成される「MR 内分析用微小操作システム」の開発  
を行った。

## 2) 内視鏡下手術手技スキル評価手法の研究：

手技スキル計測に用いる精密疑似患者鼻腔モデルを  
開発するため、患者医用画像データを収集した（新規  
6例）。また、熟練耳鼻科医師の内視鏡下副鼻腔手術操  
作データ（右篩骨洞開放術・開放後篩骨洞へのガーゼ  
パッキング）を1件、新たに計測した。遠隔手術手技  
指導システムを用いた遠隔指導実験結果より、学習者  
の自己評価値と指導者評価値の差は、指導者による課  
題達成度評価値と逆相関する（すなわち、成績の良い  
学習者は自己に厳しく、また成績の良い学習者ほど  
自己を過大に評価する）ことを見出した。指導の要  
点を抽出した自習教材を開発し、自習が可能であるこ  
とを実験的に示した。産総研研究情報公開データベー  
ス（RIO-DB）での公開を前提として、ヒト鼻腔領域  
画像・形状のデータベース開発を開始した。

## 3) 医用計測・診断技術：

医用計測技術の開発と高度化を図り、企業における  
製品化に直結する実用化を目的に、迅速診断や生体機  
能診断に寄与する技術開発を推進した。2重共鳴 MRI  
の可能性を理論的に検討し、水素とキセノンに関して  
シミュレーションにて実証した。近赤外光計測では低  
出生体重児頭部の計測、筋運動に伴う成人前腕の計測  
を行い、酸素代謝変化の断層画像を得た。超音波によ  
る無侵襲計測技術では、企業との共同研究により計測  
システムを試作・改良し、その妥当性を実証した。また、  
骨エレメントの高分解能断層撮影を行うと共に、  
空間および濃度分解能の高い生体材料用 X 線検査装  
置の開発を進めた。これらの計測技術を発展・融合し  
た新しい医用計測技術を検討した。

さらに、微細生理機能計測を目的に技術開発を進め  
た。細胞レベルの高精度画像解析のために、レンズレ  
ス準フーリエ変換法を用いるディジタルホログラフィ  
顕微鏡の開発にあたった。また、光学的代謝計測技術  
としてのファイバ分光法の応用実験を行い、虚血微細  
領域における脂質の特異的な変動検出を確認した。X  
線で励起される新規ナノ粒子のイメージング及び治療

応用に関しては、活性酸素発生および細胞影響評価を  
行った。さらに、大脳皮質運動野損傷後の運動機能  
（前肢筋力・生理的振戦など）の変化を調べ、特に障  
害側前肢における筋力低下と生理的振戦増大の関係を  
明らかにした。

他方、工業会や関連公共団体と連携して工業規格原  
案作成を行った。“近赤外光診断装置”は、社団法人  
電子情報技術産業協会（JEITA）規格案の作成を継  
続して進め、装置試験用ファントムの試作・検証試験  
を行った。“熱弾性応力測定法”は、社団法人日本非  
破壊検査協会規格（NDIS）としての原案作成を完了  
した。さらに、超音波を用いた再生血管の新しい力学  
特性計測技術に関し、JIS-TS 原案および ISO 提案の  
ための素案を作成した。

## 〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 微細マニピュレーション、針穿刺、摩擦  
モデル、距離画像カメラ、手術手技スキル  
評価、MRI、光マイクロプローブ、近  
赤外光、熱弾性応力測定法、X 線 CT、  
再生医療、新生骨、脳機能再構成

## 〔テーマ題目5〕 長期生体適合性を有する代替治療機器 の研究開発

〔研究代表者〕 伊藤 敦夫（高機能生体材料グループ）、  
山根 隆志（人工臓器グループ）

〔研究担当者〕 山根 隆志、金子 秀和、西田 正浩、  
丸山 修、小阪 亮、伊藤 敦夫、  
小沼 一雄、十河 友、岡崎 義光、  
白崎 芳夫、林 和彦  
（常勤職員11名、他30名）

## 〔研究内容〕

### 1) 組織再生・抗感染性生体材料：

抗生物質徐放性人工骨は生分解性ポリマーPLGA を  
薬剤徐放担体としても長期間抗菌効果に有効な薬剤濃  
度を持続するため超低薬剤量で治療効果を発揮し、且  
つ PLGA が1ヶ月程度で吸収され新生骨形成をサポート  
することを確認した。亜鉛、フッ素、マグネシウム  
を付加した人工骨は、これらの元素の付加によって溶  
解速度が低減することを確認した。人工骨へ付加した  
亜鉛が破骨細胞の吸収を抑制するのは、人工骨吸収時  
に亜鉛が破骨細胞内に取り込まれる段階ではなく、吸  
収後に破骨細胞から亜鉛が放出されたあとの段階で、  
吸収抑制のトリガーがかかることが示唆された。また  
人工骨や経皮端子に適量の FGF を付加すると骨新生  
を刺激することが確認された。さらに FGF 付加経皮  
端子のウサギを用いた in vivo 評価モデル(組織学的  
定性評価、抜去トルク測定)の基準が確立された。免  
疫機能を誘導する高機能アジュバントの臨床研究が開  
始された。

### 2) 生体材料の標準化に関する研究：

Zr-2.5Nb 合金の金属組織は、 $\alpha$  相 (hcp) と  $\beta$  相 (bcc) からなり、引張強度は、600 MPa、破断伸びは、25 % であることが明らかとなっている。500 °C 付近の熱処理により表面に酸化ジルコニウムの被膜が生成する条件と生成速度の関係を電子顕微鏡観察により明らかにした。500 °C、10時間の時効処理により5  $\mu\text{m}$  以上の酸化物層が生成することがわかった。酸化物層の表面は、単斜晶ジルコニアで多結晶ジルコニアセラミックスと同様な硬度(Hv:1300)を示していた。金属界面向かって正方晶の存在することが微小 X 線回折により明らかとなった。また、酸化皮膜中の酸素濃度分布を測定した結果酸化物層内ではほぼ一定であることがわかった。酸化物層の界面のミクロクラックが詳細な観察から存在することが示唆され、今後、傾斜機能になっているのか調査する必要性が明らかとなった。さらに、疲労特性の調査が重要となることが考えられた。

### 3) 生体組織・生体材料の評価：

ラットの大腿、脛骨を用いて高血圧による力学および骨密度変化を明らかにしてきた。下肢の骨より咀嚼によって多様な変化を示す、顎骨について同様に高血圧による力学特性と骨密度変化を明らかにした。前年に引き続き、高齢化により重要な役割を担うリハビリ、とくに長期、臥床による関節拘縮に対して種々の治療法に効果を力学的に評価した。三次元複合臓器構造体研究開発において基盤となる種々のコーラゲンスポンジ材料の力学的特性を明らかにした。また、pQCT（末梢骨 CT）・マイクロ X 線 CT 装置にて生体材料等の多孔構造解析評価を行った。

### 4) 生体物質の分子間相互作用解析：

高品質タンパク質結晶作成に関する基盤研究として、マルチアングル光散乱計を用いて分子集積機構の解明を行った。高分子量タンパク質を対象として平成18年度までに行った研究から、タンパク質分子の集積は会合体の内部構造を時間的に再構成して進行する事、及び最終生成物の種類（結晶 or アモルファス）は、分子固有の物理量である Hamaker 定数により決定されることを見いだした。医薬品として重要な低分子量タンパク質を対象とした平成19年度の研究では、高分子量タンパク質に対して得られた知見が、低分子量タンパク質にも共通して適応される事を確認した。しかし、低分子量タンパク質では「結晶化を許容する Hamaker 定数の範囲」が相対的に広く、このため分子が僅かな変性を受けていても単結晶が生成しうる事が示された。微小変性を受けたタンパク質は、活性に大きな変化が認められなくても、wild-type に比べて生体内での機能持続に差が出る事が予想されるため、単結晶育成を持って精製が完了したと断ずる事はできず、注意が必要である。

### 5) 人工心臓・センサ統合システムの開発：

人工心臓の長期生体適合性を向上させるため、非接触軸受を持つ、溶血と血栓の少ないセミオープンベーンを持つ動圧浮上遠心血液ポンプを開発し、東北大学と共同で実施した動物実験で優れた血液適合性を確認した。また、高揚程が必要となる人工心肺装置への適用を目的にクロズドベーンを持つ動圧浮上遠心血液ポンプを試作評価した。その結果、高揚程の駆動条件下(4.0 L/min、200 mmHg)でインペラを100  $\mu\text{m}$  以上浮上させ、市販ポンプと同等の溶血性能(NIH=0.0238)を確認した。人工心臓装着患者の監視システムとして、人工心臓用だけでなく体外循環手術用にも重要な生理情報である血流量を計測するため、小型・非観血の質量流量計を試作評価した。その結果、定常流に対して、市販の流量計との計測誤差は0.5 L/min 以内に収まることを確認した。

### 6) 人工臓器の高精度流れ評価および耐久性評価システムの構築：

血液ポンプの製品化に向けて、数値流体解析と流れの可視化実験による流体特性、抗血栓性および溶血特性の向上を図った。数値流体解析では、計算格子形状および計算手法を改善し、流れ場およびせん断応力場に対する計算精度を向上させた。また、企業と開発中のピボット軸受を有する回転型人工心臓の軸受形状の改良に伴うせん断応力場の向上を明らかにした。さらに、材料表面粗さ付近の流れ場について、百倍相似模型を用いた流れの可視化実験と併せることで、表面粗さを大きくした場合の表面粗さ付近の流れ場は、速度分布が変化せず、渦や乱れが生じないにもかかわらず、壁近傍のせん断応力が増加することがわかった。

人工心臓の耐久性を拍動流下で評価するシステムを構築した。一方向弁の選定、ダイヤフラム固定およびシステムの高効率化を施すことで、目標とする動物実験の拍動流量を暫定的に達成することができた。また、企業と開発中の人工心臓に対する拍動流下での耐久性評価を1ヶ月に渡り実施し、拍動流量の減少などのシステム側の種々問題点を明確化した。

### 7) 人工臓器の血液適合性評価法：

ウシ血液の抗凝固能を制御して、動物実験の事前評価法となる人工臓器の模擬血栓試験法の確立を目指した。至適実験条件を比較選定し、モノピボットおよび動圧軸受遠心血液ポンプについて、ヤギを使用した動物実験結果と一致した。表面粗さが溶血を引き起こすメカニズムについては、せん断応力の関与が指摘されているが、実際にせん断応力が実験中に増加することが確認された。

超音波用および MRI 用造影剤に使用できる中空マイクロカプセルを利用した溶血試験法では、市販造影剤より1,000倍過剰に血液に添加しても溶血を引き起こさないことがわかった。

### 8) 循環生理学的特性の計測評価：

循環調節中枢や末梢での神経活動を計測するための低侵襲多点微小電極を開発するため、金属微小電極を約0.5 mm の間隔で並べたアレイ電極を作成し、末梢神経束での神経線維活動電位の計測実験を実施した。その結果、ラット顔面神経核を電気刺激することによって全か無かの法則にしたがって誘発される単一神経線維活動電位が計測できた。また、隣接する記録点において活動電位波形の振幅が10分の1以下に減衰していたことから、振幅の違いによって活動電位波形を神経線維ごとに分類したり、神経線維一本一本を電気刺激したりするには電極間隔をより狭くする必要性のあることがわかった。さらに、双極導出ではなく単極導出することで安定した活動電位波形が計測できたことから、テンプレートマッチングによって活動電位波形を分離・抽出可能であるということがわかった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人工骨、生体材料、インプラント材、人工臓器、人工心臓、血栓防止、溶血防止、生体適合性、血液適合性

## ⑦【脳神経情報研究部門】

(Neuroscience Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：岡本 治正

副研究部門長：久保 泰、栗田 多喜夫

主幹研究員：梅山 伸二

所在地：つくば中央第2、第6、つくば北

人 員：50名 (48名)

経 費：511,315千円 (269,065千円)

概 要：

脳研究は、科学的に大きな価値を持つばかりでなく、社会的、経済的にも大きな成果が期待されている。人間のあらゆる行動の基礎となっている脳の機能と機構を解明することで人間の根本的な理解が可能となり、それに基づいて新しい産業技術基盤が確立されると期待されている。フロンティア創造型の科学技術立国を目指すわが国においては、国として積極的に推進すべき重要課題である。先進各国でも脳研究を国として支援している。この分野は学問的に極めて若い分野であり、未成熟の技術的要素も多いが、今後は急速な研究の進展が予想される。

本部門では、脳の構造と機能を理解するとともに、それに基づいて、安心・安全で質の高い生活を実現するための技術基盤の確立を目指す本格研究を展開することにより、関連産業の振興に資することをミッションとする。すなわち、脳の物質的な構造と仕組みの理解からは、脳神経系のイメージング技術の開発や疾患

診断・治療技術の開発等によりバイオ産業や医療福祉産業の振興に、また、脳における情報表現と情報処理の理解からは、人間と相性のいい脳型の情報処理技術の開発等により情報関連産業の振興に貢献する。

本部門の研究分野は、対象とする脳の特殊性・複雑性から他の科学分野に比べ未だ萌芽的段階にあるため、21世紀に残されたフロンティアサイエンス研究の重要な分野の一つとされており、その推進のためには、いわゆる第1種、第2種いずれの基礎研究においても、異分野の融合がキーポイントとなっている。そこで本部門では、ミッションの達成にあたり、既存の専門分野にとらわれず研究に取り組む若手の研究者の育成を図るとともに、グループ、ユニットの枠組みをこえた内外の先端的な研究者との積極的な交流を推進する。また、国際的な学術雑誌等における成果発信はもとより、インターネット等を利用した情報発信や民間企業との共同研究等を通じた社会への貢献を図る。

本部門は、脳の構造と機能を、DNA、タンパク等の分子のレベルから、認知行動やコミュニケーション等脳の高次機能に至るまで、それぞれのレベルでハード面からの生命科学的アプローチと、ソフト面からの情報科学的アプローチを組み合わせた研究を展開し、それに基づく技術基盤の確立を目指している。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「電子線を用いた単粒子構造解析法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「脳損傷後の上肢運動訓練がもたらす効果の統合的研究」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「多次元情報を収束する脳内機構」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「神経回路と情報処理の統合的解析による、側頭葉における連合学習の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「特定神経回路の機能を解析する新手法の開発と応用」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「重力空間情報処理機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 A）「視床枕をめぐるアクティブビジョンの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「ブレイン・マシン・インターフェイスのための課題切り替え機構の解明」



文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「側頭葉の階層的情報処理メカニズムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「指運動の生後発達に伴う神経回路変化の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「哺乳類運動ニューロンの中枢及び末梢における神経伝達の機能発達」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「神経活動による眼球運動の予測－自然刺激を用いた探索課題による検討－」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「リーマン幾何的最適化法の信号処理への応用」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 B）「視覚的注意の発達と発達障害に関する神経計算論的モデルの構築」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「局所不変特徴量を用いた画像の対応付けに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「シナプスの可塑的变化における、シナプス及びシナプス局在タンパクの動態解析」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「デルターカテニンのシナプス領域における形態変化誘導に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「視運動性刺激の脳内情報処理メカニズムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「骨格筋細胞膜修復におけるディスフェルリンの生理的意義の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「機械学習の手法による非線形複雑系の動的解析とシミュレーション科学への応用」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「分散・統合データ解析に対する情報幾何学のアプローチ」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「ローカルフィールドポテンシャルの時間周波数解析による脳内情報読み取り技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「知的好奇心の本質と処理機構の解明－認知神経科学的観点から－」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「グラフを用いた統計的学習と計算推論に関する幾何学的研究とその応用」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「パターン認識のための探索的モデル選択法に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤 C）「色覚障害者の視覚特性に基づき自然画像の視認性を改善する色覚バリアフリー化技術」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委託 若手任期付研究員支援「道具使用の脳内表現」

文部科学省 平成19年度「社会のニーズを踏まえたライフサイエンス分野の研究開発－ターゲットタンパク研究プログラム－」「アルツハイマー病治療薬創出に向けたγセクレターゼの構造解析と機能制御（γセクレターゼ複合体の機能解析と活性制御にかかわる研究）」

文部科学省 平成19年度「社会のニーズを踏まえたライフサイエンス分野の研究開発－ターゲットタンパク研究プログラム－」「発癌性物質や酸化ストレスに応答する生体防御系センサーの構造基盤」

文部科学省 特別推進研究「マルチモーダル情報のマーケティングと空間性・時間性の統合に関する学習過程の解明」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業「イオンチャネル疾患の診断、治療のためのペプチドの探索と高機能化技術の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的国際科学技術協力推進事業「ハイパフォーマンス計算環境における単粒子画像3次元解析ソフトウェアの開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「タンパク質電顕画像を用いた自動 in silico 擬似結晶構造解析法の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「高次視覚機能獲得過程に関する行動実験と単一細胞活動記録」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「FFRP 立体構造の決定・解析及び古細菌 FFRP の分子識別機能の解析」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業  
「Na<sup>+</sup>チャネル開閉機構の電子顕微鏡による解析」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「上肢  
機能の代償に伴う遺伝子発現の in situ hybridization に  
よる解析」

独立行政法人科学技術振興機構「脳内を縦横に結ぶ意思  
決定リンク」

国立大学法人東京大学医科学研究所「電子顕微鏡用の試  
料固定が可能な高解像光学顕微鏡システムの開発」

発 表：誌上発表117件、口頭発表120件、その他8件

#### 脳遺伝子研究グループ

(Molecular Neurobiology Group)

研究グループ長：亀山 仁彦

(つくば中央第6)

概 要：

脳神経系の形成及び機能発現のメカニズムについて、  
ラット、マウス、カエル、ホヤ、線虫など様々な実験  
動物の特質を利用して、分子・細胞レベルで理解する  
ことを目的としている。特にキー遺伝子群の発現制御  
ネットワークについて、統合的な理解を目指している。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 脳機能調節因子研究グループ

(Molecular Neurophysiology Group)

研究グループ長：久保 泰

(つくば中央第6)

概 要：

脳の機能は、受容体やイオンチャネルなどを介した  
神経細胞間の情報伝達とそれらの活動の精密な調節・  
連携により発揮され、生命活動の基本である恒常性維  
持から学習や記憶といった高次の神経機能まで多様で  
ある。当研究グループでは、遺伝子・生物学を駆使  
して神経機能調節にかかわるタンパク質の構造・機能  
及び活動調節機構を分子・細胞レベルで明らかにし、  
新しい治療・診断薬や生体素材を開発することを目指  
している。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### DNA 情報科学研究グループ

(Information Biology Group)

研究グループ長：鈴木 理

(つくば中央第6)

概 要：

脳に見られる高度な細胞ネットワークの起源は単細  
胞生物に備わる環境適応能力にある。両者はともに細

胞内の遺伝子ネットワークを介した遺伝子制御による  
細胞の自己改変の結果、達成されている。当研究グル  
ープはミクロコスムの分子情報科学的、構造生物学的、  
あるいはゲノム生物学的な解明により、マクロコスム  
を組織する原理とその起源を理解することを目指とし  
た。

細胞間コミュニケーションに注目し、これを単細胞  
生物から多細胞生物へと進化した転写調節制御の観点  
から研究した結果、古細菌、真正細菌の転写制御系全  
体像に関し多数の新知見を得るとともに、単細胞真核  
生物（原始紅藻）の核、オルガネラの環境適応機構、  
転写制御機構を解析した。さらに、多細胞化を可能に  
する真核生物の転写制御機構の解明を目指して、多細  
胞真核生物をはじめとする生物種の代謝機構とその転  
写調節の比較研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 構造生理研究グループ

(Structure Physiology Group)

研究グループ長：佐藤 主税

(つくば中央第6)

概 要：

神経細胞の構造と機能の制御機構を、生物物理学的  
手法を用い分子レベルで研究している。最近、液体  
He 電子顕微鏡と画像処理技術を用いたチャンネルタ  
ンパク質の単粒子構造解析法で、電圧感受性 Na チャ  
ンネル・IP3受容体チャンネルの3次元構造を世界で  
初めて決定した。さらに、痛みに特化したチャンネル  
である P2X2チャンネル、発生等に重要な TRP チャ  
ンネルの構造を捉えることにも、負染色法のみならず  
クライオ法を用いて成功している。また、脳  $\gamma$ -  
secretase は一回膜貫通型タンパク質を細胞膜内で切  
断する酵素であり、部分的に疎水的な配列を含むペプ  
チド断片を細胞外に放出する。これらの切断産物には  
beta-アミロイドも含まれる。これはアルツハイマー  
症の原因と考えられている脳血管中の蓄積物の主成分  
である。この  $\gamma$ -secretase の負染色電顕像からの低  
分解能での3次元構造の決定に、東大の岩坪・富田・  
浜窪等との共同研究により成功した。本研究により痴  
呆症に対する創薬に役立てたい。負染色法では、到達  
分解能は限られており、クライオ画像から詳細な超分  
子複合体構造に迫ることが今後の焦点となる。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 認知行動科学研究グループ

(Cognitive and Behavioral Sciences Group)

研究グループ長：杉田 陽一

(つくば中央第2)

概 要：

行動科学・神経生理学・計算論的脳科学など多用な

方法を用いて、表情など複雑な視覚刺激の認識、音声認識、異種感覚間相互作用、選択的注意、記憶と学習などの高次脳機能の学際研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 4

#### システム脳科学研究グループ (Systems Neuroscience Group)

研究グループ長：高島 一郎

(つくば中央第2)

概要：

高次脳機能の神経科学的研究を行い、脳をシステムとして理解すること及びその利用を目的にしている。眼球運動の制御、運動学習の神経機構、脳機能回復の分子機構、意欲の神経機構、脳における時間表現、道具使用の脳内表現、視覚情報の処理機構、注意統合機構の解明、脳内意思を読み取る研究等を通して高次脳機能における情報表現と情報処理の理解を進める。また、得られた知見を利用するための応用研究として、人工小脳や人工連想記憶中枢の実現、Brain Machine Interface (BMI) の基盤技術開発などに取り組む。さらに、非侵襲運動計測システムの開発、脳画像データベース作成を通して技術普及を図る。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 4

#### ニューロテクノロジー研究グループ (Neurotechnology Research Group)

研究グループ長：栗田 多喜夫

(つくば中央第2)

概要：

本グループでは、医療、福祉、教育、IT 産業など、様々な分野において社会貢献を行うことを目標として、脳機能の基礎的理解から応用まで幅広い研究開発を行う。特に、脳と機械を直結する Brain Machine Interface (BMI) による、脳内意思を読み取る技術の開発が、中心的テーマの一つである。

研究テーマ：テーマ題目 4

#### 脳機能計測研究グループ (Brain Function Measurement Research Group)

研究グループ長：梅山 伸二

(つくば中央第2)

概要：

生体の脳が、外界からの刺激を受け、どの場所でのように反応しているかを見ることは、脳機能の解明や病気の診断、また脳機能回復訓練の効果などを判定する上で非常に重要であり、このため fMRI、NIRS、EEG などの様々な計測手法が開発されてきた。本研究グループは、このような計測技術の計測原理の解明、統計的データ処理やロバストデータ処理技術の開発などを通して、より詳細で信頼度の高い脳機能計測技術

の実現を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 3

#### 情報数理研究グループ (Mathematical Neuroinformatics Group)

研究グループ長：赤穂 昭太郎

(つくば中央第2)

概要：

脳の神経回路は従来の情報処理技術では不可能な柔軟で複雑な情報処理を行っている。当研究グループでは、脳の情報表現や学習・適応のアルゴリズムがどうなっているか、なぜ神経回路のような構造が情報処理をする上で有用なのか、といった問題を通じて、脳の計算原理を数理的に理解することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目 5

#### 視覚情報処理研究グループ (Visual Information Processing Research Group)

研究グループ長：市村 直幸

(つくば中央第2)

概要：

密な時空間情報を計測可能な視覚は、機械や生体における外界認識のために重要な役割を果たす。当研究グループでは、高度な状況判断が可能な情報処理機械の実現と生体の視覚機能の解明を目標とし、視覚センサや画像からの特徴抽出、物体認識等の研究を推進している。

研究テーマ：テーマ題目 5

#### 【テーマ題目 1】脳神経細胞機能分子を対象とするバイオマーカーに関する研究

【研究代表者】久保 泰

(脳機能調節因子研究グループ、DNA 情報研究グループ)

【研究担当者】鈴木 理 (常勤職員7名)

【研究内容】

1. 脳神経系にある受容体の特異的に認識する生理活性ペプチドを試験管内で進化させる技術を開発し、リユーマチ等の免疫系疾患のバイオマーカーと特異的に結合する新規ペプチド (小タンパク質) の創製に成功した。このバイオマーカー認識ペプチドに蛍光、ビオチン、タグ等の導入し、ELISA や分子イメージングなどで試用した結果、従来の標識化抗体と比較して感度及び生産性において高機能化ペプチドが優れることが示唆された。
2. 単細胞生物の代謝制御に係わる転写因子の立体構造を精緻に比較した結果、単細胞から多細胞まで共通する基本構造を推定することに成功した。これにより、多数の遺伝子群の環境適応的制御を可能ならしめる機構の全体像を明らかにした。



3. 中枢及び末梢の神経伝達において重要な働きをするアセチルコリンと特異的に結合する新規可溶性タンパク質を同定した。これを金基板に固定することにより、コリン作動薬センサーのプロトタイプを作製した。現在のセンサーでは識別できないサブタイプ識別能を賦与するなどの高感度化と安定化に成功した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生理活性ペプチド、神経細胞分化、cDNAライブラリー、単粒子解析

## 〔テーマ題目2〕可視化による神経ネットワーク構築・動作機構の研究

〔研究代表者〕 亀山 仁彦

(構造生理研究グループ、脳遺伝子研究グループ)

〔研究担当者〕 佐藤 主税他 (常勤職員12名)

〔研究内容〕

1. 超低温クライオ電子顕微鏡画像から画像情報処理によってタンパク質の構造を決定する単粒子解析法に、Neural Network や Simulated Annealing を導入し改良することで、9.9 Å の高分解能で神経可塑性に重要な TRPC3 channel の構造解析に成功した。また、内膜の Ca 放出を助けるイオンチャンネルとして、TRIC channel の構造を明らかにした。さらに酸化ストレスや温度を感知する TRPM2の構造を解明することに成功した。
2. 遺伝子工学的手法により、蛍光タンパク質を融合させた局在部位の異なるマーカー分子を安定発現させた系統を交配させ同時にシナプス前、シナプス後のマーカー分子の局在を観察できるマウスおよび線虫の系統を作成した。線虫においてはさらに変異原性物質を用いた突然変異体を作成し、神経ネットワーク形成に異常をきたす系統を見出した。その原因遺伝子について解析に着手した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 神経ネットワーク、光学イメージング、単粒子解析法

## 〔テーマ題目3〕脳機能の修復支援技術に関する研究

〔研究代表者〕 岡本 治正

(システム脳科学研究グループ、脳機能計測研究グループ)

〔研究担当者〕 肥後 範行、梅山 伸二 他

(常勤職員4名)

〔研究内容〕

1. 当初の目的をほぼ達成した結果、1ウェルあたり約5個の細胞を短時間で分注し、正常に増殖させることのできる細胞自動分注装置を開発し、共同研究相手先企業が自動分注装置を製品として市場に上梓した。
2. 大脳皮質運動野の損傷後に運動前野腹側部と呼ばれ

る脳領域において神経回路形成が生じ、これが運動機能代償にかかわっていることを示す実験結果が得られた。この脳領域での代償的神経回路形成を促進することが、新しい機能回復手技を開発する上で重要な鍵となると考えられる。

3. 通常の近赤外脳機能計測装置の受光プローブの近傍に新たに参照プローブを導入する近赤外計測法を提案し、これにより体動アーティファクトを大きく減らせることを明らかにした。また、この手法を取り入れるため、小型化計測システムの設計変更を行った。この設計変更に伴い、試作システムによる測定、評価は来年度以降に行うこととした。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 神経冠幹細胞、リハビリテーション、NIRS

## 〔テーマ題目4〕BMI 技術による脳機能補償に関する研究

〔研究代表者〕 高島 一郎

(システム脳科学研究グループ、認知行動科学研究グループ、ニューロテクノロジー研究グループ)

〔研究担当者〕 杉田 陽一、長谷川 良平 他

(常勤職員15名)

〔研究内容〕

1. 動物を対象とした侵襲的 BMI 実験において、これまで「Yes/No」タイプの二者択一に限られていた意思決定内容の予測を拡張し、脳活動パターンから多クラス (例えば2×2=4種類) の予測が可能な解読アルゴリズムを開発した。また、実験動物の頭部に、複数 (通常2本) の金属電極を脳内に埋込み、長期 (1カ月以上) に渡って、電気生理学的な制御を可能とするシステムを構築した。ヒト非侵襲 BMI 実験については筋電・脳波を用いた早期産業応用が可能な無線外部機器制御システムの試作機 (1ch 版) を開発した。
2. ヒトおよびサル の行動実験を行い、腕修正運動に関わる脳領域の候補として頭頂・後頭連合野の関与を示唆する結果を得た。また、刺激と報酬の連合学習に必須の霊長類・側頭皮質で、ドーパミン受容体サブタイプを発現する細胞が多いことを明らかにした。改良型 MRI 脳画像データベースを完成させた。
3. 1) 物体色を推定する神経回路を明らかにする目的で、照明光の波長成分を大きく変化させながら、主観的な物体色の変容していく過程に対応する脳活動を fMRI によって記録する実験を開始した。  
2) 顔など複雑図形を認識する神経回路形成過程を明らかにするために、初めて見た顔を識別する過程を行動科学的に解析し、「顔」の印象 (鋳型) が顔を見たことがなくても形成されることを明らかにした。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】脳科学、感覚認知、脳機能解析、BMI

【テーマ題目5】人間の情報処理のモデル化技術に関する研究

【研究代表者】赤穂 昭太郎  
(情報数理研究グループ、視覚情報処理研究グループ)

【研究担当者】市村 直幸 他(常勤職員12名)

【研究内容】

1. 数多くのセンサからの情報を分散統合処理する際に、少ないデータ数からでも汎化性の高い解析結果を得るためにベイズ推定の枠組みを導入し、そのための高速アルゴリズムを開発した。また、複素信号に対する独立成分分析に旗多様体の幾何的アルゴリズムが適用できることがわかり、人工データを用いた予備実験により有効性を確認した。
2. 画像情報を用いた歩行者認識において、認識に重要となる特徴を自動的に選択する方法の検討を行った。その結果、汎化性の向上を狙った場合、訓練サンプルに対して最適な特徴選択を行うよりも、むしろランダムな選択の方が優位な結果を示すことを見出した。また、画像の対応付けのための不変特徴量に関しては、画像の局所的なスケール変化を反映する固有スケールの計算に必要なフィルタリングの高速化について検討した。その結果、画素値の差分に基づく簡素なフィルタでも、対応付けにおいて高い性能が得られる可能性があることを示した。

【分野名】ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】学習アルゴリズム、画像認識

⑧【ナノテクノロジー研究部門】

(Nanotechnology Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：横山 浩

副研究部門長：阿部 修治、南 信次

所在地：つくば中央第2、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば東、関西センター、九州センター

人員：84名(82名)

経費：1,664,700千円(704,453千円)

概要：

ナノテクノロジー研究部門は、産業技術総合研究所におけるナノテクノロジーの中心として、ナノメートルスケールにおける物質研究の新たな手法やコンセプトの開拓から、生体を含むナノ構造物質の持つ諸現象の解明と応用、そしてそれらの産業技術への展開までを幅広く先導することを使命とし、

(1) 産業技術総合研究所におけるナノメートルスケ-

ル科学技術研究開発の中核部門として、“原子分子精度の物質・材料科学技術”、“ナノメートルスケールの計測評価技術”、“ナノデバイス・システム技術”の研究開発を総合的かつ先駆的に展開する。

(2) ナノテクノロジー分野におけるセンター・オブ・エクセレンスの一つとなるべく、国内外の産官学研究機関との研究連携を積極的に推進する。

(3) 産業技術を指向したブレークスルーを探索し、また、自らが起業家精神を持って、生み出した技術シーズを柔軟かつ速やかに産業技術へと展開する。

ことを目標に研究を進めている。

ナノテクノロジーは対象と手法において広範であるが、研究開発の方向性と意義という観点から、概ね次の3つのタイプに分けることができる。

タイプⅠ 強化型ナノテク：既存の産業技術を拡張・強化するナノテクノロジー  
キーワード：省エネルギー、省資源・ゼロエミッション・リサイクル、高スループット、オンデマンドマニファクチャリングなど

タイプⅡ 創生型ナノテク：新たな科学技術分野を創出するナノテクノロジー  
キーワード：分子素子、量子計算、量子材料、バイオナノテク、自己組織、ナノロボティクスなど

タイプⅢ 手段型ナノテク：研究ツールのブレークスルーを提供するナノテクノロジー  
キーワード：ナノシミュレーション、超微細加工、ナノ計測、コンビナトリアル合成など

ナノテクノロジー研究部門は、おのこのタイプの差異を鮮明に意識し、産業界、学界に大きなインパクトを持つ独自性のある研究開発課題に研究資源の集約を図ることで、メッセージ性と先導性のある研究開発を推進することを旨とし、特に、複数のタイプの研究開発を階層的に連携させ、相互強調を図ることで、さらに大きな発展と循環的な研究開発サイクルの構築を目指している。

重点研究分野及び研究課題は、時に応じてダイナミックかつ柔軟に変化していくべきもので、固定的に与えられるものではない。ここではカテゴリーカルに、対応するタイプを付して例を挙げる。

- (1) 量子ナノ構造と量子機能材料・デバイス・Ⅰ、Ⅱ
- (2) ナノ計測技術とナノサイエンス……………Ⅲ
- (3) ソフト複雑系ナノシステム……………Ⅰ、Ⅱ
- (4) ナノ物質の構造・機能理論・シミュレーション……………Ⅱ、Ⅲ
- (5) ナノマニファクチャリング材料・技術・システム……………Ⅰ、Ⅲ

(6) ナノバイオ・メディカルテクノロジー・・・Ⅰ、Ⅱ  
加えて、研究開発の機動化、高速化、低コスト化及び公的研究機関の役割の視点から

(7) ナノテクノロジー基盤整備・社会貢献  
を挙げる。

それぞれの研究開発カテゴリーの特徴に応じて、目標設定、体制、資源配分、アプローチは異なる。ナノテクノロジーが、長期的な視点からは未だ揺籃期にあり、個々人のアイデアがドライビングフォースとなつて、根本的な革新がもたらされる領域であることを考慮すると、自由闊達な試行錯誤の中から生まれる力強い芽を見逃さずに、そこに内在する強みと発展への氣勢を間違わずに発揮させることが、現時点においては、最も重要な組織的役割であると考えられる。

ナノテクノロジーは分野横断的で、物性物理・デバイス技術からバイオ・医療までその範囲は広い。また、基礎から応用への時間軸においても、短期的な応用が期待されるディスプレイ技術やナノ粒子、医療デバイス、計測技術などから、長期的に21世紀の産業革命をもたらす、産業技術の根幹の変革まで、その視野は大きく広がっている。

産業技術総合研究所が進めるナノテクノロジー研究開発は、産業技術の開拓に焦点をあてつつ、ナノテクノロジー全般に長期的な平衡感覚を持ったものでなくてはならない。ナノテクノロジー研究部門では、ナノテクノロジーが生み出す産業技術の特徴として、省エネルギー・省資源、高機能、低コストを設定し、基礎から応用にわたって研究課題をシームレスに配置することを目指している。

#### 内部資金

「新規な動作原理に基づくゲインエンハンスメント光検出素子によるイメージセンサの研究」

#### 外部資金：

総務省「超高感度広波長域量子細線フォトディテクタレイの開発」

経済産業省（公害防止等試験研究費）「単層カーボンナノチューブを用いた高性能ガスセンサーの開発に関する研究」

経済産業省「局所プラズマガン実装 EDX 装置の開発」

経済産業省「透過型電子顕微鏡非破壊クリーニングシステムの開発」

経済産業省「超稠密金属ナノギャップ不揮発性メモリの研究開発」

文部科学省（主要5分野）「ナノプロセッシング・パートナーシップ・プラットフォーム」

文部科学省（科学研究費補助金）

「弾性高分子表面の自己組織化微小しわパターンの外場への応答（若手 B）」

「コロイド粒子／液晶複合系におけるナノ超構造の光制御（若手 B）」

「ペプチドを用いた単一構造カーボンナノチューブの分離精製法の開発（若手 B）」

「ナノチューブ内に束縛された一次元  $\pi$  共役分子の物性（若手 B）」

「ナノチューブ内に束縛された原子・分子の構造制御と物性研究（基盤 A）」

「超高効率化合物半導体量子細線発光ダイオードの開発（基盤 B）」

「マイクロ空間を用いる生体高分子精密合成技術（基盤 B）」

「結晶性高分子ブレンドのナノ構造制御に関する研究（基盤 C）」

「ワイドレンジ2色可変 SFG 分光装置の開発と極限界面計測技術への展開（基盤 C）」

「1次元空間モードを有する媒質からの熱輻射の研究（基盤 C）」

「脂肪由来細胞を用いた骨・軟骨3次元組織の構築に関する研究（萌芽）」

「低熱伝導率系熱電材料を用いた環境調和型高出力発電モジュールの開発（特別研究員奨励費）」

「不均一系の膨潤における非平衡構造（特定）」

「光駆動の分子機械を創成するための基盤研究（特定）」

「メソフェーズ系電子材料における分子の動的階層秩序制御と電荷輸送機能に関する研究（特定）」

「ブルー相などの3次元秩序を有する液晶系の秩序構造とダイナミクスに関する数値計算（特定）」

「強磁性体ジョセフソン接合を用いた量子コンピュータの理論（若手 B）」

「次世代共役ポリマーの革新機能の理論・シミュレーション（特定）」

「シリコンベース素子を用いたスピン注入効率の最適化（特定）」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
（産業技術研究助成事業費助成金）

「シグナル物質担持アパタイトによる多重感染防止システムを備えた経皮デバイスの開発」

「簡便に合成可能な新規電解質ゲル化剤およびそれを用いた高機能ハイブリッドゲルの開発」

「金属錯体ナノ粒子インクと多様な印刷・製膜技術による新機能エレクトロクロミック素子の創製」



「熱交換機能付き熱電モジュールの製造に関する研究」  
「大電力密度電子デバイスの実現に向けた n 型ダイヤモンド半導体の低抵抗化ならびにオーミック接合技術の開発」  
「塗布型デバイス構築用単一電子構造カーボンナノチューブ凝集体の開発」  
「カルコパイライト型半導体による Cd フリー蛍光標識の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「(革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム)／革新的マイクロ反応場利用部材技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「ナノテクノロジープログラム (ナノマテリアル・プロセス技術)／精密高分子技術／高機能高分子実用化技術の研究開発／高機能材料の基盤的研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「ナノテク・先端部材実用化研究開発／遷移金属酸化物を用いた超大容量不揮発性メモリとその極微細加工プロセスに関する研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「ナノテク・先端部材実用化研究開発／自己組織化ナノパターンニング法によるナノ狭窄磁壁型 HDD 磁気ヘッド素子の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「ナノテク・先端部材実用化研究開発／深紫外線発光ダイオードの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト／革新的断熱技術開発／発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材および連続製造プロセスの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／再生・細胞医療の世界標準品質を確立する治療法および培養システムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「新エネルギー技術研究開発／新エネルギーベンチャー技術革新事業 (風力発電その他未利用エネルギー)／廃熱を有効利用する熱電発電技術の開発」

独立行政法人日本学術振興会 (外国人特別研究員事業)  
「電極間のナノ物体を原子分解能で直接観察しながらそ

の電気特性を測定する技術の開発」  
「完全スピン偏極強磁性体被膜の作製と評価 及びそのスピントロニクス素子への応用」  
「半導体への高効率スピン注入技術及びスピン操作技術の開発」  
「ブロック共重合体と超臨界二酸化炭素によるナノ多孔体創製」  
「高度に機能化された液晶半導体に向けた新規な金属錯体液晶に関する研究」  
「ブロック共重合体と超臨界二酸化炭素・共溶媒によるナノ多孔体創製」  
「ポリマー (ポリマーブレンド)／CNT 系ナノコンポジットによる新規導電材料の創製」  
「電子と光子を用いたメゾスコピック構造計測技術の開発に関する研究」  
「細胞接着因子及び遺伝子担持アパタイト層による、骨形成を促進する骨補填剤の開発」  
「高性能ナノコンポジット希土類永久磁石薄膜の開発」

発表：誌上発表266件、口頭発表577件、その他49件

## ナノ構造物性理論グループ

(Nanomaterials Theory Group)

研究グループ長：阿部 修治

(つくば中央第2、第5)

概要：

ナノ構造物質の光機能や電子・スピン機能を物性理論的手法や計算科学的手法を用いて解析し、ナノスケールの現象を人為的に制御する仕組みの解明と予測に取り組んだ。ナノ狭窄領域中の磁気構造とスピン流をシミュレートするプログラムを開発し、シミュレーションを元にした磁気記録読み出しヘッドのデザインを行った。チオフエン系及びアントラセン系光機能分子材料の発光状態の理論モデリングを行った。ナノスケール強磁性体を介したジョセフソン接合の量子輸送に関して、バンド構造を考慮に入れた数値解析を行い、完全偏極強磁性絶縁体の場合、ジョセフソン電流の符号が反転する  $\pi$  接合が実現すること、また、強磁性半導体カルコゲナイドの場合、軌道混成の効果が強くなると  $\pi$  接合が出現することを見出した。以上の結果を基に、 $\pi$  接合を用いた量子コンピュータの理論提案を行い、外部ノイズの影響を受けにくい理想的量子コンピュータが実現可能であることを示した。ブルシアンブルー型錯体材料の金属サイト置換効果について、理論的手法に代えて実験的解明に注力し、多色化を実現した。

研究テーマ：テーマ題目 4

## ナノシミュレーショングループ

(Nanosimulation Group)

研究グループ長：米谷 慎

(つくば中央第2)

概 要：

理論・シミュレーションを先導的に用いた、先進的・実用的なナノ材料・デバイス・プロセスの実現を目指した研究を、実験と連携しながら進めている。

題目2「自己組織化の学理とボトムアップ型ナノ材料・プロセスの開拓」に関連した研究としては、キラルスメクチック C 液晶相膜における、分子長軸周りの回転ダイナミクスとキラリティに依存した短軸ダイポールモーメント方位分布の偏りに関する分子シミュレーションを行った。分子キラリティによるミクロな対称性の破れに起因・依存して、系全体のマクロな分極発現の方向が自発的に決定される過程がシミュレーションにおいて再現されていることを示唆する結果を得た。これは、キラルスメクチック C 相における自発分極の発生の分子レベルのメカニズム解明の道を開くものと考えられる。

また、題目4「ナノテクノロジー基礎理論の開拓とナノ機能シミュレーションへの展開」に関連した研究として、キラルスメクチック液晶の2次元薄膜に円形の粒子が存在する場合の、液晶の C ディレクタの配向、および欠陥の位置について、解析的な考察を行った。外側の境界の数学的な取扱によって結果が大きく変わる事を見出したが、これは、2次元液晶の理論的取扱そのものに再考を促すものである。また、液晶コロイド系において、コロイド粒子径が異なる場合に、配向欠陥を伴う粒子間の相互作用がどのような振舞いを示すかについて数値解析を行った（九州大学・木村康之教授のグループとの共同研究）。実験を定性的に再現するとともに、報告されている定性的な考察による結果に疑問を投げかける知見を得た。

この他にも、研究題目：ブルー相などの3次元秩序を有する液晶系の秩序構造とダイナミクスに関する数値計算（研究番号 H43）に関連して、(1) 連続体理論に基づくコレステリックブルー相の数値計算、(2) 3次元秩序構造を有するスメクチック Q 相の分子シミュレーションおよび、(3) 表面の凹凸を起源とする液晶のアンカリングに関する研究を行った。これらに関しては別項を参照されたい。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4

## ナノ機能合成グループ

(Nano-Function Materials Group)

研究グループ長：清水 洋

(関西センター)

概 要：

関西地域のナノテクノロジー研究開発の尚一層の促進と新産業創出に貢献すべく、また国際的な視野の中で新たな情報発信拠点として材料創製及び機能システ

ム創製のための独自の研究を行う。金属酸化物による新規かつ実用性に優れた熱電材料とモジュール化技術の研究開発、ナノ細孔を持つシリカ粒子のコントロールリリースを目指した高機能化並びに多機能化の研究開発及び液晶性材料の新規なエレクトロニクス応用を目指した分子の動的秩序制御に関する研究開発による新産業の創出及びその支援を目的とする。熱電発電の研究開発では、新規な n 型高性能材料を原子配列層のナノ空間制御により開発する。ナノ細孔シリカ粒子の高機能化を推進するために細孔中や出口付近の機能付与のため細孔内部壁の化学修飾技術の開発に取り組む。また、液晶性材料の新機能開拓を目指して、電子的・イオンの電荷輸送現象の解明及びその分子配向制御法等のデバイス化技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目2

## 近接場ナノ工学グループ

(Near-Field Nano-Engineering Group)

研究グループ長：横山 浩

研究担当者：王 学論、小倉 睦郎、永宗 靖、  
時崎 高志、重藤 知夫

(つくば中央第2)

概 要：

ナノメートルサイズのデバイスでは、デバイスの極近傍にのみ存在する近接場が機能の本質を決定する。本グループでは、分子、光、電子などの作る近接場を制御して、新しい高機能デバイスの開発に結びつけることを目的としている。

高性能光電子デバイスへの応用に向けては、局所光と伝搬光との強結合を利用した高効率発光ダイオード(LED)の開発を進めた。V 溝形 GaAs 基板の(001)平坦面に成長した微細な量子井戸構造からの発光が、簡単な光閉じ込め構造にすることによって60 %を超える効率で外部に取り出せる現象を昨年発見した。本年度は、この発現のメカニズムの解明を進め、(001)平坦面において電磁波の強い局在モードの存在が確認され、さらに、それを利用した高効率 LED の作製を行った。また、新規な動作原理に基づく、世界最高感度の CCD を越えるイメージセンサの開発をすすめ、超高感度 ( $NEP < 8.7 \times 10^{-17} [W/Hz^{1/2}]$ )、高速 ( $f > 10 [MHz]$ )、低電圧、低消費電力 (2.5-3[V]) 動作を実証し、高密度アレー化 (320 x 240 [pixels]) に目途をつけた。

局所光計測においては、半導体量子構造中の2次元電子ガス系に対する極低温・強磁場中での局所発光測定を目的として、試料位置の3次元位置計測系の開発を進め、光ファイバー干渉系により、試料位置を100 nm 以下の誤差で決められることを確認した。一方、2探針型 SNOM においては、シミュレーションと実測定との詳細な比較を行い、射出・集光の両探針から

得られる情報の起源を明らかにした。

研究テーマ：(1) 量子ナノ構造と量子材料・デバイス、  
(2) ナノ計測技術とナノサイエンス

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】発光ダイオード、光取出し効率、形状基板、高感度光検出素子、イメージセンサ、ファウンドリ、走査型近接場光学顕微鏡、半導体量子構造

## ナノ科学計測グループ

(Research Group for Nanoscientific Measurements)

研究グループ長：村上 純一

(つくば中央第5)

概要：

本グループでは、ナノ粒子・高分子、表面・界面等を研究対象とし、これらの物質のナノ領域での構造・物性・機能の解明、そのための種々の分光法の高度化、新規分光法の開発を目的として研究を行っている。今年度、ナノ粒子関係ではまず、担持タングステンナノクラスターによって活性化された窒素分子が室温でクラスターに共吸着した水素によって還元されることを明らかにした。さらに、金銅(1:1)合金の気相高温酸化により得た、金リッチ合金と酸化銅がヘテロ接合された複合ナノ粒子について、その界面歪分布の界面サイズ依存性の定量解析に成功した。また、金属微粒子による複合材料の開発においては、活性炭等の多孔質材料への金属ナノ粒子の導入に成功し、ナノポーラスコンポジットを効率的に作製する方法を開発した。高分子関係では、エネルギーフィルターTEMや高分解能SEMにより高分子界面の分子特性解析を行い、接着と界面の相関を明らかにした。更に、高分子鎖を選択的に同位体ラベル&最先端固体NMR技術の展開により、結晶領域において高分子鎖の軌跡を反映させた固体NMRスペクトルの計測に成功した。また、異なる二次構造をもつ高分子鎖が結晶ラメラ内においてどのような空間配置を評価することにも成功した。表面・界面については、先に打ち立てたチタニア表面で観測される複雑で多様なナノ構造のほぼすべてが非常にシンプルな物理法則に従っている、という基礎概念に基づいて研究を進め、より触媒活性の高い(011)表面の構造を解明した。さらに、SFG分光法を用いた研究において、他のグループでは測定が困難な系である低振動数領域のSFG測定では硫酸水溶液表面及びイオン液体表面の研究を進めた。また、新たに開発した2色可変SFGを用いて通常SFGでは測定できないはずの単層カーボンナノチューブ/金属界面からのSFG測定に初めて成功し、IRやRamanとは異なるSFGの選択則とナノチューブの共鳴効果を利用することによる界面構造解析に新たな手法論を提示した。

研究テーマ：テーマ題目5

## 先進ナノ構造グループ

(Superior Nanostructure Group)

研究グループ長：秋永 広幸

(つくば中央第2)

概要：

物質をナノ構造化することによって、合目的に設計された機能の発現と制御を可能とし、そのようなナノ材料の開発成功例を積み上げていくことを活動指針とし、この過程で、「先進」と呼ぶに相応しいナノ構造と、そのナノ構造に触発された新しい研究分野あるいは研究概念を創造していくことを本グループの長期目標としており、ナノエレクトロニクスとナノプロセスの2つのサブテーマを掲げている。前者においては、ナノ構造化することによって電子の持つスピン物性や強相関効果が顕著になることを利用して、大量の電子情報処理を、低コスト・低エネルギー消費で実現するためのメモリ機能や電磁場に対する高い感度を備えたナノエレクトロニクス材料を設計・開発し、更にその全く新しい材料形成・計測技術とを構築することを目指している。現在までに、遷移金属酸化物における抵抗スイッチ効果を用いたメモリ動作実証、難加工材料の反応性イオンエッチングプロセスの開発等に成功している。後者では、産総研ナノプロセス施設を、産学官の研究者に広く提供することにより、そのアイデア実現を加速する機動的ナノテクノロジー研究開発支援と人材育成を実施している。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目7

## ナノ流体プロセスグループ

(Nanofluidics Research Group)

研究グループ長：古屋 武

(つくば中央第5)

概要：

ナノ材料を幅広い産業分野へ応用していくためには、ナノ材料・ナノデバイス製造のためのプロセス技術が必要となる。また、ナノ材料・ナノデバイス製造プロセスは、ナノ構造を精密に制御可能であるだけでなく、プロセスのグリーン化を見すえたものでなければならない。本研究グループでは、ナノ材料の設計指針やナノデバイス製造プロセスの最適操作条件の提示を可能とするため、広い意味での物性に基づいた材料開発・プロセス開発を進めている。そのため、これまで利用されることのなかった「圧力」をプロセス操作パラメータとして導入し、さらに、マイクロ流路や超臨界流体などの非従来型プロセス技術と溶媒を利用することにより、これまでのプロセス技術の限界を超えた、新しいプロセス技術開発を目的としている。

研究テーマ：テーマ題目1



## マイクロ・ナノ空間化学グループ

(Micro- & Nano-Space Chemistry Group)

研究グループ長：前田 英明

(九州センター)

概 要：

本グループでは、マイクロリアクター技術を基礎とするマイクロ空間技術にナノテクノロジーを融合させ、新たな研究領域や研究センターの創設に連携する異分野融合性の高い新規研究・技術領域を創出することを目標とするとともに、新たな機能を有する高性能の微小流体デバイスの開発及びその応用・展開技術の確立を通して、化学産業のみならず、環境、医療、製薬、バイオ関連、食品産業、化成工業等への貢献を目指している。本年度は、無機・金属ナノ粒子の合成と特性制御、マイクロ空間反応場を用いた化学・生化学反応の高度制御とマイクロ分析チップの開発、並びにマイクロ流体シミュレーション技術の開発に関する検討を行った。

## 分子ナノ物性グループ

(Molecular Nanophysics Group)

研究グループ長：水谷 亘

(つくば中央第2、第4、第5)

概 要：

分子スケールの微細構造を作製し、それを対象あるいは利用した物性測定と解析を行う。新規技術の創造とその育成を通して新たな応用につなげる研究開発を行っており、特殊な色素の会合体の解析、有機 EL 素子のセンサー応用など学術的萌芽の段階の技術も出てきているが、下に挙げるいくつかの課題では試作装置の作製など技術移転に向けての成果が得られた。

- (1) プルシアンブルー型ナノ粒子インクについて、水溶性インクの開発を行った。これらのインクを用いて、多様な湿式法によるプルシアンブルー顔料の製膜やパターン印字に成功し、実際に調光ガラスや簡易表示装置の試作機を製作した。
- (2) 以前見出したナノギャップ電極特有の抵抗スイッチ効果に関して研究を進め、電極材質は金属に限らずシリコンやナノチューブでも変わらずにスイッチ効果を示す事がわかった。また不揮発性メモリ応用を目指して様々な基礎データの収集を行った。
- (3) 実用化を目指して開発を進めている微小面で金属イオンなどを検出するペンシル型分子膜センサーでは、企業との共同研究を推進し、現場で使用を目的としたモバイル型のセンサーを試作した。
- (4) シリコン原子を骨格とするオリゴシランの、分子に平行及び垂直な電荷輸送特性を観測し、炭素原子を骨格とする $\pi$ 共役分子とは大きく異なる電荷輸送メカニズムを明らかにした。さらに、ユニークな物性の応用に向けて、オリゴシランの分子設計や製造

の低コスト化を試みている。

研究テーマ：テーマ題目 3

## 自己組織エレクトロニクスグループ

(Self-assembled Nano-electronics Group)

研究グループ長：片浦 弘道

(つくば中央第4)

概 要：

カーボンナノチューブやナノワイヤー等のナノメートルサイズ新物質の生成機構の解明、高度精製、電子的・光学的性質を調べることにより、ナノサイズ物質特有の新たな機能を見出し、デバイスとして応用するために必要な、基礎から応用にわたる総合的な研究を行っている。今年度は、単層カーボンナノチューブを金属型と半導体型に分離精製する2件の技術を開発した。第一の技術は、界面活性剤交換型密度勾配遠心分離法で、既存の分離手法を大幅に改善し、99 %という高純度の分離試料をミリグラムオーダーで作製する事に成功した。第二の技術は、ゲル電気泳動により金属型・半導体型の分離精製を行うもので、これまでの技術では不可能であった大量分離への発展が可能な技術である。この技術は完全に産総研オリジナルであり、これらの技術を基盤として、塗布型の高性能ナノチューブデバイス開発につなげて行く予定である。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3

## ソフトナノシステム研究グループ

(Soft Nanosystem Research Group)

研究グループ長：南 信次

(つくば中央第5)

概 要：

生体由来の材料や生体システムが持つしなやかな構造特性や特異性、可塑性、興奮性及び広義の自己組織化能を基盤とするソフト・ナノテクノロジーの研究開発を行う。本年度は以下の研究成果を得た。(1) 分子システム：タンデム型色素増感太陽電池に使用可能な色素の合成を行い、太陽電池の基礎特性を評価した。マイクロ波と重水を用いた重化物合成において、触媒反応条件等、適切な条件を特定することができた。(2) コロイドシステム：液晶系では、光によって誘起された液晶相－等方相界面を利用することによって、コロイド粒子の2次元規則構造の構築に成功した。また、スメクチック Q 相を発現する新規化合物を合成し、分子中に組み込んだアゾベンゼン部位の光異性化反応によって、スメクチック Q 相の構造光制御を達成した。コロイド分散系では、基板/水界面における電気浸透流と粒子周辺の電気2重層中の濃度分極のカップリング現象に関して検討を行い、基板の電気浸透流速（電荷密度）を意図的に変化させることで制御可能であることを明らかにした。(3) 高度分析・操作

技術の開発：誘電泳動力と流体によるドラッグフォースを巧みに利用した赤血球の新規な濃縮およびフローソーティング技術を開発した。ナノデバイスの電気的相関現象を極低温・高分解能で計測することを目指して、液体ヘリウム温度で動作可能な低温 SMM システムを開発した。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3

#### 分子スマートシステムグループ

(Molecular Smart System Research Group)

研究グループ長：玉置 信之

(つくば中央第5)

概要：

次世代の情報技術 (IT) では、分子間相互作用を有効に利用する機能性分子組織体に対する期待が大きい。分子組織体の構造を制御することで新たな機能を発現することが可能である。また、分子組織体は自発的な構築が可能で経済的であり、得られたものはしなやかで刺激に対して劇的に応答する特徴がある。さらに刺激によって生じる組織構造が変化した複数の状態を速度論的に安定化できる可能性がある (双安定または多安定性)。これらの特徴はいずれも情報を扱う材料として優れた点である。本研究グループでは、次世代 IT として期待されているペーパーライクディスプレイ、多重メモリ、微小機械の実現を目指して、化学反応や分子間相互作用の利用による情報の感知、変換、保存、再生を行う新しい分子組織体の構築を目的とする。併せてそのために必要な新しい分子組織体の探索と分子組織体と光、熱、電場、磁場との相互作用に関する基礎的研究を行う。グループの研究スタンスの特徴は、有機化合物の設計、合成から、組織体構築、基礎物性測定、機能評価、デバイスの試作までを一貫して行うことである。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### ナノ構造制御マテリアルグループ

(Nanostructured Materials Group)

研究グループ長：清水 博

(つくば中央第5)

概要：

高分子材料が広範な産業分野に浸透し、それら材料の性能や機能に対する産業ニーズが極めて多様化している昨今、単一の高分子ではそのようなニーズに応えることが困難となり、異なる性質をもつ高分子同士や無機材料等と高分子とをナノレベルで複合化するブレンド、アロイ、コンポジット作製技術の構築が重要な課題となっている。そこで当グループでは独自に開発した高せん断成形加工技術の応用展開として「高せん断流動場や反応誘起場等の特殊場を用いたナノ構造制御技術の開発」ならびにその加工

技術を用いて「無機粒子の選択的・特異的性質を利用する高分子-無機系ナノコンポジット材料の開発」を行うことを目標としている。

研究テーマ：テーマ題目 6

#### ナノバイオ・メディカルテクノロジーグループ

(Nano-Biomedical Technology Group)

研究グループ長：植村 壽公

(つくば中央第4)

概要：

○ナノピラーの物理的パラメータにより、その上で培養した間葉系幹細胞からの軟骨スフェロイド形成、幹細胞から脂肪細胞や骨芽細胞への分化が変化する、つまりナノピラーの構造により制御できることがわかった。骨軟骨ハイブリッド組織構築用生体材料として期待できる。RWV バイオリアクターのプロトタイプ回転制御装置 (ラボ用) を完成させた。カニクイザルの用いた移植実験は良好な結果を得た。耳介軟骨再生のための材料処理法を確立した。骨軟骨基質を構成するコラーゲン、コンドロイチン硫酸、ハイドロキシアパタイト3元ハイブリッド材料の多孔体の合成に成功した。細胞の侵入性が高く、連通性に富みスポンジ状のしなやかさを持つ。骨軟骨ハイブリッド組織構築用生体材料として期待できる。

○糖鎖修飾リボソームに関して：高齢化により増加している虚血性疾患に関して、当 DDS の応用開発を行っている。虚血原因である血管狭窄に施行される血管拡張形成術では再狭窄が問題である。当研究では上記 DDS を使用して動物実験で血管形成部に狭窄予防薬を特異的に届け、再狭窄を予防する事に成功している。当 DDS は臨床で形成術に使用されているステント適応外の細く長い血管狭窄又は複数の狭窄を同時治療でき、しかも薬剤溶出性ステントで問題となっているステント血栓症もない治療法である。狭窄予防薬の毒性は高いが、当 DDS は形成部に特異的に薬物を届けており、薬物投与量は低特異性 DDS と比して1/10から1/100の減量に成功している。

○回転粘度計で使用される二重円筒の底を球面にすることにより、試料の全域にわたって等しいずり速度を与えることができ、少量の試料に対しても測定可能な新型の二重円筒を開発した。回転粘度計で使用される二重円筒の底を球面にすることにより、試料の全域にわたって等しいずり速度を与えることができ、少量の試料に対しても測定可能な新型の二重円筒を開発した。粘度既知の溶液及び血液試料を用いて、同二重円筒の基本性能を確認した。また、同二重円筒によれば、従来品よりも少ない試料量で簡便に測定を行えることを示した。

○細胞非接着の性質を有するアルブミンから成るフィ

ルムが特定の化学薬品溶液の曝露により細胞接着性へと変換できることを見出した。更に、インクジェット印刷技術を利用してこの特定の化学薬品溶液の液滴を基板上に滴下することで、アルブミンフィルム上に所望のデザインで細胞を配列することに成功した。

#### 高温量子エレクトロニクス研究グループ

(High Temperature Quantum Electronics Research Group)

研究グループ長：山崎 聡

(つくば中央第2-13)

#### 概要：

高温下でも量子効果が顕著にあらわれるダイヤモンド半導体などを対象に、高温での量子統計現象の機構を解明しながら、それを利用する新しい原理のデバイスのための基盤技術開発とプロトタイプデバイスの試作を行う。

材料合成技術・ドーピング技術・計測技術の地道な基盤研究を通し、ダイヤモンド半導体の特徴として、1)  $10^{18}\text{cm}^{-3}$ を超える高密度励起子状態が実現可能であること、2) 水素終端することにより伝導帯底よりも真空レベルが低い負性電子親和力を持つこと、3) 原子レベルで制御された表面状態が実現可能なこと(完全平坦表面および理想的なシングルステップ構造を持つ表面)、を示すことができた。これらの特異な性質を利用したデバイス開発を行っている。

1) の高密度励起子状態は励起子がボーズ粒子であることからボーズアインシュタイン凝縮の可能性があることを示しており、量子効果の発現が期待できる。また、同時に高密度励起子を利用し、深紫外線発光ダイオードの開発を進めている。この LED の特徴は、励起子を使った新原理発光素子であること、発光波長がダイヤモンド励起子発光波長である235 nm であり、現在実用化されている360 nm 以上の可視光 LED では実現できない、小型殺菌源などの新しい市場を拓けることがある。この成果はこれまでの常識であった「間接遷移型半導体の発光素子は実現できない」という常識を覆す結果である。また、2) の負性電子親和力を利用することにより、上記の LED 構造からの電子放出を確認しており、イオン源としてのデバイス開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

#### スーパーインクジェット連携研究体

(Collaborative Research Team of Super Inkjet Technology)

連携研究体長：村田 和広

(つくば中央第5)

#### 概要：

ミニマルマニユファクチャリングコンセプトの実現のために、マイクロメートルスケールのパターンニング方法として、従来の1/1,000以下の超微細液滴を精密に基板上に配列できる超微細インクジェット(スーパーインクジェット)技術の開発を行っている。この技術は、省資源・省エネルギーの環境対応型技術であるだけでなく、従来の製造プロセスと異なり、少量多品種生産に適応した技術である。

本技術の実用化のために、ベンチャーセンターの支援を受けベンチャータスクフォースによる超微細インクジェット技術の高度化・実用化を進めている。研究開発用超微細インクジェット装置の構築と周辺プロセスの整備を行い、応用用途の開拓を中心に研究を進めた。また、2005年4月にはベンチャーを設立し、5月には産総研技術移転ベンチャーの認定を受けた。

また、本技術を応用し、高度偽造防止印刷や、超微細タグなどの実現を目指し、界面ナノアーキテクニクスセンターと共同で、同センターが開発した高輝度蛍光体の精密配置技術の開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目1

#### メゾテクノロジー連携研究体

(Mesotechnology Collaborative Research Team)

連携研究体長：中山 景次

(つくば東)

#### 概要：

トライボロジー分野における技術革新を目指し、動的トライボロジー現象を、摩擦電磁気の観点より計測・解析する技術を開発している。先に油潤滑下で発生するプラズマの撮像に成功したとともに、油潤滑下のプラズマから放出される光子のスペクトルが空気放電プラズマのスペクトルを示すことを報告した。そこで、本研究においては、油潤滑下で発生するプラズマの発生機構を究明するために、溶存空気を脱気してプラズマの撮像を試みた。その結果、脱気前の観察されたプラズマが脱気後に消失したことから、油潤滑下でのプラズマは油中に溶存する空気が摩擦接触点後方の負圧の発生する領域でバブルを発生させ、このバブル中で空気放電プラズマが発生していると結論づけた。また、摺動し合う二面のうち小物体の材料種、特に金属種の影響を調べた。導体である金属は電子が逃げていってしまうことから帯電しにくくプラズマの発生が困難であると予想したが、予想とは異なり、プラズマ像を観察した。また、そこから放出される光子のスペクトルが空気放電プラズマのそれと一致し、確かにプラズマが発生していることを証明した。これらのことは、多くの機械類が金属で製作されていることを考えると、今回の金属摺動面においてプラズマの発生を観察したことはトライボロジーの関連産業界にとって重



要な意味を持ってくるであろう。

研究テーマ：テーマ題目5

キーワード：トライボプラズマ、油潤滑、金属摺動面、  
光子のスペクトル、プラズマ像、溶存空気

# 〔テーマ題目1〕 オンデマンドナノマニュファクチャリング技術の研究

〔研究代表者〕 村田 和広

(スーパーインクジェット連携研究体)

〔研究担当者〕 村田 和広、前田 英明、古屋 武、  
中村 浩之、上原 雅人  
(常勤職員5名、他15名)

## 〔研究内容〕

### 目的と手段

ナノテクノロジーは材料の究極利用技術であり、材料の配置は機能性の配置と同義であるとの観点から、高機能ナノ材料の精密合成、精密計測、精密配置など、材料の製造技術と、その配列化、デバイス化までの幅広いスペクトルの研究開発により、従来型技術のロードマップとは異なる技術体系の構築を目指す。このために、ナノ流体プロセス、マイクロ空間化学、超微細インクジェットの3つの観点からの研究を推進する。

#### (1) ナノ流体プロセス

従来利用されることのなかった、圧力をプロセス操作パラメータとするプロセス技術の精密化により、最終的にはナノ材料ナノデバイス製造プロセスの構築を目指す。

#### (2) マイクロ空間化学

粒子合成反応に最適なマイクロリアクター技術を精密解析ツールとして応用し、ナノ粒子の実装化における種々の制約や必要要件を満たす最適製造プロセスの確立と、高効率製造プロセス設計方法論を確立する。

#### (3) 超微細インクジェット

世界最小レベルの超微細インクジェット技術の実用化と、オンサイトファブ리케이션や、ミニマルマニュファクチャリング等のコンセプトの具現化を目指す。

### 進 捗

#### ＜ナノ流体プロセス＞

a) マイクロメートルサイズ以下の大きさをもつポリマーの発泡セル内部を、熱伝導率の低い低密度シリカで充填した構造を持つ発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材の開発を行っている。組成制御と製造プロセスの最適化のためには、ポリマー／シリコンアルコキシド／超臨界二酸化炭素反応系の高圧相平衡の知見が必要となるため、新たに高圧相平衡測定装置を開発し、ポリマー／超臨界二酸化炭素系の測定を開始した。

b) 極微量試料の、超臨界二酸化炭素中への飽和溶解を目視確認可能な「体積可変型試料飽和溶解装置」に、測定を補助するための何種類かのピストン駆動自動制御機構を新たに組み込んだ。この自動制御機構を用いることで、超臨界二酸化炭素への溶解度測定が効率的に行え

るようになり、本装置はほぼ完成した。本装置を用いて、超臨界二酸化炭素中での反応に関連した金属錯体触媒の溶解度測定を行っており、 $10^{-6}$ モル分率程度の極めて低い溶解度を迅速に測定可能であることを確認した。  
＜マイクロ空間化学＞

コンビナトリアル合成システム：反応温度・時間・原料濃度の制御が可能な、原料供給部、混合部、反応部、回収部からなるコンビナトリアル合成システムを設計し、プロトタイプを作成中である。

*in-situ* 測定技術の開発：マイクロリアクターを利用した時間分解型分析セルを用いた、XAFS 測定システムの設計と製作を実施している。

各種材料の合成：Cu、ZnO、及び Cu-フタロシアニンの反応系の探索を行い、マイクロリアクターによる合成が可能なシステムを選択中、いくつかの候補が見つかった。また、異種半導体との複合化により、量子収率が20 %以上の蛍光ナノ粒子の合成に成功した。

#### ＜超微細インクジェット＞

ミニマルマニュファクチャリング：産総研内のミニマルマニュファクチャリングワーキンググループに参加し、省資源・省エネルギー・高性能な製造技術の実現のためのコンセプト作りに参加。また NEDO 先導調査研究「ナノテクノロジーによる生産技術革新」に参加した。  
プリンタブルバッテリー：ワイヤレスマイクロシステムで重要な、2次電池を印刷によりチップ上に実装する技術の開発に UC バークレーと共同で研究を開始した。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 スーパーインクジェット、超臨界流体、  
マイクロ空間化学

## 〔テーマ題目2〕 自己組織化メカニズムの解明とその応用技術の開発

〔研究代表者〕 玉置 信之

(分子スマートシステムグループ)

〔研究担当者〕 玉置 信之、長沢 順一、吉田 勝、  
谷田部 哲夫、土原 健治、  
園田 与理子、秋山 陽久、  
松澤 洋子、木原 秀元、則包 恭央、  
川西 祐司、井上 貴仁、西村 聡、  
有村 隆志、岩坪 隆、山本 貴広、  
米谷 慎、福田 順一  
(常勤職員18名、他14名)

## 〔研究内容〕

本研究では、ナノスケールの特異な物性を利用して機能的ナノ構造を作り出すための理論的基盤を構築するとともに、自己組織的な構造形成及び機能発現の制御により飛躍的な省エネルギー・省資源を実現するナノ材料、ナノデバイス及びナノ製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

19年度は、チオフェン系液晶半導体の相転移に伴うキ

キャリア移動度の変化を、ダイナミカルディスオーダーの観点から明らかにした。可逆グレイ・スコット系のシミュレーションにより、ラインの分岐を経てミックスモードチューリング構造に至る新しいパターンの生成機構を解明した。また、外部刺激に対してプログラムされた応答を示すスマート分子システムに関し、アゾベンゼン系人工ロドプシンが紫外線照射により数秒以内の高速で約1ミクロンの球状集合体から約数百ナノメートルの集合体へと変化することを明らかにした。また、生体分子モーターキネシンの運動を光で制御するための新しいフォトクロミック分子を合成した。さらに、オリゴチオフェン系液晶半導体を合成し、溶液プロセスで作成した膜で $10^{-2}\text{cm}^2/\text{Vs}$ の移動度を示すトランジスタを作成した。また、グループで開発したスピロペリミジン系フォトクロミック化合物の製造プロセスを企業と共同で確立し、試薬としての販売を開始した。

【分 野 名】ナノテクノロジー

【キーワード】自己組織化、液晶、光異性化反応

### 【テーマ題目3】分子エレクトロニクス及び量子・スピ ンエレクトロニクスの研究

【研究代表者】南 信次（副研究部門長）

【研究担当者】南 信次、片浦 弘道、水谷 亘、  
小倉 睦郎、秋永 広幸、奥本 肇、  
ハサニエン・アブドゥ、田中 寿、  
中村 徹、内藤 泰久、田中 丈士、  
柳 和宏、中桐 伸行、高野 史好、  
島 久、川西 祐司、清水 哲夫、  
谷田部 哲夫、下位 幸弘  
（常勤職員20名、他22名）

#### 【研究内容】

計画：

- ① 特定構造のカーボンナノチューブ（CNT）を選択的に合成及び抽出する手法を開発する。CNT 内部に内包した分子を用いた CNT の物性制御及びマニピュレーションの実現に向けた技術開発を行う。CNT ガスセンサーの作製条件を最適化することにより、ppb レベルの低濃度二酸化窒素ガス検出を可能とする。独自に開発した CNT 分散技術に基づき透明導電薄膜を開発する。
- ② 新物質の探索として、単一分子種で金属性を示す新分子と、電荷制御により発色する可溶性ナノ材料を開発する。分子と電極や絶縁物との新たな結合技術として、酸素属元素を用いる技術を探索する。分子デバイスの開発として、オリゴシラン分子の物性を応用した光応答素子を高機能化する。また、電位検出用の分子を高感度化し検出面の各辺を100 nm 以下に縮小した分子膜センサー、有機分子の電界発光を利用した新原理の分子センサー等の試作を行う。ナノスケール電極で発現するスイッチング現象の解明とその応用技術の開発を行う。
- ③ 遷移金属酸化物を用いた不揮発性メモリにおいて、

サブミクロンサイズの素子を形成し、その素子において、当該メモリの特徴である巨大なオン・オフ比が保持されるか否かを実証する。

進 捗：

① 密度勾配遠心分離法を用いて、カーボンナノチューブ（CNT）の構造分離に成功した。金属型 CNT、半導体型 CNT 共に99 %以上の純度で、mg オーダーの分離量を世界で初めて達成した。CNT 内部にフラーレンや色素分子等の異種分子を入れた複合素材においても、金属型 CNT と半導体型 CNT の分離精製に成功した。直径の異なる3種類の CNT を用いて、シアン、マゼンタ、イエローの3原色を持つ金属型 CNT の分離精製に成功した。金属型 CNT で作製した導電性薄膜では、環境の変化に対して極めて安定な導電性を示す事を見いだした。フラーレンにレチナールという分子を結合させた複合分子を CNT に内包させ、高分解能電子顕微鏡で観察することにより、レチナール分子のシストランスの変化を直接観察することに成功した。CNT がナノ分散したネットワーク構造から成るガスセンサーを構築し、ppb レベルの極めて低濃度な二酸化窒素ガスを再現性良く検出することに成功した。セルロース誘導体を分散剤として用いることにより、簡便かつローコストな手法で多層 CNT からなる透明導電膜を形成した。

② 新物質の探索では、単一分子種で金属性を示す分子を新たに2種類合成し、その伝導度特性の測定、薄膜の評価を行った。プルシアンブルー型ナノ粒子材料では、青に加えて黄色に発色する材料の作製に成功した。オリゴシラン分子に関して、分子骨格の変更及び配向制御による電荷輸送メカニズムの解明と電荷移動度の系統的制御を行なった。分子を金属表面に結合する新技術として、酸素属中の重元素であるテルルを用いた有機テルル分子膜の高い電気抵抗を実証し、新たな電子物性を示す結果を得た。分子センサーでは、配線を含めて検出部位を100 nm 以下に微細化し、水中の微量な金属イオンに対する応答シグナルを得た。見出した特異な表面反応を用い、実用的なイオンセンサー・ガスセンサーの構築へ向けて企業との共同研究を進めた。新しい原理の分子検出法として、有機電界発光素子の層内に挟み込んだ単分子層以下の蛋白分子の検出に成功した。ナノスケール電極による抵抗スイッチ効果は、メモリへの応用を目指して寿命と速度の計測を行い、10万回以上の繰り返しと、10 nsec 以下の動作を確認した。電極部材としてシリコンやカーボンナノチューブを用いても金属と同様のスイッチ効果を得た。

③ サブミクロンサイズの遷移金属酸化物からなる不揮発性メモリ素子を形成するプロセス技術を開発し、その特性評価をしたところ、当該メモリの特徴である巨大な抵抗のオン・オフ比が保持されていることが明らかになった。さらに、不揮発性メモリ動作にかかわる、低消費電力性と高速性が示された。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・製造・材料

〔キーワード〕 ナノチューブ、遠心分離、レチナール、ガスセンサー、透明導電膜、プルシアンブルー、イオンセンサー、抵抗スイッチ、遷移金属酸化物、不揮発性メモリ

〔テーマ題目4〕 ナノテクノロジー基礎理論の開拓とナノ構造機能シミュレーションへの展開

〔研究代表者〕 阿部 修治

(ナノ構造物性理論グループ)

〔研究担当者〕 阿部 修治、針谷 喜久雄、下位 幸弘、川本 徹、川畑 史郎、

Barzykin Vadimovich Alexander、

関 和彦、今村 裕志

(常勤職員8名、他3名)

〔研究内容〕

実験グループと共同研究を行い、YBCO ジョセフソン接合における巨視的量子トンネリング(MQT)の理論を構築した。理論予測と実験結果のずれの原因を解明するため、デバイス構造を検討して理論を再構築し、実験データが LC 共振器モデルで定量的に説明できることを明らかにした。強磁性絶縁体のバンド構造及び軌道混成の効果を考慮に入れたジョセフソン電流の大規模数値計算を行い、LSCO などの完全偏極強磁性絶縁体及び Eu カルコゲナイドなどの強磁性半導体において  $\pi$  接合が出現することを示した。また、強磁性絶縁体  $\pi$  接合を用いた位相量子ビットの提案を行った。

強磁性ナノ構造を用いたデバイス理論の構築に取り組み、実験グループと共同で強磁性金属の横スピン侵入長を決定した。また、実験グループと共同で光子・スピン量子メディア変換の原理実証研究を行った。カー効果を用いたスピン状態の観測についても理論提案を行った。

拡散律速反応において排除体積効果を考慮することに成功した。その結果、反応が反応半径でおこる場合について、排除体積効果のもとでの拡散律速反応の厳密解を得た。複数回の光励起により光異性化が進行する場合の濃度の時間変化を理論的に求めた。無極性溶媒中での電荷を持った溶質間の強いクーロン相互作用に着目し、電荷移動のエネルギーギャップ則を求めた。

ドナー官能基とアクセプター官能基を組み合わせた共役オリゴマーの光物性制御について第一原理計算により、最低励起状態が分子内で電荷移動励起子になっていることを明らかにした。チオフェン・フェニレンのコオリゴマー単結晶におけるダビッドフ下枝励起子の性質とその起源を解明した。シリコン表面上のラジカル分子形成について、周期境界条件のもと電子状態計算を行い、ラジカルに由来するスピンの表面に現れること、分子列の構造は乱れが伴うことなどを明らかにした。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・製造・材料

〔キーワード〕 物性理論、シミュレーション、機能

〔テーマ題目5〕 高度ナノ操作・計測技術

〔研究代表者〕 村上 純一 (ナノ科学計測グループ)

〔研究担当者〕 村上 純一、堀内 伸、時崎 高志  
(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

計画：

- ・サイズを厳密に規定した遷移金属、貴金属等のナノクラスターに対する小分子の吸着、反応性を検討し、従来にはない新規な触媒活性を有するナノクラスターの存在を明らかにする。また、ナノクラスターの組成、サイズに反応性がどのように依存するかを調べ、ナノクラスターの触媒活性の起源を明らかにする。
- ・エネルギー損失電子顕微鏡により、ソフトマテリアルのナノ空間における化学構造情報を得るための観察条件の最適化を行い、企業との共同研究を通じて、工業材料への適用を行い、構造形成機構、構造-物性相関を明らかにする。
- ・平成18年度までに開発された走査型近接場光学顕微鏡では、高さ方向のみ、粗動も含めて高精度な位置計測が可能であるが、平成19年度はこれを3次元的にナノメートル計測可能なように改良を行う。これにより、実際の量子輸送計測に用いられているホールデバイスでも任意の位置を正確に計測できるようにする。

進捗：

- ・タングステンナノクラスターをグラファイト表面に固定し、それに対する窒素分子の吸着・活性化・反応について調べた。その結果窒素分子はタングステン4、5、6量体に吸着することによって著しく活性化され、気相中の窒素分子には見られない反応性を示すことが明らかとなった。すなわち~140 K の低温ではクラスターに吸着した水分子と反応し、亜酸化二窒素分子を生成することが分った。また、マイルドな条件下でクラスター上の水素と反応して還元されることが分った。
- ・高分子接着の構造をエネルギー損失電子顕微鏡により解析し、高分子鎖絡み合い構造を含めた分子特性と接着特性との相関を明らかにした。企業との共同研究を4件実施し、高分子実用材料におけるナノ構造と材料特性に関する研究を進め、研究成果の産業界への普及を行った。さらに、中小企業支援型研究開発制度において、「透過型電子顕微鏡非破壊クリーニングシステムの開発」プロジェクトを立ち上げ、プラズマ発生装置により発生させた酸素ラジカルを顕微鏡内に循環させ、コンタミを除去する装置の開発に着手した。本装置は、ソフトマテリアルの解析に重要な課題である試料コンタミネーションを軽減させる手法として期待できる。
- ・これまでに開発された走査型近接場光学顕微鏡に、他チャンネルの高精度レーザー干渉装置を付加することにより、ミリメートルオーダーのサイズを持つ試料上の観測位置を、3次元的に100 nm 程度の分解能で決



定できるように改良を行った。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー

〔キーワード〕 ナノクラスター、エネルギー損失電子顕微鏡、走査型近接場光学顕微鏡

〔テーマ題目6〕 ナノ構造マテリアルの創成と応用技術の開発

〔研究代表者〕 清水 博

(ナノ構造制御マテリアルグループ)

〔研究担当者〕 清水 博、清水 洋、海藤 彰、横山 英明、李 勇進、宮内 雅浩  
(常勤職員6名、他8名)

〔研究内容〕

研究目標：

本研究では、以下の3つに大別される課題を設定し、相互に密な連携をしながら基礎的知見を蓄積し、ナノファブリケーション技術ならびにナノフュージョン技術の構築とそれら技術に基づきメゾスコピックレベルで構造が制御された高性能、高機能材料の創出を目指している。

- 1) 外場や超臨界場を用いたブロック共重合体等のナノ秩序形成技術の開発
- 2) 高せん断流動場や反応誘起場等の特殊場を用いたナノ構造制御技術の開発
- 3) 無機粒子の選択的・特異的性質を利用する高分子-無機系ナノコンポジット材料の開発

研究内容：

- 1) 外場や超臨界場を用いたブロック共重合体等のナノ秩序形成技術の開発

ブロック共重合体を配列制御するための新規な手法を開発することを目的に、薄膜中における配列制御についての検討を継続している。また、ブロック共重合体の自発的な親水性表面の形成についても研究を進めている。配向方向を制御したシリンダー状のブロックコポリマー薄膜への金のドーブによるナノワイヤーの研究を行った。

- 2) 高せん断流動場や反応誘起場等の特殊場を用いたナノ構造制御技術の開発

非相溶性の低密度ポリエチレン (LDPE) とポリ乳酸 (PLLA) とのブレンド系を対象に、高せん断流動場と反応場との相乗効果を検討した。特にエポキシ基を有する相容化剤をこのブレンド系に添加してポリマー界面での反応を誘起させると共に高せん断流動場を与えて反応を促進させた。また、このブレンド系の成形条件とモルフォロジー、さらには力学物性との相関を検討した。

- 3) 無機粒子の選択的・特異的性質を利用する高分子-無機系ナノコンポジット材料の開発

非相溶性のポリマーブレンドである、ポリフッ化ビニリデン (PVDF) / ポリアミド6 (PA6) ブレンド系に対して、無機粒子として多層カーボンナノチューブ

(MWCNT) を選び、三元系のナノコンポジット創製を行うと共に MWCNT の選択性と高せん断成形加工法の優位性を利用してこの系の精緻な構造制御を試みた。

進 捗：

- 1) 外場や超臨界場を用いたブロック共重合体等のナノ秩序形成技術の開発

配向制御したポリスチレン-ポリ2ビニルピリジン共重合体の2ビニルピリジンへ H<sub>2</sub>AuCl<sub>4</sub>により金を導入することで金のナノワイヤーが得られることがわかった。

- 2) 高せん断流動場や反応誘起場等の特殊場を用いたナノ構造制御技術の開発

エポキシ基を有する相容化剤を LDPE/PLLA ブレンド系に添加して高せん断成形加工を行うことにより、相容化剤を使わない場合あるいは低せん断下で相容化剤を使う場合に比し、このブレンド系のモルフォロジーが非常に微細になることが分かった。これは LDPE/PLLA ブレンド系の界面において共重合体が形成され界面張力が減少したことに起因している。また、このような微細なモルフォロジーが形成されると破断伸びが著しく改善されることが分かった。

- 3) 無機粒子の選択的・特異的性質を利用する高分子-無機系ナノコンポジット材料の開発

PVDF/PA6ブレンド系においてはブレンド組成 50/50近傍においても、海-島構造が形成されているが、MWCNT がある一定量以上添加されると急激に共連続構造に変わる。しかも、MWCNT は選択的に PA6相にのみ分散していることが分かった。従って、この三元系ナノコンポジットにおいてはブレンド系がそれぞれ共連続構造を形成し、PA6相にのみ分散している MWCNT 自身も Percolation 構造を形成していることから、ここでは“Double Percolation”構造が形成されていることが分かった。さらに、特筆すべきは、この三元系ナノコンポジットを高せん断成形加工することにより、一方の連続相を形成している PA6から数十 nm レベルのナノドメインが数多く PVDF 相中に形成される点である。このことにより低せん断加工条件に比し、同じ MWCNT 添加量では高せん断成形加工の方が PA6相におけるフィラー密度が高まるため、より小さな閾値により電気伝導度が高まることが分かった。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ナノファブリケーション技術、ナノフュージョン技術、ブロック共重合体、自己組織化、金、ナノワイヤー、高せん断成形加工法、反応誘起場、相容化剤、非相溶性ポリマーブレンド、LDPE/PLLA ブレンド、力学的性能、PVDF/PA6ブレンド、高分子-無機系ナノコンポジット、

無機フィラー、多層カーボンナノチューブ (MWCNT)、三元系ナノコンポジット、選択的分散、共連続構造、Double Percolation 構造、電気伝導度

# 【テーマ題目7】ナノプロセッシングファウンドリ・サービス

【研究代表者】横山 浩（研究部門長）

【研究担当者】横山 浩、秋永 広幸、中桐 伸行  
（常勤職員3名、他13名）

## 【研究内容】

計画：

ナノテクノロジーにおける社会基盤として、産総研ナノプロセッシング施設 (AIST-NPF) を拡充・整備し、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プラットフォーム (NPPP) 等の支援プログラムを通じて産総研内外に公開することで、ナノテクノロジー研究者・技術者の研究開発支援を充実させる。また、超微細加工や計測技術に関するナノテクノロジー教育訓練プログラムを構築し、産学官連携のもとに、年間100名程度のナノテクノロジー産業科学技術人材の輩出を図る。

進捗：

独立行政法人産業技術総合研究所のもつ基盤技術から先端技術までの多様で幅広い研究開発資源を組織内部で機動的に連携させ、「技術支援による学界及び産業界への貢献」、「技術革新を担う人材の育成」という社会ニーズに応えるためのアクションプランとして、有限の資源で成果を最大化し、研究分野の融合、産学官の広範囲な研究者・研究機関のネットワーク、事業内外における人材育成を推進するプラットフォームの実現を目的として、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プラットフォーム事業を推進した。その結果、平成19年度は180件の研究支援と107名の受講者に対する各種人材育成スクールを実施することができた。また、経済産業省委託事業で開発したカリキュラムを用いたナノテク製造中核人材養成プログラムにおいては、電子線リソグラフィ技術に関して最終的に3名の修士生を輩出した。その他、文部科学省委託である科学技術関係人材のキャリアパス多様化促進事業において、24名の若手研究者に対し、研究の幅すなわち視野を広げていただくことによってキャリアパス多様化を図る試みを実施した。

【分野名】ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】ナノプロセッシング、先端機器共用施設、人材育成

# 【テーマ題目8】バイオインターフェース技術の開発

【研究代表者】植村 寿公

（ナノバイオ・メディカルテクノロジーグループ）

【研究担当者】植村 寿公、鶴嶋 英夫、大矢根 綾

子、山添 泰宗（常勤職員4名）

## 【研究内容】

○ナノピラーシート上での細胞のスフェロイド化現象を間葉系細胞を用いて調べ、再生医療への応用に利用できる可能性を示した。ラット骨頭壊死モデルを作り、骨形成にかかわる転写因子遺伝子導入による治療モデルを構築した。フォスフォフォリンを用いた歯科材料への応用に関して、ブタ歯象牙質から抽出したフォスフォフォリンでは象牙質再生をも認めた。

○糖鎖修飾リボソームに関して：高齢者の増加に伴い患者が増加している虚血性疾患に関して、当 DDS の応用開発を行なっている。昨年、虚血疾患として脳卒中を対象として、これに対応する部分脳虚血ラットモデルを作製した。臨床医学的には虚血状態ではあるが脳梗塞に陥っていない部分（ペナンプラ領域）のイメージング・治療を目的とした。これは脳梗塞が不可逆的現象で直接の治療対象にはならないが、ペナンプラ領域は可逆的で治療により神経損傷を最小限に抑えることが可能だからである。当 DDS に MRI の造影剤である Gd キレート剤を搭載できるか検討した。結果的には最大0.15 ppm（ICP による Gd 量計測で）を当 DDS に搭載できることが判明した。NMR において緩和時間を測定したところ、コントロールに比して約2秒程度の短縮が観察された。従って現在の Gd 搭載量で MRI における造影効果も期待できると思われた。部分脳虚血ラットに上記 Gd 搭載糖鎖修飾リボソームを静脈内投与、安楽死後脳組織を採取し、NMR で緩和時間を測定した。いくつかのサンプルで緩和時間の短縮が観察され、DDS 粒子の集積があると考えられた。今後は DDS 粒子集積の条件をさらに検討し、虚血部位（ペナンプラ領域）のイメージング・治療へ展開していく予定である。また近年虚血疾患に対して開発された血管内手術の合併症である血管形成術後再狭窄に当 DDS の応用を考え、血管形成術の術後再狭窄モデルをラットの頸動脈に作製した。

○生理活性物質－アパタイト－高分子複合体を作製し、経皮デバイスとしての有用性を動物実験等により示した。○血液中に大量に含まれるタンパク質である血清アルブミンを用いて細胞非接着性の性質を備えた水に不溶性のアルブミンから成るフィルムを作製することができた。また、このフィルムに UV 照射を施すことにより、フィルムの性質が劇的に変化し、細胞が接着するようになることを見出した。このようにアルブミンフィルムを用いることにより、細胞の接着・非接着を自在に変換し得ることを利用して、フィルム上の特定の位置にのみ UV 照射を行うことで、その領域を細胞接着性へと変換し望みの位置に細胞を配置することにも成功した。

【分野名】ナノテクノロジー

【キーワード】糖鎖修飾、リボソーム

# 【テーマ題目9】バイオインターフェース技術の開発

【研究代表者】前田 英明

(マイクロ・ナノ空間化学グループ)

【研究担当者】宮崎 真佐也、山下 健一

(常勤職員3名、他5名)

#### 【研究内容】

本項目では、マイクロ・ナノ空間における生体関連物質の挙動解析とそれを利用したデバイス・プロセス開発を進めている。本年度は、マイクロ空間内での生体分子の相互作用メカニズムの詳細な解析を行った。まず、DNA をモデルとして、マイクロ流体内での2重らせん形成を分光分析により解析した。その結果、DNA の2重らせん形成においては、マイクロ流体中ではエントロピー・エンタルピー補償に従って2重らせん形成が促進される事が判明した。用いる DNA 分子の長さを変えて詳細に解析したところ、この現象は巨大分子の DNA から比較的低分子の DNA オリゴマーまで同様に観測された。これらのことから、マイクロ流体中における効率の良い DNA の2重らせん形成のメカニズムが明らかとなった。また、同様の現象が、酵素分子と基質との分子間相互作用でも観察された。このことは、マイクロ流体内での分子間相互作用の促進が、マイクロチャネル内での酵素反応が促進される現象のメカニズムの一つと考えられた。これらの結果から、マイクロ空間を流通させることにより、生体高分子の構造が微妙に変化し、その分子間相互作用を促進する可能性が示唆された。

【分野名】ナノテクノロジー

【キーワード】マイクロ空間化学

#### ⑨【計算科学研究部門】

(Research Institute for Computational Sciences)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：池庄司 民夫

副研究部門長：三上 益弘

上席研究員：北浦 和夫 (非常勤)

主幹研究員：長嶋 雲兵

(研究顧問：寺倉 清之)

所在地：つくば中央第2

人 員：29名 (28名)

経 費：400,647千円 (144,960千円)

#### 概要：

計算科学は産業技術を支える基盤である。計算科学は、シミュレーション及びそれを用いた予測・設計技術により、研究開発の道筋を付け、生産活動を安全でかつ効率的なものにする。このような計算科学によって、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、エレクトロニクス、材料開発、製造技術などの広い分野の技術開発を促進し、社会的に解決すべき環境問題やエネ

ルギー問題などに貢献することを目指している。

そのために、計算科学的手法の適用限界を克服し、これまで困難であった分野・対象に対しても、計算科学的手法を可能にする技術の研究開発する。材料やデバイス開発に直結する原子・分子オーダーからのシミュレーションの分野を中心に、以下の重点課題の研究開発を展開する。

#### 1. ナノテクノロジーシミュレーション技術に関する研究：

ナノスケールデバイスの動作原理を解明するため、ナノ物質の構造・物性・反応やナノ現象の解析・予測を行うナノスケールデバイスの設計・作製を支援する統合的なナノデバイスシミュレーション技術の研究開発を実施する。量子力学及び統計力学に基づくシミュレーション技術を高機能化及び統合化して、ナノデバイス設計のための統合シミュレーションシステムを開発する

#### 2. 生体系シミュレーション技術に関する研究：

フラグメント分子軌道法等のシミュレーション手法を発展させ、2万個程度の原子からなるタンパク質のような巨大分子の電子状態計算を可能にする。さらに、他のシミュレーション手法と組み合わせて、タンパク質工学や創薬における分子設計への適用を実現する。

#### 3. シミュレーション基礎理論に関する研究：

ナノスケールデバイスの動作原理を解明するため、ナノ物質の構造・物性・反応やナノ現象の解析・予測を行う基盤的シミュレーション理論の研究開発を実施する。単一分子を介した電子輸送や単一分子化学等の問題に適用できる新しいシミュレーション理論を構築する。

上記課題に共通的な要素として現実問題のシミュレーション、そのための並列化などの手法開発も進めて、プログラムの公開・普及に努めている。

#### 内部資金：

研究部門重点化予算「AIST スーパークラスタによる超並列大規模計算」

#### 外部資金：

文部科学省 主要5分野の研究開発委託事業「次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発」

文部科学省 科学研究費補助金基盤 C「分子内基底関数重ね合わせ誤差補正法の開発と生体分子への適用」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「DDS ナノ粒子の分子シミュレーション技術の研究」



独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「GW法に基づいた強相関電子系シミュレーション手法の開発と応用」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「一電子描像と多電子描像を結びつけた第一原理電子構造理論の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「単一分子電気伝導の理論」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「電極二相界面のナノ領域シミュレーション」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「FMO・MDの実装と応用」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「機能性酸化物を用いたナノ界面相転移デバイス開発」

文部科学省 科学研究費補助金特定「第一原理計算に基づく極限環境下における分子性固体の構造と電子機能の解析」

文部科学省 科学研究費補助金特定「強相関電子系のための第一原理計算手法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金特定「ナノリンク分子の電気伝導理論」

文部科学省 科学研究費補助金特定「配列ナノ空間物質の物性理論」

経済産業省 ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発「シングルナノワイヤトランジスタの知識統合的研究開発」

文部科学省 科学研究費補助金特定「計算科学手法によるイオン間相互作用の精密解析と分子構造と液体物性の相関の解明」

文部科学省 科学研究費補助金若手B「第一原理分子動力学計算による非秩序相の多形の研究」

文部科学省 科学研究費補助金若手B「複合的シミュレーション手法を用いた酵素機能の理論予測」

経済産業省 原子力試験研究「小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「水素貯蔵材料先端基盤研究事業/計算科学的手法に基づく水素吸蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発/次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発（要素技術開発）/リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発」

発表：誌上発表63件、口頭発表194件、その他3件

#### 量子モデリング研究グループ

(Quantum Modeling Research Group)

研究グループ長：内丸 忠文

(つくば中央第2)

概要：

量子力学の原理に従って電子の振る舞いを記述し、電子機能素子や化学反応過程を高信頼度、高効率に扱う手法の開発・改良に取り組む(分子軌道法、密度汎関数法)。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目4、テーマ題目6、テーマ題目10、テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目20

#### 粒子モデリング研究グループ

(Particle Modeling Research Group)

研究グループ長：三上 益弘

(つくば中央第2)

概要：

分子動力学法、モンテカルロ法などにおいて統計力学の新しい手法を開発し、生体高分子や自己組織化膜などの複雑な物質の構造・機能と分子間相互作用の関係を研究する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目13、テーマ題目15、テーマ題目16、テーマ題目18、テーマ題目19

#### 第一原理シミュレーション研究グループ

(First Principles Simulation Research Group)

研究グループ長：石橋 章司

(つくば中央第2)

概要：

材料科学における実際の問題に対して、適切な理論モデル・計算手法・計算プログラムを開発し、材料シ

ミュレーション（バンド計算等）をすることで問題の解決を図り、産業技術の発展に寄与する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目7、テーマ題目10

### 基礎解析研究グループ

（Fundamental Analysis Research Group）

研究グループ長：浅井 美博

（つくば中央第2）

概 要：

計算シミュレーションの適用範囲を拡大することを目的としたシミュレーション基礎の開発及び、それらと係わりの深い分野の物性理論研究（電子相関、励起状態、電子輸送など）を行う。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目10、テーマ題目12、テーマ題目17、テーマ題目21

### 〔テーマ題目1〕ナノシミュレーション技術の研究開発 （重点課題1）（運営交付金、外部資金）

〔研究代表者〕三上 益弘、内丸 忠文、石橋 章司

〔研究担当者〕三上 益弘、田中 克己、都築 誠二、橋本 保、三浦 俊明、篠田 渉、森下 徹也、手塚 明則、小川 浩、池庄司 民夫、内丸 忠文、土田 英二、崔 隆基、織田 望、西村 憲治、片桐 秀樹、宮崎 剛英、田村 友幸、西尾 憲吾（常勤職員20名）

### 〔研究内容〕

ナノスケールデバイスの動作原理の解明とその設計・製作には、数 nm から数100 nm のスケールをカバーする高精度かつ高速なナノシミュレーション技術が不可欠である。そのため、ナノシミュレーション技術の開発を行う。また、より広範なナノ物質の構造、物性、反応やナノ現象等について広範なシミュレーション研究を行い、デバイス設計の基盤を作る。

- 1) ナノ構造体の構造安定性と動的性質を予測・解析する分子シミュレーション技術として、一般化粗視化法、分子間相互作用の高精度化法、高速高精度自由エネルギー計算法の開発をした。また、その技術を適用し脂質二重膜・リボソームの安定性と形成過程、糖鎖と蛋白質の相互作用、新構造シリコンナノ構造体の形成過程などを明らかにした。
- 2) 第一原理電子状態計算コードに、スピン軌道相互作用およびノンコリニア磁性に関わる計算機能を導入した。交差相関の具体例として、ダイヤモンド/BN 超格子で、静電場により生じる応力分布、すなわち電歪現象の微視的な分布を予測した。金属/酸化物、酸化

物/酸化物の界面を含む系で、界面の電子状態と界面が格子欠陥形成エネルギーに及ぼす影響を明らかにした。窒化物半導体中の空孔型格子欠陥における陽電子消滅パラメータを決定した。以上の結果に加えて、波動関数の線形独立性を常に保証するような拘束条件を加えることで、これまでに比べて画期的に高い精度と安定性をもつオーダーN法を開発した。

- 3) 固体高分子形燃料電池の電解質膜としてフッ素系膜のプロトン輸送の電界依存性の予測を行うと同時に、新規な電解質膜として期待されている炭化水素系膜の第一原理分子動力学計算を始めた。揮発性有機化合物（VOC）の環境影響評価に向けて、ヒドロフルオロエーテル等の対流圏における分解反応の解析を行い、光化学オゾン生成能を予測・評価した。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕分子軌道計算、密度汎関数法、第一原理分子動力学計算、粗視化法、分子間相互作用、自由エネルギー計算法、脂質二重膜、リボソームの安定性、糖鎖と蛋白質の相互作用、シリコンナノ構造体、第一原理電子状態計算、スピン軌道相互作用、ノンコリニア磁性、交差相関、ダイヤモンド/BN 超格子、電歪現象、金属/酸化物、酸化物/酸化物、窒化物半導体中、陽電子消滅パラメータ、線形独立性、オーダーN法、固体高分子形燃料電池、電解質膜、プロトン輸送、揮発性有機化合物、ヒドロフルオロエーテル、光化学オゾン

### 〔テーマ題目2〕バイオシミュレーション技術の研究開発 （重点課題2）（運営交付金、外部資金）

〔研究代表者〕北浦 和夫

〔研究担当者〕北浦 和夫、古明地 勇人、Fedorov Dmitri、上林 正巳、石田 豊和（常勤職員4名、他1名）

### 〔研究内容〕

生体と材料表面とのナノスケールの相互作用を利用したバイオインターフェース技術の開発を行い、創薬、診断及び治療に関わる技術の高度化に貢献する。また、創薬における探索的研究プロセスを大幅に短縮するタンパク質等の複雑な生体分子のシミュレーション技術を開発する。

・蛋白質など巨大分子の励起状態計算を可能とするFMOに基づいた時間依存密度汎関数（FMO-TDDFT）法を開発した。量子・古典融合（FMO/MM）法の開発の第一段階として、FMOのエネルギー微分計算を高精度化した。可分極連続体モデル（PCM）のFMO法バージョン（FMO/PCM）

法により、蛋白質とリガンドの結合に及ぼす溶媒効果を解析した。上記に加えて、FMO 法による NMR 化学シフト計算法を開発し、蛋白質の計算で十分な精度が得られることを確認した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造（バイオテクノロジーとの融合）

【キーワード】 生体分子シミュレーション、大規模系の量子化学計算、量子・古典融合法、大規模系のシミュレーション手法、タンパク質の構造・機能シミュレーション、時間依存密度汎関数法、可分極連続体モデル

【テーマ題目3】 シミュレーション基礎理論の研究開発（重点課題3）（運営交付金、外部資金）

【研究代表者】 浅井 美博

【研究担当者】 浅井 美博、伏木 誠、三宅 隆、Aryasetiawan Ferdi（常勤職員4名）

【研究内容】

ナノ構造伝導体等における輸送現象の理論予測を行い、強相関電子材料・光学材料の第一原理物性予測を実現する。そのためのシミュレーション基礎理論開発研究を継続して行っている。

・単一分子架橋系を介した電子輸送問題において、伝導に重要な影響を及ぼす諸因子を理論・シミュレーションにより解明した。この結果、分子振動が電流に対して抵抗源として働くか、分子振動が電流をアシストするか、という非常に顕著な伝導特性の違いが、エネルギーギャップ（電極のフェルミエネルギーと分子軌道エネルギーの差）と、分子と電極間の接合相互作用の二つの因子により決定づけられている事を明らかにした。得られた知見を相図にまとめ、相境界線がどのような物理過程で決定付けられているかも解明した。当初の予定を超え、第一原理量子化学計算による非弾性スペクトルの計算が大きく進展した。その結果、弾性電流成分と非弾性電流成分の抑圧的相関が、非平衡電圧効果により大きな変調を受け、減少する事を見出した。

d 電子や f 電子などの局在電子系に対して有効な FP-LMTO による全電子の GW プログラムを並列化して、単位胞20原子程度の系が扱えるようにプログラムを整備開発した。これを用いてバナジウム酸化物( $\text{VO}_2$ )の電子状態を計算し、密度汎関数理論の局所密度近似 (LDA) では記述できない低温の絶縁相の記述に成功し、電子相関の強い系での有効性を示した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電子輸送問題、電子相関、単一分子架橋系、強相関電子材料・光学材料、弾性電流、非弾性電流、GW

【テーマ題目4】 AIST スーパークラスタのための超並列大規模計算プログラムの開発（運営交付金）

【研究代表者】 池庄司 民夫

【研究担当者】 池庄司 民夫、関口 智嗣（グリッド研究センター）、北浦 和夫、Fedorov Dmitri、池上 努（グリッド研究センター）、石田 豊和、石橋 章司、工藤 知宏（グリッド研究センター）、篠田 渉、児玉 祐悦（グリッド研究センター）（常勤職員9名、他1名）

【研究内容】

これまで開発してきた平面波基底、有限要素基底、局所数値基底の密度汎関数法による電子状態計算コードを高度に並列化して AIST スーパークラスタ上で実行した。また、分子軌道計算では FMO による並列化、ノード内の並列化を活かして大規模な電子状態計算を実行した。オーダーN 法の電子状態計算を実行した。さらに、分子動力学計算においても高度に並列化して実行した。

【分 野 名】 ナノテク・材料・製造、情報・通信

【キーワード】 PC クラスタ、グリッド技術、FMO 法、並列化

【テーマ題目5】 第一原理計算に基づく極限環境下における分子性固体の構造と電子機構の解析（外部資金：文部科学省科学研究費補助金特定）

【研究代表者】 石橋 章司

【研究担当者】 石橋 章司、寺倉 清之（研究顧問、北陸先端科学技術大学院大学）（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本年度は、 $\text{Au}(\text{tmdt})_2$  と  $\text{Cu}(\text{dtmdt})_2$  の結晶固体においてスピン分極を考慮した電子状態計算を行い反強磁性秩序解を得た。TTF-TCNQ については静水圧を印加した状態での結晶構造を第一原理計算により決定し、さらにフェルミ面形状などの電子構造を求めた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 分子性導体、有機導体、第一原理計算、

【テーマ題目6】 分子内基底関数重ね合わせ補正法の開発と生体分子への適用（外部資金：文部科学省 科学研究費補助金基盤C）

【研究代表者】 Fedorov Dmitri

【研究担当者】 Fedorov Dmitri（常勤職員1名）

【研究内容】

ハートリー・フォックの波動関数に基づいて分子内 BSSE 補正法を分子集合体用に開発。

FMO 法に基づいて巨大分子用の時間依存電子密度汎関数論を開発。開発した FMO 法を GAMESS に取り込



み平成20年12月に無償公開した。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】FMO、GAMESS、TDDFT、励起状態

【テーマ題目7】次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発：次世代ナノ情報機能・材料次世代ナノ複合材料：高強度材料・超高集積デバイスの研究のためのシミュレーションソフトウェアの研究開発（外部資金：文部科学省主要5分野の研究開発委託事業）

【研究代表者】寺倉 清之（研究顧問、北陸先端科学技術大学院大学）

【研究担当者】土田 英二、池庄司 民夫、石橋 章司、香山 正憲（ユビキタスエネルギー研究部門）、田中 真悟（ユビキタスエネルギー研究部門）、橋本 保、田村 友幸、三宅 隆、Huang Sheng-Feng、西岡 圭太、石井宏幸、椎原 良典、尾崎 泰助（北陸先端科学技術大学院大学）（常勤職員8名、他6名）

【研究内容】

ペタフロップス超最先端・高性能汎用スーパーコンピュータを利用することにより、次世代ナノ情報機能・材料のナノ分野におけるグランドチャレンジ問題を解決することを目的として、産学官共同研究体制の下、我が国の本分野における計算科学の総力を挙げて次世代ナノ情報機能・材料設計の学術的基盤を形成し、さらには産業技術への展開を目指して次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発を、自然科学研究機構・分子科学研究所と共同で行う。これまでに一応の形となっている以下のソフトウェアについて、継続的に改良を進めた。

標準的第一原理分子動力学法

・異なる物質間の界面でのエネルギー密度、ひずみ、誘電応答などの局所構造と材料物性の関連を可視化する機能を第一原理材料シミュレータ（QMAS）に導入し、BNとダイヤモンドの超格子、AlとCuの傾角粒界、ねじり粒界に適用した。その他、材料における欠陥や粒界に関する具体的な研究を進めた。  
有限要素基底を用いた補強された軌道最小化法によるオーダーN法の開発。1000原子系で10ピコ秒の第一原理計算を実行した。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】第一原理電子状態計算、オーダーN法、ナノ材料

【テーマ題目8】単一分子電気伝導の理論（外部資金：独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業）

【研究代表者】浅井 美博

【研究担当者】浅井 美博、島崎 智実、中西 毅（ナノカーボン研究センター）、Aryasetiawan Ferdi（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

単一分子を介した電気伝導に伴う非弾性効果を理論的に研究する。伝導電子と分子内振動やフォノンとの結合に起因する非弾性効果を始め、熱伝導問題、更には分子振動・フォノン結合等を介した電気伝導に伴う熱散逸過程をも研究する。単一分子伝導機構をより良く理解する為に、電子状態計算に基づく研究に加え、物性理論モデルを用いた俯瞰的な研究も行なう。

(1) 非弾性スペクトルの線型が原子ワイヤーと有機分子ワイヤーで大きく異なる理由を解明する為にスペクトルを、一準位モデルを用いて系統的に計算し、その結果を整理する事により相図を得た。これによりピーク構造が現れるパラメータ領域とディップ構造が現れるパラメータ領域の相境界線を導出し、スペクトルが変化する物理機構を解明した。(2) 有機分子系（トンネル領域系）の非弾性スペクトルを定量的に計算する為に第一原理量子化学手法を開発した。特に有限電圧下の電子間相互作用と分子内振動による電子散乱効果の競合をハートリー・フォック近似で取り扱う為の理論・計算手法を整備しそのテスト計算を行った。(3) 従来の非弾性電流理論の枠を超え、電流に伴う熱散逸と電子・フォノンにより運ばれる熱伝導を自己無撞着的に取り扱う理論を導出し単一分子架橋系に適用した。非弾性散乱に伴うフォノン・ドラッグ効果が存在し、それが電気伝導に伴い発生したジュール熱伝導の電圧閾値的な増大を与える事を見出した。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】電子輸送、非弾性電流

【テーマ題目9】一電子描像と他電子描像を結び付けた第一原理電子構造理論の開発（外部資金：独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業）

【研究代表者】Aryasetiawan Ferdi

【研究担当者】Aryasetiawan Ferdi、佐久間 怜（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

多電子理論と1電子構造理論をつなぐ新しい電子構造ソルバー技術の開発と強相関電子系への応用を行う。

本年度はGW近似の並列化、新アルゴリズム開発、LDA+DMFT法、GWA+DMFT法など多数の新たな手法を開発し現実の強相関物質（VO<sub>2</sub>）に適用するとともに、スピンの依存するHedinの方程式を導いた。本課題は現在第一原理電子構造論の中心課題であり、それらに対する方法論開発しかつ多数の有用な結果を導い

た。現実的な系への種々の応用も行うことにより、開発した方法の応用可能性を具体的に示すことができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 LDA+DMFT 法、GWA+DMFT 法、第一原理電子構造論

【テーマ題目10】 電極二相界面のナノ領域シミュレーション（外部資金：独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業）

【研究代表者】 池庄司 民夫

【研究担当者】 折田 秀夫、伏木 誠、崔 隆基、土田 英二、秋永 宣伸  
（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

電極に代表される固液界面及び界面付近の構造、電子移動とそれに伴う化学反応を、分子・原子のオーダーから第一原理シミュレーションで明らかにし、さらに実用的な意味での電極全体の挙動をシミュレーションするための計算理論を構築する。

界面2相部分の解析領域を、電極を含むナノからメゾ領域に拡張するために、これまでに拡散方程式版の格子ボルツマン法をイオン輸送（特にプロトン輸送）を対象とした電気化学系に適用するための方法論の構築とプログラム化を行ったが、実際の複雑な構造を有するナフィオンのシミュレーションを行う前段階として、まずこの方法論の有効性を確かめた。そのために、固定イオンが対向しているスリット中をプロトンが電場の中で輸送される仮定をシミュレーションして、固定イオンの間隔やスリットの大きさの影響などを求めた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電極界面、第一原理分子動力学、水素極、電解質膜

【テーマ題目11】 グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発（外部資金：独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業）

【研究代表者】 長嶋 雲兵

【研究担当者】 長嶋 雲兵、梅田 宏明、石元 孝佳、渡邊 寿雄（常勤職員1名、その他3名）

【研究内容】

金属クラスターやタンパク質等の大規模分子系の現象を取り扱える系のサイズ拡大とパラメータの網羅的探索を可能とする分子シミュレーション環境の構築をめざし、グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発を行った。

① FMO-MO プログラム・PC クラスタ版の公開へ向けた準備

PC クラスタ向けに開発された FMO-MO プログラムを、公開へ向けて取りまとめる作業を開始した。具

体的には、プログラムのパッケージ化と、マニュアルや実行サンプルの作成を行った。そのプログラムパッケージを共同研究者に利用してもらい、ユーザーからの意見を取り込み、公開へ向けた準備をはじめた。

② FMO-MO プログラム・グリッド版の作成と改良

グリッド化された GFMO プログラム、及び GFMO-MO プログラムの接合を行った。具体的には、既に設計されたインターフェイスを基に、グリッド環境での一連の実行が可能なプログラムの作成を行った。

また、大規模計算のための、GFMO プログラム、及び GFMO-MO プログラムの改良として分散共有メモリー型アルゴリズムの開発と実装を行った。

③ 大規模計算の実行

開発された GFMO-MO プログラムの、現実的な系を用いた大規模分子シミュレーションへ適用として、上皮細胞増殖因子受容体(EGF-R)の FMO-MO 計算を行った。この大規模分子シミュレーションを用いて、抗がん治療の標的分子として注目されている EGF-R のリガンド分子との特異的分子認識機構を明らかにすることを試みた。本件は本報告書作成時点ではまだ計算が終了していない。

④ ポテンシャル面探索分散処理システムの設計

19年度は、ポテンシャル面探索システムの多次元化を行い、より大きな分子の多次元ポテンシャルの効率よい計算が可能となるシステム構築を開始した。引き続き CoH, CoCN, NiCN, FeCN, MgNC/MgCN, HOO, HCO などの高精度の分子定数計算を行った。

【分 野 名】 バイオサイエンス

【キーワード】 グリッド化、大規模分子シミュレーション

【テーマ題目12】 ナノリンク分子の電気伝導理論（外部資金：文部科学省 科学研究費補助特定）

【研究代表者】 浅井 美博

【研究担当者】 浅井 美博（常勤職員1名）

【研究内容】

本年度は、単一分子系と分子膜を含むさまざまなナノリンク分子系の電気伝導に、電子・分子振動結合に由来する電子散乱と有効電圧下での電荷非平衡分布が共存したときに非弾性散乱チャネルと弾性散乱チャネルの抑制的競合が減少することを第一原理量子化学計算を行うことにより見出した。また、高電圧化のナノリンク分子の振動的な電気伝導の挙動が理論的に予測できた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 単一分子膜、電気伝導度、理論・シミュレーション、弾性散乱効果、非弾性散乱効果、分子エレクトロニクス、非平衡グリーン関数、Keldysh 形式

〔テーマ題目13〕 第一原理分子動力学計算による非秩序相の多形の研究（外部資金：文部科学省 科学研究費補助金若手 B）

〔研究代表者〕 森下 徹也

〔研究担当者〕 森下 徹也（常勤職員1名）

〔研究内容〕

第一原理分子動力学計算により過冷却による液体 Si の密度変化と構造変化を調べた。本年度は液体 Si の過冷却に伴う不均一性の出現を検証し、1000 K において著しい不均一性が液体構造に出現することを見出した。また、スリット状細孔に閉じ込めた擬2次元系の液体 Si に対し計算を行った結果、バルク状態とは異なり、冷却によりナノスケールの新しい層状構造が形成されることがわかった。

〔分野名〕 第一原理分子動力学

〔キーワード〕 シリコン、分子動力学、第一原理計算、過冷却、液体、相転移、多形、ガラス

〔テーマ題目14〕 複合的シミュレーション手法を用いた酵素機能の理論予測（外部資金：文部科学省 科学研究費補助金若手 B）

〔研究代表者〕 石田 豊和

〔研究担当者〕 石田 豊和（常勤職員1名）

〔研究内容〕

大規模高精度な量子化学計算と分子動力学計算を組み合わせた複合シミュレーション技術を基盤として、たんぱく質の構造機能相関を明らかにすることを目的、特に触媒機能を持つ酵素の作用機能を分子レベルで明確化することを目標とし、計算の基盤となる QM/MM プログラムの機能拡張と具体的な実在系への適用計算、Chorismate Mutase の QM/MM 計算による反応経路のモデリングと FMO 法を組み合わせた階層的な解析方法を提案し、酵素反応過程におけるたんぱく質環境の静電場の効果を検討した。

〔分野名〕 バイオサイエンス

〔キーワード〕 電子状態計算、分子動力学計算、QM/MM 法、自由エネルギー計算、酵素反応、Chorismate Mutase, FMO 法

〔テーマ題目15〕 DDS ナノ粒子の分子シミュレーションの研究開発（外部資金：独立行政法人 科学技術振興機構 戦略的創造事業）

〔研究代表者〕 三上 益弘

〔研究担当者〕 三上 益弘、北浦 和夫、内丸 忠文、都築 誠二、古明地 勇人、三浦 俊明、Fedorov Dmitri、森下 徹也、石田 豊和、西尾 憲吾、齋藤 大明、中村 壮伸（常勤職員9名、他3名）

〔研究内容〕

本研究では、リポソームを用いた DDS 設計に利用できる DDS シミュレータを開発する。そのために、DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発、糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発、DDS シミュレータのシステム開発を実施する。

本年度は、DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発、糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発、DDS シミュレータのシステム開発の各研究項目について下記の研究を実施した。

(a) DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発

脂質二重膜、リポソームを構成する分子 (DPPC, Cholesterol) の分子間相互作用の精密解析を実施し、原子ポテンシャル関数を開発する。この原子ポテンシャル関数を用いた分子動力学法により、脂質二重膜 (DPPC, Cholesterol) の構造と物性 (表面張力、弾性定数など) の研究した。また、一般化熱溶法に基づいた高速高精度自由エネルギー計算法の開発を行った。さらに、一般化粗視化法の研究を開始し、脂質分子と水分子の系に適用した。

(b) 糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発

FMO 法および FMO/PCM 法により、気相および水溶液中の P-セレクトインと糖分子の複合体の全系量子化学計算を行い、溶媒効果を含めたセレクトインの分子認識機構の詳細を明らかにした。さらに、FMO 計算で得られるアミノ酸残基と単糖間の相互作用エネルギーを参照して、これらの間の相互作用を記述できる有効フラグメントポテンシャルの開発を進めた。

(c) DDS シミュレータのシステム開発

糖鎖分子、レクチン蛋白質のビルダーの開発を行った。また、リポソーム、DDS ナノ粒子、血管壁のビルダーに必要な機能の調査研究を実施した。

〔分野名〕 バイオサイエンス

〔キーワード〕 レクチンと糖鎖の分子間相互作用解析、DDS ナノ粒子の血管内における流動解析、DDS ナノ粒子設計、マルチスケールシミュレーション技術

〔テーマ題目16〕 計算科学手法によるイオン間相互作用の精密解析と分子構造と液体物性の相関の解明（外部資金：文部科学省 科学研究費補助金特定）

〔研究代表者〕 都築 誠二

〔研究担当者〕 都築 誠二、三上 益弘（常勤職員2名）

〔研究内容〕

昨年度に引き続き、ab initio 分子軌道法によるイオン間相互作用の解析を行い、TFSA と比べ FSA ではカチオンとの相互作用が弱いこと、エーテル基を導入したカチオンと Li イオンの間にかかなりの引力が働くことな



どを明らかにした。

また、分子軌道法計算の結果に基づいて分子動力学シミュレーション用の OPLS 力場のパラメータの精密化を行った。また、イミダゾリウム塩の結晶中の相互作用と融解シミュレーションを行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 イオン液体、分子間相互作用、分子動力学、液体物性、計算科学、分子軌道法、静電相互作用

【テーマ題目17】 強相関電子系のための第一原理計算手法の開発（外部資金：文部科学省 科学研究費補助金特定）

【研究代表者】 三宅 隆

【研究担当者】 三宅 隆、Aryasetiawan Ferdi  
（常勤職員2名）

【研究 内 容】

相関電子系を記述する基底として最局在ワニエ基底を用いる方法を提案し、3d 遷移金属に適用した。また、ワニエ関数の任意性を確かめるために最局在ワニエ軌道を出発点として、ユニタリ変換により  $U$  が最大になるようにワニエ関数を再構成する方法を考案し同様に3d 遷移金属に適用した。その結果、 $U$  を最大にするワニエ関数と最局在ワニエ関数はさきわめて近いことがわかった。以上の結論から最局在ワニエ関数が強相関系の有効モデルを構築するのに適した基底を与えることがわかった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 第一原理計算、強相関電子系

【テーマ題目18】 「水素貯蔵材料先端基盤研究事業/計算科学的手法に基づく水素吸蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究」  
（外部資金：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）

【研究代表者】 小川 浩

【研究担当者】 手塚 明則、王 昊、池庄司 民夫  
（常勤職員3名、その他1名）

【研究 内 容】

① 第一原理計算に基づく水素貯蔵材料の特性評価に関する研究

量子力学に基づいた電子状態の第一原理計算では、系を構成する原子とその配置が分かっている場合には、そのエネルギー（全エネルギーから原子の運動エネルギーを除いたポテンシャルエネルギー）を、経験的パラメータを用いることなく、求めることが原理的に可能である。まず、対象とする水素貯蔵系に対して種々の計算パラメータを用いて第一原理計算を行い、水素貯蔵系において必要な計算精度を許容できる計算スピードで得る最適なシミュレーション条件が確立された。この条件を用いて今年度においては、2種の性質の

大きく異なる水素貯蔵物質を対象として解析をすすめた。これらの物質の水素貯蔵量をいくつか変化させてその結晶としての安定構造が計算され、格子定数に対して実験と良好な一致を見て、計算の信頼性を確認した。

② 水素貯蔵メカニズムに関する分子動力学的研究

本研究では、水素貯蔵材料への水素吸蔵現象のメカニズムとその支配因子を理解するために、モデル原子間ポテンシャルを用いた分子動力学シミュレーションを行った。

原子間ポテンシャルは EAM（Embedded Atom Method）で B.C.C、F.C.C等の基本構造を再現するよう定式化されたものをベースに、金属－水素間ポテンシャル関数における半径およびエネルギーのパラメータを物理パラメータとして系統的に変化させて水素吸蔵メカニズムの支配因子を探索できるようにした。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電子状態の第一原理計算、分子動力学シミュレーション

【テーマ題目19】 シングルナノワイヤトランジスタの知識統合的研究開発 ナノシミュレーションによる構造・電子状態・物性解析技術の研究開発ナノワイヤの構造解析技術の研究（外部資金：経済産業省研究開発課 ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発）

【研究代表者】 三上 益弘

【研究担当者】 三上 益弘、西尾 憲吾、森下 徹也、宮崎 剛英（常勤職員4名）

【研究 内 容】

直径が1 nm 以下のシリコンナノワイヤを対象として、シリコンナノワイヤの自己組織化プロセスを分子動力学シミュレーションによって解明する。

本年度、ナノワイヤ電気伝導特性の解析技術の研究ではポリ20面体シリコンナノワイヤにゲスト原子を内包させたシリコンナノワイヤのバンド構造と、その電気的特性を調べた。第一原理計算からゲスト原子を含まないナノワイヤはバンドギャップ1.20eV の半導体となり、Naを1原子ドーブしたナノワイヤは金属となることが明らかとなった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 シリコンナノワイヤ、自己組織化プロセス、分子動力学シミュレーション

【テーマ題目20】 FMO-MD の実装と応用（外部資金：独立行政法人科学技術振興機構）

【研究代表者】 古明地 勇人

【研究担当者】 古明地 勇人（常勤職員1名）

【研究 内 容】

FMO-MD 法のプログラムを実装、改良し、現実の分子シミュレーションに応用する。

今年度は、FMO-MD 法の標準プロトコルの確立し、並行して二つの化学反応のシミュレーションを行った。さらに、ソフトウェアの改良にも着手した。

まず、FMO-MD の標準プロトコルを確立するために、純水を対象に、いくつかの条件で FMO-MD 計算を行い、安定な計算条件を探した。その結果、古典力場を使ったアニーリングした初期構造を用いること、昇温過程で結合長を拘束すること、の二点が効果的であることがわかった。以後、FMO-MD 法標準プロトコルとして、この二点を採用することにした。

次に、実用計算として、二種類の  $S_N2$  反応に対して、水をあらわに扱った全電子反応シミュレーションを行い、妥当な結果を得た。一つは、メンシュトキン反応 ( $NH_3 + CH_3Cl \rightarrow NH_3CH_3^+ + Cl^-$ ) である。ブルームーン法を用いて、この反応の自由エネルギープロフィールを、真空中と水中で計算し、比較した。その結果、生成物が水とで安定化することで遷移状態が反応側に移動する、いわゆるハモンドシフトが再現された。これは、従来の様々な近似レベルの計算方法でも得られていた結果である。一方、それだけでなく、遷移状態の構造が、水中ではややルーズになるアンチハモンドシフトも見られた。二つ目は、ジアゾニウムカチオンの加水分解反応 ( $H_2O + CH_3N_2^+ \rightarrow CH_3OH_2^+ + N_2$ ) である。これは、ブルームーン法ではなく、通常のシミュレーション（ただし、高温）で、水が求核攻撃をして反応が進む様子をリアルに再現することに成功した。また、この反応経路には、従来考えられている硬い  $S_N2$  だけではなく、 $S_N1$  に近い、柔らかい  $S_N2$  もあることが示唆された。これらの反応シミュレーションにより、FMO-MD が溶媒中の反応シミュレーションへの有効性が示された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 FMO-MD 法、全電子反応シミュレーション

【テーマ題目21】 GW 法に基づいた強相関電子系シミュレーション手法の開発と応用（外部資金：独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業）

【研究代表者】 三宅 隆

【研究担当者】 三宅 隆、Aryasetiawan Ferdi  
(常勤職員2名)

【研究 内 容】

第一原理バンド計算を出発点に、GW 法に基づいて低エネルギーで 有効なモデルを導出し（ダウンフォールディング）、格子モデルを多体論的手法で正確に解く、という3段階手法を推進する。5年プロジェクトの初年度である本年度は、次の二つの課題に取り組んだ。

3段階手法の第2段階における最大の問題は、有効モデル

のパラメータ、特に電子間相互作用パラメータをバンド計算から決定する方法の確立である。その一般的な方法として、私たちは以前に制限 RPA 法を提案した。本年度は Full-Potential LMTO 法の LDA-GW プログラムに制限 RPA 法を実装し、3 d 遷移金属に適用した。局在基底には最局在ワニエ関数を用いた。また、プロジェクトのターゲットである遷移金属酸化物や有機導体は複雑な構造をもちバンド計算の計算量が大きい。特に密度汎関数法よりも計算量が大きい GW 法ではこの問題は深刻である。本年度は Full-Potential LMTO 法の GW プログラムを MPI により並列化して単位胞に20原子程度含む遷移金属酸化物を扱えるようにした。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ダウンフォールディング法、  
GW+DMFT 法のプログラム、大規模  
GW 計算、遷移金属酸化物への応用

#### ⑩【生物機能工学研究部門】

(Institute for Biological Resources and Functions)

(存続期間：2002年9月～)

研究 部 門 長：巖倉 正寛

副研究部門長：中村 和憲、丹羽 修

上 席 研 究 員：石田 直理雄

所在地：つくば中央第6、つくば中央第5

人 員：66名 (64名)

経 費：647,232千円 (374,158千円)

概 要：

##### 1. ミッション

広い意味でのバイオプロセスに関連する技術体系等の整備に努め、持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化等への貢献を目指すとともに、研究部門一般に課せられた共通のミッションであるプラットフォーム機能を果たすために、国内外のライフサイエンス、バイオテクノロジー分野の動向把握に努め、将来に向けた技術の芽を発掘・育成するとともに人材育成に取り組んでいる。そのために、多種多様な生物の生命活動の基本である生物機能を発見、解析、理解し、その知見を整理、集積化、システム化することで、社会に有益な成果・情報の発信を行っている。

##### 2. 研究の概要

我が国におけるバイオテクノロジー／ライフサイエンス分野における真の産業活性化においてバイオプロセス産業の本格化に対する期待感は非常に大きいといえる。そこで、「バイオプロセスにかかる技術体系を整備し社会に提供する」ことの実現を目指し、本研究部門では、バイオプロセスを構成する技

術要素の分析、すなわち、技術を構成する基礎原理の理解・解明、技術レベルの現状、未来展望、社会的要請等の理解・分析により戦略的に課題を設定し研究開発を進めている。一方、本研究部門の研究活動は、社会資本を活用しているので、高い倫理観と社会に対する説明責任の観点を重視すると共に種々の観点での社会貢献のあり方を常に模索し実践している。

具体的には、「Win-Win 関係構築」を常に意識しながら、以下の7つの研究開発項目について、重点的に取り組んだ。

#### 1. バイオマーカーの同定・検出・評価の研究

生物時計などの生体リズムの分子機構を解明するため、リズムの発生や伝達に関係する分子をこれらをマーカー分子として時刻依存型疾患などの生体リズムの失調が関係する疾患の原因追求に供することを目的に、研究を行い、時計蛋白質 E4BP4に PER2が結合する事を見出した。さらに時計蛋白質 CRY に結合する新規蛋白を同定した。Bmal1の日周発現をクロマチンレベルから解析し、その分子機構を明らかにした。また、冬眠に関わるペプチドの上流解析系を確立し、PER2過剰発現が癌を抑制する事や脂質代謝制御因子 PPAR $\alpha$  が時計を制御する事を見出し、冬眠分子機構の研究を開始するために、恒暗又は低温で誘導されるペプチドの同定を行った。

#### 2. 高機能化学物質・酵素・食品素材の研究

生理活性をもつ天然物を探索し、その構造と機能の解析を行うことにより、これら天然物を機能性食品に利用する技術開発を目的に、フェルラ酸フェネチルアミドやクルクミン等フェノール性化合物の炎症性サイトカイン産生抑制作用が、高度不飽和脂肪酸の併用で強化されることを培養細胞レベルで明らかにした。また、紫黒米やもち米から、アディポネクチン産生増強物質を分離した。さらに、ナツメグ抽出物が、血糖降下作用や抗脂血作用を有することを見出し、ハヤトウリ果実抽出物に、培養ヒト皮膚ケラチノサイトのエンドセリン合成を抑制する活性、ヒト皮膚3次元モデルでの美白効果を見出した。

#### 3. 高効率遺伝子資源開発の研究

バイオプロセスの高度化や新規高付加価値製品の開発に利用可能な微生物及び遺伝子の効率的な探索技術の研究開発を行い、未知微生物資源の効率的探索技術の開発を進めるとともに、50種、100株に及ぶ新規微生物の純粋分離に成功し、このうち、系統学的新規性が特に高い10種について機能解析を行った。微生物の共生培養に係わる未解明化学成分の解析を進めるとともに、その共生機構解明に向け研究を進めた。メタゲノムライ

ブライの構築を行いこのライブラリから有用酵素遺伝子の取得に成功した。社会性アブラムシの体液から、自己犠牲的なゴール修復に関与すると思われる主要タンパク質要素として、フェノール酸化酵素、グルタミン転移酵素、反復配列を含む機能未知の新規タンパク質を同定し、その全 cDNA 配列を決定した。さらに、マルカメムシの腸内共生細菌 *Ishikawaella* の全ゲノム配列 (745, 590塩基対) の決定に成功した。

#### 4. バイオプロセス高度化の研究

有用な機能を持った酵素などの生体高分子や核酸及び脂質を効率よく製造するため、個々の標的遺伝子に対して最適な遺伝子改変技術を適用し、機能性核酸や機能性脂質等をバイオプロセスにより効率よく生産する方法を確立することを目的に、RNA 合成酵素 (CCA 付加酵素)と変異体 RNA との複合体構造決定を行い、CCA 付加酵素が RNA の末端をモニターする仕組みの分子基盤を X 線結晶構造解析、生化学的解析によって明らかにした。また、アミノアシルプロテイントランスフェラーゼと各種アミノ酸との複合体、基質アナログ、反応産物ペプチドとの複合体の X 線結晶解析、および変異蛋白質の速度論的生化学解析を行い、特異性の分子基盤および反応機構を明らかにした。転写制御蛋白質 HutP と RNA 複合体の X線結晶構造解析をおこない、生化学実験結果と整合すること明らかにした。ノンストップ RNA の翻訳制御が、合成されたペプチドのカルボキシ末端部分のリボゾームとの相互作用によるものであることを生化学的解析から明らかにした。出芽酵母に、 $\Delta 12$ 不飽和化酵素遺伝子、 $\Delta 6$ 不飽和化酵素遺伝子と鎖長延長酵素遺伝子を同時に発現させることにより、外来脂肪酸を添加せずに高度不飽和脂肪酸である DGLA を効率的に生産させる系を構築した。大腸菌染色体遺伝子のうちタンパク質分泌の関与する遺伝子群について、それぞれの遺伝子の分離を行い、分離した遺伝子も用いて集積化し、オペロン遺伝子を作製した。プロテイン A をフレームとしたリガンドについての網羅的な1アミノ酸変異体遺伝子の作製を行い、ほぼすべての1アミノ酸置換変異体遺伝子の作製を終えた。変異遺伝子それぞれを大腸菌で発現・分離精製を行い、精製したタンパク質としてのライブラリーを構成した。精製して得られたタンパク質数として700個以上となった。プロテイン A 以外のアフィニティリガンドとしてのタンパク質フレームの作製を検討し、その人工遺伝子の作製を行い15種のフレームの作製を行った。インフルエンザウイルスに対する表面抗原蛋白質に対する RNA アプタマーのウイルス増殖阻害効果を実証



することに成功した。

## 5. バイオ製品管理技術の研究

タンパク質医薬等のバイオ製品の性能評価及び品質管理等に係る技術体系を構築するため、生体分子の特性評価方法の開発、配列-構造-機能相関の理解に基づく品質管理方法の開発及び生体分子の安定化機構の理解に基づく生体分子の品質管理技術の開発を目的に、各種ペプチドの配列-構造相関データベースを RIO-DB システムを介して正式公開し、赤外分光系等を利用して、種々の溶媒条件における免疫グロブリン G の凝集過程を系統的に測定し、高濃度製剤において留意すべき溶媒条件について明らかにした。分子プローブを効率良く培養細胞に導入する手法を確立し、分子プローブの細胞への毒性は低いことを見出した。分子プローブの局在性は経時変化を示し、用いる培養細胞の状態によって局在性が異なることを明らかにした。また種々の分子プローブを合成した結果、アミド基やエステル基など、分子プローブの構造によっても局在性が変化することを見出した。長鎖アルキル基中に、膜中での分子間相互作用を弱めうるアルキリデン基を有する環状脂質、および一定長さのポリビニルピロリドン等の親水性高分子と脂質との共役体（リポポリマー）の合成に成功し、環状脂質膜にバクテリオロドプシンを再構成しうることを見出した。電気化学法と SPR 法を用いたバイオマーカー検出のための免疫測定を同一基板上で行い、両者の信号の良い相関性を得るとともに、電気化学法を用いた場合、より低い検出限界が得られることを確認した。

## 6. バイオ環境評価・リスク管理技術開発の研究

組換え微生物等の特定微生物や環境微生物の固有の遺伝子配列を利用して、これらを高感度かつ高精度に定量して解析する技術の開発とそれを用いた環境微生物の動態解析等による組換え微生物等の環境における安全性評価の技術基盤の整備を目的に、組換え微生物を用い、その挙動を追跡するマニュアルの策定を行い、リボソーム RNA を標的とした新規な特定微生物の検出手法を現場のメタン発酵リアクターの解析などに適用し、汚泥の膨化・流出特性と原因微生物の関連性を明らかにした。また、簡便かつ高感度な特定遺伝子定量手法である、エンドポイント定量法を十数種の遺伝子に対して適用範囲を拡大し、その実用化を進めた。ポリ D-乳酸の原料となる高純度の D-乳酸をサトウキビから効率的に生産する技術、重合性を有する新規含イオウ環状ケテンアセタールの合成技術を開発した。

## 7. バイオ計測国際標準化の研究

バイオテクノロジー関連の SI トレーサブルな

測定技術を整理して標準化のための課題を明らかにする。また、新規 DNA 計測手法について国際標準制定に貢献することを目的に、標準 DNA を認証標準物質にするための作業を進め、高純度 DNA を大量精製するために方法標準 RNA の大量精製法を開発すると共に、その保存性評価や純度検定、計量を行うための方法の開発を行った。DNA 計測手法の国際標準制定について、定量的 PCR の国際比較等に参加した。室温大気下での長期保存を可能にするアミノ酸置換と、野生型の構造/活性を低下させないためのアミノ酸置換を両立させる分子設計法を考案し、数種の改変タンパク質を開発した。

外部資金：

環境省 受託研究費（公害）「生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関する研究」

環境省 受託研究費（公害）「石油流出事故等海洋の汚染や浄化に係わる環境微生物の分子遺伝学的解析・評価に関する研究」

文部科学省 科研費補助金「電極表面における金属配位結合を利用したナノキャビティデザインとそのサイズ制御」

文部科学省 科研費補助金「社会性アブラムシの兵隊階級にみられるゴール修復の分子基盤の解明」

文部科学省 科研費補助金「終止コドンに欠失した mRNA の特異的分解に関与するヒト遺伝子群の網羅的検索と解析」

文部科学省 科研費補助金「tRNA チオ化修飾経路における硫黄転移反応メカニズムの解明」

文部科学省 科研費補助金「ポリ A ポリメラーゼの構造基盤」

文部科学省 科研費補助金「時計遺伝子変異によるメタボリックシンドローム発症機構の解明」

文部科学省 科研費補助金「水質浄化プロセスの高度化を志向した迅速・簡便・正確な微生物モニタリング技術の開発」

文部科学省 科研費補助金「メタゲノムライブラリーを利用した未知遺伝子スクリーニング法の開発」

文部科学省 科研費補助金「インテグロン・ジーンカセ

ットメタゲノム解析の基盤整備とその有効性評価」

文部科学省 科研費補助金「転写制御蛋白質による転写  
終結領域の構造変化と機能解析」

文部科学省 科研費補助金「ナノレベルで構造規制した  
バイオインターフェースの構築と機能制御」

文部科学省 科研費補助金「アミロイド線維の構造形成  
における基本的共通原理の解明と検出技術への応用」

文部科学省 科研費補助金「唾液腺細胞における末梢時  
計機構の解明」

文部科学省 科研費補助金「イオンチャンネル機能を持  
つ無機－有機複合膜の構築」

文部科学省 科研費補助金「ホソヘリカメムシにおける  
宿主－共生細菌間相互作用に関する研究」

文部科学省 科研費補助金「光合成細菌を利用した環境  
有害物質バイオモニタリングシステムの基礎技術構築」

文部科学省 科研費補助金「共生微生物によって賦与さ  
れる昆虫の寄主植物特異性の機構の解明」

文部科学省 科研費補助金「微生物燃料電池システムの  
高効率化に関する研究」

文部科学省 科研費補助金「巨大粒子ボルトの機能解  
析」

文部科学省 科研費補助金「生物時計による性選択の分  
子機構」

文部科学省 科研費補助金「鋳型非依存性 RNA 合成酵  
素の分子機構、進化の分子基盤研究」

文部科学省 科研費補助金「医療計測のための超高感  
度・多項目免疫センサーの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研  
究助成金「化学増幅を用いた携帯可能な超高感度診断チ  
ップの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研  
究助成金「蛍光消光現象を利用した革新的な遺伝子定量  
技術の開発と微生物産業利用における安全性評価・リス  
ク管理への応用」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 受  
託研究費「新機能抗体創成技術開発／高効率な抗体分離  
精製技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 受  
託研究費「生物機能活用型循環産業システム創造プログ  
ラム・省エネルギー技術開発プログラム/植物機能を活  
用した高度モノづくり基盤技術開発/植物の物質生産プ  
ロセス制御基盤技術開発（植物の統括的な遺伝子の発現  
制御機能の解析）」

クイーンズランド大学 研究助成金

「Modifying mosquito population age structure to  
eliminate dengue transmission」

環境省 受託研究費「複合微生物解析による環境質評価  
のための迅速・網羅的微生物検出・定量技術の開発」

厚生労働省 科研費補助金「がん医療における医療と介  
護の連携のあり方に関する研究」

発 表：誌上発表117件、口頭発表204件、その他31件

#### 生物資源情報基盤研究グループ

(Microbial and Genetic Resources Research Group)

研究グループ長：中村 和憲

(つくば中央第6)

概 要：

未知微生物・遺伝子資源の探索・解析

自然環境及び排水処理システムなどの人工環境中に  
存在する新規微生物資源の探索、並びに分離培養を経  
ない手法による微生物の多様性解析及びこれら微生物  
群の機能解析に関する研究を継続的に実施した。また、  
これまで全く培養されてこなかったものの、環境中で  
重要な役割を果たしていると思われる微生物群の純粋  
分離を行った。さらに、特定環境の全ゲノムから、ゲ  
ノムライブラリーを作製し有用遺伝子を探索するメタ  
ゲノム手法の開発を開始した。その結果これまでに知  
られていなかった未知化合物を要求する新規な共生微  
生物、分類系統的に新規な微生物群を多数純粋に培養  
することに成功するとともに、環境ゲノムライブラリ  
ーからの有用遺伝子探索技術の確立にも成功した。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 生物共生相互作用研究グループ

(Biological Interactions and Symbiosis Research  
Group)

研究グループ長：深津 武馬

(つくば中央第6)

概 要：

非常に多くの生物が、恒常的もしくは半恒常的に他の生物（ほとんどの場合は微生物）を体内にすまわせている。このような現象を「内部共生」といい、これ以上ない空間的な近接性で成立する共生関係のため、極めて高度な相互作用や依存関係が見られる。このような関係からは、しばしば新規な生物機能が創出される。共生微生物と宿主生物がほとんど一体化して、あたかも1つの生物のような複合体を構築することも少なくない。

我々は昆虫類におけるさまざまな内部共生現象を主要なターゲットに設定し、さらには関連した寄生、生殖操作、形態操作、社会性などの高度な生物間相互作用を伴う興味深い生物現象について、進化多様性から生態的相互作用、生理機能から分子機構にまで至る研究を多角的なアプローチから進めている。

我々の基本的なスタンスは、高度な生物間相互作用を伴うおもしろい独自の生物現象について、分子レベルから生態レベル、進化レベルまで徹底的に解明し、理解しようというものである。

研究テーマ：テーマ項目2、テーマ項目3、テーマ項目4

#### 酵素開発研究グループ

(Enzyme Exploration Research Group)

研究グループ長：宮崎 健太郎

(つくば中央第6)

概 要：

本グループは、微生物スクリーニング・ゲノムインフォマティクス・メタゲノム等のアプローチにより、産業上有用な微生物、酵素、遺伝子をスクリーニングすることを目的とする。また、進化分子工学や立体構造に基づいた理論的なアプローチによりタンパク質の機能改変を行い、その構造－機能相関を明らかにするとともに、産業上有用な形質の付与を行う。本年度は、微生物スクリーニングとメタゲノムライブラリーのスクリーニングを重点に研究を進めた。

研究テーマ：テーマ項目5、テーマ項目6、テーマ項目7、テーマ項目8、テーマ項目9、テーマ項目10、テーマ項目11

#### 機能性核酸研究グループ

(Functional Nucleic Acids Research Group)

研究グループ長：富田 耕造

(つくば中央第6)

概 要：

ポストゲノム時代において、近年、生体内におけるRNAの持つ新たな機能が発見され、RNAが多岐にわたる遺伝子発現及び高次生命現象に深く関与していることが明らかになりつつある。RNAは単なるDNAのコピーとしての役割以上に、遺伝子発現にお

いて重要な役割を担っていると認識されつつある。したがって、生体内での機能を持ったRNAの機能解析、及び機能を持ったRNAができるまでの分子装置の解析は重要課題であると考えられる。今年度、当グループは生体内に実在する、機能を有したRNA合成のプロセス装置の分子基盤研究に取り組んだ。当グループが研究対象としているRNAプロセスの分子装置は、機能を有したRNAへの成熟化システム、及びRNAの品質管理システムである。これらの機能構造相関を明らかにすることにより、生体内での機能性RNAの発現制御システムの構築が可能になり、将来的には、RNAを介した遺伝子発現を利用した新規遺伝子制御が可能になると期待できる。また、このRNAプロセス過程にはRNAとタンパク質の相互作用が重要な役割を果たすことも考慮して、RNA結合タンパク質とタンパク質の相互作用の機能構造解析をも平行して行った。

研究テーマ：テーマ項目12

#### 蛋白質デザイン研究グループ

(Protein Design Research Group)

研究グループ長：巖倉 正寛

(つくば中央第6)

概 要：

タンパク質デザインにおいて、欲しい機能を有するタンパク質を思いのままに創成することは究極の目標である。我々は、配列空間探索というコンセプトのもとに新しい観点からのタンパク質デザイン手法の開発に取り組んでいる。そのため、網羅的にタンパク質に1アミノ酸置換を行い、得られる変異体タンパク質の特性解析を行うとともに、タンパク質をデザインすることは変異空間における地形解析であるとのコンセプトのもとに個々の変異の効果について曖昧な加算性を仮定した適応歩行法の広範な利用を推進している。このデザインコンセプトの実証のために、アフィニティ・リガンドの設計を推進するとともに、当グループで開発したタンパク質の配向制御固定化技術を用いて、近年急速に拡大しているタンパク質医薬品製造分野における要望されている抗体医薬品製造・精製のプラットフォーム技術としてのアフィニティ精製技術開発に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ項目13

#### 脂質工学研究グループ

(Functional Nucleic Acids Research Group)

研究グループ長：芝上 基成

(つくば中央第5)

概 要：

脂質は生体内で重要な働きをするバイオ分子のひとつである。その機能は様々な生理活性から膜タンパク



質の機能発現のための「場」の提供、さらには生体膜の構築まで広い範囲にわたっている。このように脂質が本来有する機能は極めて魅力的であるが、その供給源を天然に求める限り、いくつかの問題は避けられない。ひとつは天然には存在しない脂質は決して得られないこと、もうひとつは時として高効率に得ることが困難であることが挙げられる。このような背景から、当グループは自在に脂質を合成（生産）しうる2つの代表的な手法、すなわち有機合成法及び微生物による生物生産法を採用し、有用な脂質の効率的生産法の確立、及び得られた脂質の応用を目標に設定する。有用脂質の創製という目標に対して有機合成と微生物による生産という2つの方向からアプローチすることが当グループ最大の特徴である。この多角的な合成（生産）手法により、広範な脂質の合成（生産）、そしてその応用を視野に入れることができるものと考えている。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目16

#### 健康維持機能物質開発研究グループ

(Physiologically Active Substances Research Group)

研究グループ長：丸山 進

(つくば中央第6)

概要：

高血圧症、動脈硬化症、2型糖尿病などの生活習慣病の予防やその軽度な段階での改善のための機能性物質を開発し、特定保健用食品などとして実用化することを目標とする研究を行っている。以前の研究で見出した食品由来の血圧降下ペプチドを含有する飲料は「血圧が高めの方の特定保健用食品」の表示が初めて許可された食品として実用化され、最近では海外でも広く商品化されている。

本研究では亜熱帯生物資源などを材料として、エンドセリン産生抑制物質、アディポネクチン産生促進物質などを探索し、機能メカニズムの解明を行いつつ、血糖値上昇抑制作用などの動物試験、あるいは皮膚3次元モデルでの美白試験で効果を確認し、企業による実用化を行うことを目的としている。

研究テーマ：テーマ題目17

#### 分子認識研究グループ

(Molecular Recognition Research Group)

研究グループ長：岡田 知子

(つくば中央第6)

概要：

生体内におけるすべての生命現象は、様々な分子と分子との認識応答によって担われていると言える。我々のグループでは、各種のバイオツールを開発・利

用し、タンパク質、脂質等の生体分子における精緻な分子認識機構の解明を目指している。今年度は、部門重点テーマとして、疾病マーカー探索・検出ツールとなる分子プローブの開発やナノ構造分子膜等のバイオコンパチブル材料創製を行うと伴に、癌の骨髄転移機構の解明に向けて乳癌骨髄高転移モデルの樹立、アミロイドの構造形成におけるベータ構造的解析、生体膜における分子認識の場であるマイクロドメイン形成機構解明のための、ウイルス膜タンパク質の膜融合活性の解析を行った。

研究テーマ：テーマ題目18、テーマ題目19

#### 生物時計研究グループ

(Clock Cell Biology Research Group)

研究グループ長：石田 直理雄

(つくば中央第6)

概要：

生体には生物時計（体内時計）が存在し、睡眠・覚醒・血圧・体温など様々なホメオスタシスのサーカディアンリズムをコントロールしている。その分子的正体は、ここ数年の我々を含む国内外の研究室の研究の結果、主に4種類の体内時計（CLOCK/BMAL1/CRY/PER）による転写活性化と不活性化の周期的繰り返し発現機構であることが明らかになってきた。

我々は、様々な生理的日周リズムを支配している体内時計のリズム形成機構を哺乳類からショウジョウバエまでのモデル動物を用い分子レベルで解明する。

研究テーマ：テーマ題目20

#### 分子細胞育種研究グループ

(Molecular and Cellular Breeding Research Group)

研究グループ長：本田 真也

(つくば中央第6)

概要：

細胞や生体分子が有する高度な機能の広範な産業利用を促すため、これらを合目的に改良する新たな基盤技術（分子細胞育種技術）の研究開発を行う。その遂行においては、細胞や生体分子が高い機能を実現する合理的な機械であるという側面とそれらが長久の進化の所産であるという側面を合わせて深く理解することを重視し、そこに見出される物理的必然性と歴史的偶然性を有機的に統合することで、新たな「育種」技術の開拓を図ることを基本とする。また、技術開発課題の立案においては、内外のライフサイエンス・バイオテクノロジー分野における技術ニーズを把握し、現実的な社会還元が期待される適切な対象と方法論を選択することに努める。

研究テーマ：テーマ題目21、テーマ題目22

#### バイオセンシング技術研究グループ

(Biosensing Technology Research Group)

研究グループ長：丹羽 修

(つくば中央第6)

概 要：

分子認識・バイオセンシングのための基盤技術となる、ナノカーボン電極、ナノ材料薄膜、ナノ構造単分子膜修飾基板の開発を行った。ナノカーボン膜では、電気化学活性化に伴う表面の変化の解析、活性化したカーボン膜の新規な遺伝子検出への応用を行った。また、単分子膜関連では、糖鎖部分など特定タンパクを認識する部位を有する分子種と基板への非特異的な吸着を抑えるための分子とで共吸着薄膜基板を作製し、この基板上でのタンパク質の効率的な吸着が起ることを表面プラズモン共鳴 (SPR) 法により解析した。新規に非特異的な吸着を抑制する膜材料を分子認識グループとともに開発、合成し、簡単なステップで高度に非特異吸着抑制可能な分子層の構築を行った。また、この抑制膜材料とタンパク質認識分子 (糖チオール) とで構成した単分子層が、目的タンパクの高感度認識に有効であることを実証した。

研究テーマ：テーマ題目23

環境保全型物質開発・評価研究グループ

(Environmentally Degradable Polymer Research Group)

研究グループ長：常盤 豊

(つくば中央第6)

概 要：

持続可能な循環型社会の実現に貢献するため、環境調和型高分子素材の開発及びその評価技術の確立を目標として、生分解性高分子素材の高機能化技術の開発を行うとともに、微生物や酵素等の機能を活用して、石油および高分子素材の生分解性評価及び生物学的処理に関する新規技術を開発する。

環境調和型高分子素材の評価技術の確立のため、高分子合成、高分子特性分析などの高分子化学的な観点と同時に、環境中の微生物の分離培養、微生物の機能解析、微生物酵素利用などの応用微生物学的な観点の両面を調和させながら研究を推進する。

研究テーマ：テーマ題目24

バイオメジャー研究グループ

(Bio-Measurement Research Group)

研究グループ長：関口 勇地

(つくば中央第6)

概 要：

- (1) 生体由来物質 (核酸、ペプチド・タンパク質、代謝物、細胞、その他個体としての生命活動など) を検出・定性・定量するための新しい有用な基盤技術の創成

核酸や動物細胞を中心に、それら生体由来物質の計測 (バイオメジャー) 技術を進展させるための有用な基盤技術の開発を行った。核酸を配列特異的に検出、定量を行う新規な手法を開発した。また、微生物由来 RNA の検出技術開発、動物細胞のバイアビリティーを評価するための新規手法の開発を行った。また、酵素の活性を迅速かつ網羅的に評価するための基盤技術開発を行った。

- (2) 開発技術等を実際の産業・医療分野などにおけるバイオメジャー項目に適用するための要素技術開発

課題 (1) において開発した基盤技術を実際の分野における計測に活用するための技術開発を行った。核酸の定量技術においては、遺伝子発現量の定量技術の開発を進めた。また、遺伝子組換え微生物の環境中モニタリング技術の開発とガイドライン策定のため、土壌からの DNA 抽出技術の開発を進めた。

- (3) 産業や医療分野などでのバイオメジャー項目の国内及び国際的な標準化 (標準プロトコルの作成、標準物質の整備、リスク標準の評価など) に資する技術開発と基盤整備

バイオメジャー標準化に向け、そのための課題整理とニーズ調査を進めるとともに、そのために必要な技術的検討を行った。国際度量衡委員会、物質標準委員会におけるバイオ計測の国際標準化においては、計測標準研究部門と共同でその検討ワーキンググループに参加するとともに、定量 PCR の国際比較に参加した。また、核酸標準物質の供給に向け、その合成法を検討すると共に、均質性、安定性等の試験方法の確立を進めた。

研究テーマ：テーマ題目25、テーマ題目26

-----  
**【テーマ題目1】未知微生物・遺伝子資源の探索・収集・解析**

**【研究代表者】** 中村 和憲 (副研究部門長)

**【研究担当者】** 花田 智、木村 信忠、玉木 秀幸、菅野 学 (常勤職員5名、他4名)

**【研究内容】**

メタン発酵リアクター、水処理活性汚泥、海洋地下圏、湖沼底泥、海洋熱水環境などを中心に新規微生物資源の探索、並びに分離培養を経ない手法による微生物の多様性解析及びこれら微生物群の機能解析に関する研究を行った。また、これまで全く培養されてこなかったものの、環境中で重要な役割を果たしていると思われる微生物群の純粋分離を行った。その結果これまでに知られていなかったメタン生成古細菌、未知生育因子を要求するような微生物、芳香族化合物類を分解する絶対嫌気性共生微生物などの新規微生物群を純粋に培養することに成功した。また、高いセルロース分解活性を示す微生物の環境中からの分離も行った。これまでに400株を超える新菌株と細菌株が得られており、現在、酵素学的な分析を進

行中である。環境メタゲノムを対象とした有用遺伝子探索から、ヒト乳癌細胞に対し強い抗腫瘍性を示す化合物であるインジルビンの合成酵素が発見された。これはこの種の癌治療薬の安価な工業生産への応用が期待されるものである。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境微生物、未知微生物、難培養微生物、遺伝子資源

## 【テーマ題目2】 共生細菌が宿主昆虫に賦与する新規生物機能の解明

【研究代表者】 深津 武馬

(生物共生相互作用研究グループ)

【研究担当者】 古賀 隆一、土田 努、細川 貴弘、菊池 義智、牧野 純子  
(常勤職員2名、他4名)

### 【研究内容】

昆虫類の内部共生細菌について、それらの存在が宿主昆虫の生存、繁殖、生理、機能にどのような影響を与えているのかを実証的に明らかにし、もってその新規生物機能の解明と利用をはかる。

エンドウヒゲナガアブラムシの任意共生細菌 *Serratia*、*Regiella*、*Rickettsia* などについて、抗生物質処理による選択的感染除去技術を確立し、その利用によって、植物適応への影響、必須共生細菌との相互作用、宿主適応度への影響などを検討した。

マルカメムシ類においては、必須腸内共生細菌 *Ishikawaella* の感染をカプセル交換によって近縁の害虫種と非害虫種で入れ換えることにより、ダイズという農作物上での繁殖力が虫自身ではなく腸内共生細菌の遺伝子型によって規定されていることを明らかにした。

ホソヘリカメムシについては、腸内共生細菌 *Burkholderia* の再接種実験等により、この共生細菌は宿主昆虫の生存や繁殖に必須ではないが、その成長を促進する効果を有することを明らかにし、昆虫類では極めて例外的に、垂直感染を伴わない相利共生関係にあることを解明した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 共生細菌、生理機能、植物適応、操作技術開発

## 【テーマ題目3】 共生細菌が宿主昆虫の生殖に与える影響の解明

【研究代表者】 深津 武馬

(生物共生相互作用研究グループ)

【研究担当者】 安佛 尚志、古手川 京子、戸塚 典子  
(常勤職員2名、他2名)

### 【研究内容】

ショウジョウバエ及び内部共生細菌である *Spiroplasma* をモデル系として、雄殺しなどの生殖操

作や、宿主体内における共生の分子機構に関する遺伝子の解析を行い、さらにはそれらの遺伝子を改変・操作することによって、宿主昆虫の生殖表現型や内部共生系を操作できる系の確立を目指す。

ショウジョウバエの EP 因子挿入突然変異体の作製、スクリーニング、さらには GS 系統の導入とスクリーニングが進行中で、*Spiroplasma* による雄殺しを部分的に抑制する突然変異体の候補が相当数単離された。*Spiroplasma* の個体群動態や温度感受性の解析から、共生細菌の宿主体内における増殖の調節に関する理解が進展した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ショウジョウバエ、雄殺し、*Spiroplasma*

## 【テーマ題目4】 昆虫共生細菌の形質転換系の開発

【研究代表者】 深津 武馬

(生物共生相互作用研究グループ)

【研究担当者】 古賀 隆一、田中 康次郎、菊池 義智  
(常勤職員2名、他2名)

### 【研究内容】

多くは難培養性のため取り扱いがむずかしい共生細菌について、遺伝子を導入したり、ノックアウトしたりという、形質転換技術を開発し、もって宿主昆虫との相互作用や機能解析にブレークスルーをもたらすことを目指す。

スジコナマダラメイガの共生細菌 *Wolbachia* について、2種類のファージの全ゲノム配列を決定し、*Wolbachia* のゲノム中に挿入され組み込まれるのに必要な分子要素の主要部分を解明をした。

ホソヘリカメムシの腸内共生細菌 *Burkholderia* については例外的に培養可能であることが判明し、トランスポゾンを用いた形質転換系の開発を進めている。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 共生細菌、形質転換、ベクター

## 【テーマ題目5】 バイオプロセスイノベーションハブの構築

【研究代表者】 中村 和憲(副研究部門長)

【研究担当者】 宮崎 健太郎、末永 光、水田 志織  
(常勤職員3名、他1名)

### 【研究内容】

我々はこれまでに、メタゲノムアプローチにより43の *extradiol dioxygenase* (EDO) 遺伝子を同定している。塩基配列の解析により、既存のサブファミリーに分類されない遺伝子が多数存在することが判明し、これを受け我々は新規に4つのサブファミリー (I. 1. C、I. 2. G、I. 3. M、I. 3. N) を提唱した。本研究においてはこれらのうち I. 1. C サブファミリーを除く3つのサブファミリーから4種の EDO 酵素について精製を行い、酵素の物



性並びに速度論的解析を行った。7E11 (I. 3. M) と1F2 (I. 3. N) の両酵素については既存の酵素と比べアミノ酸配列の相同性は低いものの、その性状や活性については既存のものと類似する結果であった。I. 2. G サブファミリーEDO については、1アミノ酸のみ配列の異なる1A1と1D2の2種の酵素について解析を行った。これらは4量体を形成し、通常知られている Fe(II) ではなく Mn(II) を活性中心に配位し、さらにいずれの酵素も高い耐熱性を示した。次に、カテコールに対する速度論的解析により、1D2は1A1に比べ高い基質親和性を示し、2.4倍の  $k_{cat}/K_m$  値を有していた。アミノ酸配列と酵素の性状解析の結果を併せると、1A1 EDO は1D2 EDO の祖先であり、1D2 EDO に見られた酵素活性の上昇は1A1酵素上に生じた Ala241Thr の1アミノ酸の変異に起因するものであり、さらにこれには安定性の損失を伴っていることが強く示唆された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境 DNA、メタゲノム、芳香環分解系、酵素、適応進化

#### 【テーマ題目6】 バイオプロセスイノベーションハブの構築

【研究代表者】 中村 和憲 (副研究部門長)

【研究担当者】 宮崎 健太郎、末永 光、水田 志織  
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

糖ペプチド系抗生物質ブレオマイシンはその強力な DNA 切断作用で原核ならびに真核生物の増殖を阻害する。これまでに活性汚泥を DNA 源とするメタゲノムライブラリより高濃度のブレオマイシンに耐性を示すフォスミドクローンを得ている。本研究では、ブレオマイシン耐性遺伝子の同定と組換えタンパク質の機能解析を行った。はじめに、ブレオマイシン系抗生物質であるブレオマイシンに対し800  $\mu\text{g/ml}$  の濃度で耐性を示す3種のフォスミドクローンについてショットガンライブラリを作製し、耐性クローンのスクリーニングと塩基配列の解析を行い、4H7と7A10の2種のブレオマイシン耐性遺伝子を同定した。続いて組換えタンパク質を精製し、ブレオマイシンを用いて DNA 切断解析を行った結果、本タンパク質はブレオマイシンに結合することにより DNA 切断能を阻害していることが明らかになった。さらに今回取得したブレオマイシン耐性遺伝子を高度好熱菌 *Thermus thermophilus* 用ベクターの遺伝子マーカーとしての利用を試みたところ、7A10について60  $^{\circ}\text{C}$  までの利用可能であることが判明した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境 DNA、メタゲノム、薬剤耐性遺伝子、好熱菌、ブレオマイシン

#### 【テーマ題目7】 バイオプロセスイノベーションハブの

#### 構築

【研究代表者】 中村 和憲 (副研究部門長)

【研究担当者】 宮崎 健太郎、末永 光、影井 亜貴子  
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

我々はこれまでに、芳香族化合物を多量に含む廃液を処理する活性汚泥を DNA 源とするメタゲノムライブラリより、カテコールに対し開裂活性を有する91のフォスミドクローンの取得に成功している。本研究においては、これらインサート中に存在すると予想される芳香族化合物水酸化酵素遺伝子の探索とクローニングを行った。はじめに、カテコール開裂活性に基づいて選別した38のフォスミドクローンについてショットガン解析を行った。アノテーションの結果、カテコール開裂酵素遺伝子と共に、多数の水酸化酵素成分遺伝子の存在が確認され、それらについて順次クローニングを行った。そのうち、クローン2C5が保有する水酸化酵素はフェノール分解菌 *Pseudomonas* sp.CF600株由来のフェノールヒドロキシレース DmpKLMNOP と36-76 %の相同性を示し、フェノールに対する水酸化能を有していた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境 DNA、メタゲノム、産業酵素、芳香環水酸化酵素

#### 【テーマ題目8】 バイオプロセスイノベーションハブの構築

【研究代表者】 中村 和憲 (副研究部門長)

【研究担当者】 宮崎 健太郎 (常勤職員2名)

【研究内容】

我々は、メタゲノムライブラリから有用酵素の取得を目指して、さまざまな酵素をターゲットとしたスクリーニングを行っている。得られたクローンに関しては機能と配列の点から解析を進めているが、本研究では研究室に蓄積されているメタゲノム配列データベースからのマイニングにより、有用酵素の配列スクリーニングを行った。とくに平成19年度は、ラッカーゼ様タンパク質の配列をデータベース検索により発見し、遺伝子のクローニング、酵素発現、性状解析を行った。本ラッカーゼは、既報のラッカーゼよりも短いアミノ酸配列を持ち、Type I 銅周辺のリガンド残基の一部が異なっていた。また活性の点では、(1) 弱アルカリ性でフェノール性基質に作用し、(2) 反応液中に銅イオンを要求しない、(3) 耐熱性、(4) 耐界面活性剤耐性、(5) 耐キレート剤耐性という工業利用する際に有利と思われる特徴を多く有していた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 メタゲノム、ラッカーゼ、産業酵素

#### 【テーマ題目9】 バイオプロセスイノベーションハブの構築

【研究代表者】中村 和憲（副研究部門長）

【研究担当者】小山 芳典（常勤職員2名）

【研究内容】

新しいNCBI Blast Databaseをローカルコンピュータ上で検索できるように設定した。またメタゲノムスクリーニングで得られた遺伝子断片の生物種の起源を推定するために、SOM 解析プログラムを含む G-InforBio プログラムを導入した。さらに、メタゲノムのアノテーション、表示、登録のために昨年度作成した各種のプログラムは、すべてコマンドラインのプログラムであったので、これらを使いやすいグラフィックユーザーインターフェースを持つ Macintosh デスクトップアプリケーションに書き直した。さらに遺伝子配列のフォーマット変換や遺伝子 Database を自動ダウンロードするGUIプログラムを開発した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】メタゲノム、データベース、ソフトウェア

【テーマ題目10】メタゲノムライブラリーを利用した未知遺伝子スクリーニング法の開発

【研究代表者】内山 拓（酵素開発研究グループ）

【研究担当者】（常勤職員1名）

【研究内容】

近年、新規な有用酵素遺伝子を獲得する方法として、微生物の分離・培養のステップを経ない、メタゲノムライブラリーを利用した手法が注目を集めている。研究代表者も新しいメタゲノムライブラリースクリーニング法として、SIGEX (Substrate Induced Gene EXpression) 法を考案し発表をおこなっている。しかしながら同法には、クローン化される遺伝子群が宿主の転写システムとの相性に依存するという欠点があった。そこで研究代表者は、SIGEX の原理を活かしつつより多様な微生物群から遺伝子を取得するために、本研究において SIGEX の宿主範囲の拡張を行うこととした。新たな宿主の候補として、産業有用微生物であり、またモデル生物としても研究が盛んな枯草菌 *Bacillus subtilis* を利用する系の構築と、また産業上有用性の高い耐熱性酵素の取得を考慮し、好熱菌 *Thermus thermophilus* に関しても系を構築することを試みることにした。

平成18年度は、*T. thermophilus* の至適生育温度である 75 °C 付近でも安定に蛍光を発する事のできる、耐熱性緑色蛍光タンパク質 (Green Fluorescence Protein; GFP) を保持した好熱菌オペロントラップベクターの作製を行った。その結果、発現が不安定ではあるが、75 °C 付近でも蛍光を発する事のできる、好熱菌オペロントラップベクターの作製に成功した。また中等度高熱菌であり、遺伝子組換え系が確立されている *Geobacillus thermodentificans* を宿主として、65 °C 付近で安定に蛍光を発する事のできる中等度高熱菌オペ

ロントラップベクターの作製にも成功した。*B. subtilis* を利用した系に関しては、*B. subtilis* と *Escherichia coli* のシャトルベクターに *gfp* 遺伝子を組み込み、両方の宿主で使用可能なオペロントラップベクターの構築に成功した。このようなベクターを用いることにより、宿主の違いにより得られる陽性クローンの相違が明確になると考えている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】環境 DNA、メタゲノム、宿主、遺伝子発現

【テーマ題目11】有用微生物触媒の開発

【研究代表者】宮崎 健太郎（酵素開発研究グループ）

【研究担当者】望月 一哉（常勤職員2名）

【研究内容】

光学活性アミノ酸、L-ホモセリンの生産法として、安価に入手できる原料を化学的に修飾した後、生物反応を利用して立体選択的に脱修飾する方法を考案した。この生産プロセスの鍵となる立体選択的な脱修飾を触媒する酵素を生産する微生物を探索し、有望な分離株を得た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ホモセリン、微生物触媒、微生物スクリーニング

【テーマ題目12】RNA とタンパク質の協同による遺伝子発現システムの分子基盤研究

【研究代表者】富田 耕造（機能性核酸研究グループ）

【研究担当者】Penmetcha Kumar、秋光 信佳、  
須藤 恭子 沼田 倫征  
（常勤職員5名）

【研究内容】

近年報告されつつある、RNA の持つ新たな機能に注目し、機能を持った RNA が合成されるまでの生体内での過程、すなわち RNA プロセシング装置と RNA の品質管理装置に焦点を絞り研究を展開した。RNA のプロセシングに関しては RNA の3'末端の成熟化に関与する鋳型非依存的な RNA 修復酵素である CCA 付加酵素、及びポリ A ポリメラーゼに注目し、その反応機構の機能構造相関を解析した。今年度はこれらの酵素の結晶化、及び構造解析を行い、いくつかの酵素に関してはその構造を決定し、CCA 付加酵素に関して分子機構の全解明を行った。特に CCA 付加酵素が間違った配列を合成しないような特殊な proofreading の機構を持っていることを構造解析と機能解析から明らかにした。

また、RNA の品質管理装置に関しては、異常な（終結コドンを含まない等）mRNA が選択的に翻訳が阻害されることを見出し、その分子機構を提唱した。さらに、タンパク質の代謝に関与する RNA 結合タンパク質と基質との複合体の結晶化を行い、構造を決定し、その基質認識機構を提唱した。特に、この酵素の新規反応触媒機

構を明らかにした。また、転写制御に関わる RNA 結合タンパク質の RNA との複合体構造解析、機能解析を行い、遺伝子発現制御の分子基盤を提唱した。また、RNA の修飾に関わる酵素群の結晶化も試みた。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】RNA、プロセス、機能、成熟化、品質管理、RNA-タンパク質相互作用

### 【テーマ題目13】タンパク質デザインに関する研究

【研究代表者】巖倉 正寛

(蛋白質デザイン研究グループ)

【研究担当者】末森 明夫、広田 潔憲、新井 宗仁、竹縄 辰行、横田 亜紀子

(常勤職員6名、他7名)

【研究内容】

我々が欲する機能を有するタンパク質を確実に創成するための技術としての配列空間探索によるタンパク質デザインというコンセプトの実証研究、デザインしたタンパク質利用としての配向制御固定化による生体外でのタンパク質利用技術開発研究を行っている。さらに、タンパク質がどのようにして高次構造を形成してその機能を発揮するのかの機構解明を目指し研究を行っている。配列空間探索によるタンパク質デザインというコンセプトの実証研究において、ジヒドロ葉酸還元酵素と p-ヒドロキシ安息香酸ヒドロキシラーゼを対象に変異解析を進めているが、前者に関しては、網羅的に一アミノ酸置換変異体の作製とその特性解析として、酵素活性、補酵素特異性、熱安定性などを解析した。後者に関しては、系統的に作製した一アミノ酸置換全変異体の特性データを利用し、複数の特性を同時に改良する方法の開発を行った。特性解析から、変異空間の機能地形を明らかにし、デザインコンセプトの精緻化に利用した。デザインコンセプトの実用化実証のため、プロテイン A をフレームとしたリガンドに関しての網羅的な1アミノ酸変異体遺伝子の作製を行い、ほぼすべての1アミノ酸置換変異体遺伝子の作製を終えた。変異遺伝子それぞれを大腸菌で発現・分離精製を行い、精製したタンパク質としてのライブラリーを構成し、その機能をそれぞれ測定した。プロテイン A 以外のアフィニティリガンドとしてのタンパク質フレームの作製を検討し、その人工遺伝子の作製を行い15種のフレームの作製を行った。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質デザイン、配列空間探索、配向制御固定化、タンパク質構造形成機構、アフィニティ・リガンド

### 【テーマ題目14】脂質の化学合成とその応用

【研究代表者】芝上 基成 (脂質工学研究グループ)

【研究担当者】村上 悌一 (常勤職員2名、他7名)

【研究内容】

本項目の目的は、天然に存在する脂質をモデルとして、有用な脂質を化学合成しそれを有効利用することにある。具体的なモデル脂質としては古細菌に見られる環状脂質や真核生物、真正細菌の細胞膜表面に見られる糖脂質等である。

極限環境下に棲息する古細菌の生体膜には、ユニークな形状の環状脂質が含まれている。そしてこの環状脂質が高度な耐環境性の源と考えられている。研究代表者らは「環状脂質を模した人工環状脂質は、機械的・熱的に安定な集合体(脂質ナノ構造体)を構築する」という作業仮説を設定した。この作業仮説を基に人工環状脂質の合成を行っている。平成19年度は環状脂質膜の膜流動性を高めることを目的として、環状骨格を形成する長鎖アルキル基中に立体障害を誘起する官能基を導入した新規な人工環状脂質の合成に成功した。続いてこの飽和型環状脂質の熱物性の検討を行い、予想通り高い膜流動性を有することを見出した。一方、安価なグルコノラクトンを出発原料として構造の複雑な天然脂質スフィンゴファンジンの化学合成を検討した。特にスフィンゴファンジン E と F については4級炭素の立体選択的構築法を検討し、天然型が優先的に得られる条件を見出すことができた。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】脂質、有機合成、環状脂質、糖脂質

### 【テーマ題目15】疾病マーカー探索・検出イノベーション

【研究代表者】芝上 基成 (脂質工学研究グループ)

【研究担当者】村上 悌一 (常勤職員2名、他7名)

【研究内容】

当部門のバイオセンシング技術研究 G、分子認識 G と共同して、部門重点テーマ「疾病マーカー探索・検出イノベーション」に取り組んでいる。本グループは (1) 蛋白質の高感度認識膜開発を念頭に置いた糖脂質の合成と、(2) 基板上に固定した脂質膜(サポーティッドメンブレン)を利用した膜タンパク質解析システムの開発を担当している。平成19年度の結果概要は以下の通りである。(1) については親水部末端に  $\beta$ -ガラクトシド、疎水部端にチオール基を有する二糖型脂質類の合成を検討した。ラクトースから容易に調製されるアセチル化ラクトールが有用な合成中間体であることがわかり、中間部の糖に関して2-アセチルアミノ体、2-デオキシ体、2,3-不飽和体など数種類のアナログを合成することができた。一方(2)については脂質膜を固定する際に問題となる不安定性を克服するための、天然糖鎖を化学的に改変して合成した新規なポリマーケーションの開発に成功した。続いてこのポリマーケーション上に脂質膜が安定に、かつ流動性を保った状態で保持されることを見出した。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】有機合成、糖脂質、分子認識、サポーティッドメンブレン



【テーマ題目16】脂質の生物生産の高効率化

【研究代表者】神坂 泰（脂質工学研究グループ）

【研究担当者】木村 和義、植村 浩、横地 俊弘  
（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

微生物によって、脂質を高効率に生産するシステムの開発を目指す。ターゲットを、生理活性を有する高度不飽和脂肪酸におき、遺伝子解析が進んでおり、遺伝子改変が容易な出芽酵母を宿主として、高度不飽和脂肪酸を合成する酵素の遺伝子を導入して、高度不飽和脂肪酸を生産するシステムを構築する。また、この出芽酵母の脂質生産性を向上させるために、脂質含量に関与する遺伝子の解析、発酵能を向上させるために、解糖系などのエネルギー生産系の解析を行う。さらに、脂質合成遺伝子に関わる新たな資源の開発を目指して、種々の酵母、糸状菌での脂質生産過程の解析を行う。また、もう1つのターゲットとして、熱的に安定な物性を持つと考えられるテトラエーテル脂質におき、この脂質の好熱性古細菌からの分離精製についても解析を行う。平成19年度は、以下の結果を得た。

- 1) 出芽酵母の SNF2遺伝子を破壊し、脂質合成酵素 DGA1遺伝子を過剰発現して、脂質生産性を向上させた株に、 $\Delta 6$ 不飽和化酵素遺伝子を導入し、 $\alpha$ リノレン酸から n-3系の希少高度不飽和脂肪酸であるステアリドン酸を生産する株を構築した。
- 2) 出芽酵母に、 $\Delta 12$ 不飽和化酵素遺伝子、 $\Delta 6$ 不飽和化酵素遺伝子、鎖長延長酵素遺伝子を導入して、外来脂肪酸を加えずに n-6系生理活性脂肪酸であるジホモガンマリノレン酸を生産する株を構築した。
- 3) n-3系高度不飽和脂肪酸を含むラビリンチュラ類オブロンギトリウム属菌より、 $\Delta 5$ 不飽和化酵素遺伝子を同定した。出芽酵母での発現より、その活性が n-3系脂肪酸に基質特異性が高いことを確認した。
- 4) サルフォロバス属好熱性古細菌が生産するテトラエーテル型脂質分子種を、高速液体クロマトグラフィーなどにより分離、分画する方法を確立した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】脂質生産、微生物、高度不飽和脂肪酸、遺伝子組み換え

【テーマ題目17】天然物由来の機能性食品素材の開発

【研究代表者】丸山 進

（健康維持機能物質開発研究グループ）

【研究担当者】山崎 幸苗、河野 泰広、市村 年昭  
（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

皮膚の健康維持や糖尿病など生活習慣病の予防・改善のための機能性物質を開発し、実用化することを目標として研究を行った。

エンドセリン-1は強力な血管収縮物質であると同時に紫外線刺激による皮膚のメラニン合成に関与することが知られている。培養ヒト表皮角化細胞への紫外線刺激により促進されるエンドセリン-1合成を、高知県産のハヤトリ果実抽出物が抑制することを見出し、さらに、ハヤトリ果実抽出物がヒト皮膚3次元モデルで美白効果を示すことを確認した。また、マウスメラノーマ B16細胞を使った実験で、メラノサイト刺激ホルモンの作用を阻害して、メラニン合成を抑制する働きをするペプチドをホタテ貝の貝柱タンパク質のサーモリシン加水分解物から見出した。

また、沖縄の亜熱帯植物（パッションフルーツ）抽出物もエンドセリン-1合成を抑制することなどを既に見出し、企業との間で特許の実施契約を締結しているが、化粧品会社向けの化粧品原料「パッションフルーツ BG」として企業が商品化した。

これまでにアディポネクチン産生増強物質として見出してきたフェルラ酸フェネチルアミドやクルクミン等フェノール性化合物がアディポネクチンに拮抗する TNF $\alpha$ 等炎症性サイトカインの産生も抑制し、この作用が高度不飽和脂肪酸の併用で強化されることを培養細胞レベルで明らかにした。さらに、クルクミンと DHA 等高度不飽和脂肪酸含有油脂を同時にまたはそれぞれ単独に添加した飼料で飼育したマウスに実験的関節炎を起こさせ、患部の腫大を計測したところ、同時投与群において炎症による腫張が小さくなる傾向が認められた。同一の物質・組成物によりアディポネクチンの増強と TNF $\alpha$ の抑制が同時に達成できることは、アディポネクチンの減少と TNF $\alpha$ の増加を本態とする生活習慣病の予防・治療剤を開発する上で重要な知見である。さらに、紫黒米やもち米からヒトおよびマウス脂肪細胞に対してアディポネクチン産生増強物質を分離した。また、ナツメグの EtOH 抽出物および精製分画のマウス動物試験を行い、精製分画に血糖降下作用や抗脂血作用を有することを見出した。これらの知見は生活習慣病の予防、改善に機能性食品として利用するために重要である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】皮膚美白、糖尿病、エンドセリン、アディポネクチン、ポリフェノール

【テーマ題目18】疾病マーカー探索・検出イノベーション

【研究代表者】岡田 知子（分子認識研究グループ）

【研究担当者】田中 睦生、小川 昌克、澤口 隆博  
（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

部門重点テーマ「疾病マーカー探索・検出イノベーション」において、疾病マーカー探索・検出ツールとなる分子プローブの開発やナノ構造分子膜等のバイオコンパチブル材料創製を担当している。疾病マーカーとなるようなタンパク質や脂質を探索するツールの一つとして、分子ブ

ローブを合成した。コレステロールと相互作用する膜タンパク質が疾病マーカー候補物質となる事を想定し、疾病マーカー探索用分子プローブとして、コレステロールを基本骨格にベンゾフェノンとローダミンを導入した分子プローブを合成し、分子プローブの細胞における局在性を共焦点顕微鏡により解析した。その結果分子プローブは細胞内に取り込まれて細胞内小器官に局在することを見いだした。膜タンパク質を探索するためには分子プローブが細胞膜に留まることが必須であるため、より両親媒性を強めた分子構造が必要であることが明らかになった。

疾病マーカー検出において問題となるタンパク質の非特異吸着を抑制する修飾表面構築分子としてオリゴエチレングリコールを導入したアルカンチオール合成法を検討し、合成経路を確立することができた。バイオセンシング技術研究グループにおいて合成した化合物を用いて自己集合膜を構築し、その物性を表面プラズモン共鳴法により検討した。その結果、これらの合成した化合物を用いて構築した表面は、目標通りタンパク質の非特異吸着を抑制することを確認した。さらにホスホコリンを導入したアルカンチオール合成経路も確立し、同様に自己集合膜を構築して物性を検討したところ、オリゴエチレングリコールを導入したアルカンチオールと同等のタンパク質非特異吸着抑制機能があることを見いだした。さらに疾病マーカー検出インターフェース表面となるナノ構造分子膜の機能解析に用いるプローブとしてフェロセン誘導体を合成した。フェロセン誘導体の電気化学的特性を応用すれば、ナノ構造分子膜の分子レベルでの構造・膜物性解析が可能であることを確認した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 分子プローブ、バイオコンパチブル材料、ナノ構造分子膜

#### 【テーマ題目19】 細胞・タンパク質の分子機能、分子認識の解析

【研究代表者】 岡田 知子（分子認識研究グループ）

【研究担当者】 森井 尚之、小川 昌克  
（常勤職員3名、他4名）

#### 【研究 内 容】

1. 最近日本人に増加してきた乳癌は、高い確率で骨髄に転移を起こし、激しい痛みを伴って癌患者の生活の質を低下させ大きな社会問題となっている。一方で乳癌の骨髄転移モデルはその数が少なく、骨髄転移機構解明の遅れの原因となっている。そこで、マウス乳癌細胞を用いて高率に骨髄に転移するモデルを確立した。確立した骨髄高転移性乳癌細胞は、プラスチック表面及び骨髄由来内皮細胞に対する接着能が強く、足場に接着しなくても増殖できる能力（足場非依存的増殖能）が高く、水平方向の運動能が高いこと、さらにマウスに静脈内投与及び皮下投与すると、高い確率で骨髄に転移を起こすことが判明した。

2. アルツハイマー病をはじめ、各種の神経系疾患はタンパク質の集積化によるアミロイド物質の形成と深く関係していることが知られている。これまで、アミロイド線維の基本的な構造として線維軸方向に非常に長くかつそれと垂直方向に数分子層の規則的配向集積した分子集合体の構造モデルを提案している。今回、個々のタンパク質についてさらに詳細なアミロイド線維中での分子構造を解明するために、安定同位体ラベルしたアミノ酸を1残基のみ含む42残基のアミロイドベータタンパク質を系統的に合成してラベル位置の二次構造を赤外分光スペクトルで解析した。その結果、線維構造中のベータ構造性のステム（幹）領域になっている部分が分子内に2か所存在し、また C 端の数残基はステム領域ではない可能性が高いことを見出した。このことは C 端を欠損した40残基アミロイドベータとの集積構造化および毒性発現の違いをもたらしているのは非ステム領域としての寄与の差異にあることを示唆している。

3. 培養細胞上でウイルスが出芽する際に形成される膜マイクロドメインの形成機構の解明を目指して、インフルエンザウイルス膜タンパク質ヘマグルチニンの培養細胞 HeLa における発現系を作成した。作成した培養細胞系を用いて、当該膜タンパク質の膜融合活性を解析した。当該膜タンパク質発現細胞株は、非発現細胞と比較して膜融合活性を顕著に示し、当該膜タンパク質が高次構造を保持した状態で培養細胞膜表面に発現していることを確認した。また、ウイルス膜タンパク質のカルボキシル末端の構造がこの膜融合活性に影響することを見出した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 骨髄転移性癌細胞、アミロイド繊維、ウイルス膜タンパク質、膜融合活性

#### 【テーマ題目20】 体内時計を利用した健康医療の研究

【研究代表者】 石田 直理雄（生物時計研究グループ）

【研究担当者】 大西 芳秋、大石 勝隆、宮崎 歴、  
花井 修次、富田 辰之介  
（常勤職員6名、他6名）

#### 【研究 内 容】

- 1) モデル動物を用いた時計分子機構の解明  
既知の生物時計遺伝子は発現産物自身が24時間で振動するものやその発現を負に制御すると行動等の振動がみられなくなるものが多い。これらの基準に基づき、新規の時計遺伝子をショウジョウバエ、ホヤ、マウス等のモデル動物より探索する。  
今年は新規ユビキチン・リガーゼの時計蛋白 PER2の分解機構を見出すとともに時計蛋白 Per2トランスジェニックマウスを用いて、この蛋白がリズムの周期を決定する蛋白であることを見出し、国際誌に報告した。ショウジョウバエの系では、プロキシミティ（お

近づき) リズムを測定するビデオモニター系を確立した。

## 2) 哺乳動物生物時計形成機構の分子基盤

生物時計遺伝子産物のリン酸化、分解、転写制御に関する分子との相互作用、これら産物と直接蛋白レベルで結合する分子の機能解析を行う。時計遺伝子 *Per2* や *Bmal1* の上流を用いて振動転写制御に関わる因子を探索する。

生物時計蛋白 *CRY1* と結合する新規コリプレッサーを見出し、これが *Per2* プロモーター上で転写を負に制御する機能を見出した。*Bmal1* の上流に結合するクロマチン蛋白で日周制御に関わるものを見出し国際誌 (*Mol Cell Biol*) に報告した。

## 3) 体内時計とガン化、肥満等疾患との研究

我々は体内時計転写因子群により、細胞周期、脂質代謝関連の遺伝子産物が制御されることを見出した。そこでこの分子機構を明らかにすると共に、投薬、輸液等のサーカディアンリズムを評価する新規バイオマーカーを探索し、これを用いて健康医療の向上を図る。

脂質代謝関連で *PPAR $\alpha$*  を介した位相前進 (早起き効果) が長日特異的に起こる事を見出し国際誌に発表した。さらにこの系が睡眠やトーパー (低体温) に深く関わることを見出し、*Keystone Symposium* で招待講演を行った。

研究手段、方法論：

モデル動物としてマウス、ショウジョウバエなどを用いた時計分子機構の研究を行っている。具体的には、マウスに薬剤投与を行って行動解析を行い、リズム周期や時計遺伝子の発現に与える影響を評価している。ショウジョウバエでは脳内部位特異的遺伝子発現を正や負に制御し、これらが交尾行動リズムに与える影響を見ている。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 体内時計、時計遺伝子、転写因子

## 【テーマ題目21】 タンパク質の分子育種技術の開発

【研究代表者】 本田 真也

(分子細胞育種研究グループ)

【研究担当者】 (常勤職員1名、他6名)

【研究 内 容】

タンパク質医薬等のバイオ製品の製造プロセスにおける低コスト・高効率生産、及びそれらの品質管理に係る技術体系の整備に資するため、タンパク質の立体構造及び構造安定性の解析、タンパク質の構造多様性の解析、配列-構造-機能相関の解析等を進め、これらの理解に基づく、有用タンパク質の構造安定性及び凝集性評価技術の開発、有用タンパク質の機能改変技術の開発、進化分子工学的手法による機能性人工タンパク質の創出等を行う。

昨年度に開発公開した配列構造相関データベースに関して、項目件数1,425,440件 (データ量800 MB) の新

規データを追加登録し、データベースの規模を拡大した。また、このデータベース利用する新たな分子設計技術「自律セグメント最適化法」を考案し、この方法をもとに抗体医薬等の精製や検出に実用的に利用されている抗体結合性タンパク質プロテイン G の機能改変を進めた。合成した変異体は、設計意図通り、本来の抗体結合性を失うことなく、構造安定性のみが大きく向上していた。

モデル抗体の熱変性による凝集過程を赤外分光スペクトル法で測定・集積すると共に、同じ抗体の4~8週間の長期保存による凝集過程をゲルろ過法で測定・集積した。これらに及ぼす溶媒環境の影響を28種の溶媒条件で試験し、それらの多変量統計解析を行った。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、分子設計、立体構造、抗体、安定性

## 【テーマ題目22】 微生物及び植物における細胞育種技術の開発

【研究代表者】 進士 秀明

(分子細胞育種研究グループ)

【研究担当者】 鈴木 馨 (常勤職員2名、他4名)

【研究 内 容】

植物の物質生産系に関与する酵素等の遺伝子発現を統括的に制御する転写因子遺伝子を利用することにより有用物質を効率的に生産させる技術を開発するための知的基盤及び技術基盤の整備を目的とする。

シロイヌナズナのゲノム情報を基に転写因子遺伝子について情報の更新を行い、さらに39遺伝子 (合計1,908個) を同定した。シロイヌナズナ及びイネ遺伝子の B-box 型ジンクフィンガーを持つ BZF ファミリーについて、詳細な分子系統解析、保存モチーフの解析及びサブグループ分類を行った。BZF ファミリーのうち B-box を一つ持つタイプについて発現プロファイルの解析を行い、器官特異性及びストレス応答性の特徴的な発現パターンの情報を得た。転写因子遺伝子の機能解析のために、新たに6遺伝子の形質転換植物の T2種子を得た。形質転換植物の解析により、側根の形成能、葉の光合成機能、葉の傷害応答、根のバイオマス生産などの制御に関連する形質変化を見出した。乾燥耐性の向上と花成遅延を引き起こす転写因子について、渇水条件下でのバイオマス生産性の効率化への応用が期待できることを示した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 循環産業システム、植物、遺伝子、転写因子、発現制御、代謝制御、バイオマス

## 【テーマ題目23】 疾病マーカー探索・検出イノベーション

【研究代表者】 丹羽 修

(パイオセンシング技術研究グループ)

【研究担当者】 飯島 誠一郎、平田 芳樹、佐藤 縁、吉岡 恭子、吉本 惣一郎、



栗田 僚二、関岡 直行、上田 晃生、  
中元 浩平（常勤職員7名、他3名）

#### 〔研究内容〕

部門重点テーマ（分子認識、脂質工学、バイオセンシング技術 3グループ担当）のうち、(1) ナノカーボン膜電極を用いた新規遺伝子検出法の開発、(2) ソフトインターフェイスを利用したタンパク質の高感度認識膜の開発、(3) 電気化学と SPR 法を組み合わせた新たなバイオセンシング法の開発などを担当している。(1) の遺伝子検出法開発では、DNA の4つの塩基すべてを酸化定量できるナノカーボン膜が電気化学活性により、各塩基を独立に定量できることを見出した。これを利用して、DNA 中のメチル化シトシンの非標識電気化学検出の可能性を見出した。また、(2) では、新規に合成した、末端にトリエチレングリコール基を有するチオールを非特異吸着抑制分子として用いた。トリエチレングリコール単分子層による非特異吸着抑制表面の性質について、アルキル鎖の長さや膜組成変化、密生度の変化など、膜の基本的な特性を評価し、各膜における非特異吸着抑制の効果を検討した。その結果、短鎖トリエチレングリコール単分子層が、高分子量の生体分子のみならず、分子量数百程度の低分子量の生体分子の非特異的吸着をほぼ完全に抑制できることを確認した。(3) では、抗体酵素の様な他の生体分子とのアフィニティを有し、かつ触媒活性を有する生体分子の検出を目的とし、アフィニティについては、SPR 法、触媒活性については、基質の反応生成物を電気化学的に同時に定量できるセルを開発し、実際に生体分子の SPR と電気化学同時測定を行うことに成功した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 金薄膜、ナノカーボン膜、遺伝子、メチル化 DNA、自己組織化膜、相互作用、糖鎖、表面プラズモン共鳴 (SPR)、電気化学、非特異吸着抑制

〔テーマ題目24〕 生分解性高分子素材の高機能化と評価・処理技術の開発

〔研究代表者〕 常盤 豊（環境保全型物質開発・評価研究グループ）

〔研究担当者〕 土井 明夫、平栗 洋一、丸山 明彦、布施 博之（常勤職員5名、他6名）

#### 〔研究内容〕

生分解性高機能素材の一つとして、開環重合すれば生分解性となることが予想される新規の含イオウ環状ケテンアセタールである2-メチレン-1,3-ジオキサ-6-チオカン (MDT) の合成条件について検討した。その結果、MDT は、溶媒としてテトラリンを用い、200℃で8時間、触媒として p-トルエンスルホン酸を用いると、5～10%の収率で得られることがわかった。

熱処理したポリカプロラクトン (PCL)、PCL とポリ

乳酸のブレンド体の酵素分解について検討した結果、生分解性プラスチックの貯蔵弾性が生分解性に影響することが明らかとなった。また、アミコラトブシス属のゴム分解菌を用いて、イオウ含量の異なる加硫ゴムの分解性を検討した結果、ゴム製品の架橋密度が生分解性に影響することが明らかとなった。

最近、ポリ L-乳酸とポリ D-乳酸からなるステレオコンプレックスは、ポリ L-乳酸より耐熱性が優れており、新規の生分解性プラスチックとして注目されている。そこで、乳酸菌 *Lactobacillus delbrueckii* を用いて、ポリ D-乳酸の原料となる D-乳酸をサトウキビモラセス（廃糖蜜）、ビートジュースから効率的に生産する技術を開発した。また、ポリヒドロキシ酪酸 (PHB) 生産菌を紫外線処理すると、光学活性な単量体 (R)-3-ヒドロキシ酪酸を菌体外に生産する変異株が多く取得できることを見出した。

一方、プラスチック材料として重要なエチレンについて、その生物変換の可能性を検討するため、炭化水素分解菌について各種化合物の分解活性と分解酵素遺伝子について検討を行ったところ、単離した新規エチレン資化性菌が今までのエチレン資化性菌とは異なる新規な酵素を有していることが示唆された。

さらに、微生物が保有する機能性遺伝子・物質の効率的な検出、評価、利用技術開発の一環として、通常の分離菌株以外に環境試料そのものを対象とする網羅的な遺伝子解析手法に着目し、その問題点や有効性について検討した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生分解性プラスチック、含イオウ環状ケテンアセタール、ポリ乳酸、ポリヒドロキシ酪酸、ゴム分解菌、エチレン

〔テーマ題目25〕 バイオメジャー基盤技術の開発

〔研究代表者〕 関口 勇地

（バイオメジャー研究グループ）

〔研究担当者〕 川原崎 守、水野 敬文、陶山 哲志、野田 尚宏（常勤職員5名、他15名）

#### 〔研究内容〕

核酸や動物細胞を中心に、それら生体由来物質の計測（バイオメジャー）技術を進展させるための有用な基盤技術の開発を行った。核酸を配列特異的に検出、定量を行う新規な手法を開発した。特に核酸の検出、定量技術開発においては、簡便かつ低コストな新規遺伝子定量技術である ABC-LAMP 法を開発し、その有用性を実証した。また、微生物由来 RNA の検出技術の開発を複数種進めるとともに、動物細胞のバイアビリティを評価するための新規手法の開発を行った。また、これらの開発した基盤技術を実際分野における計測に活用するための技術開発を行った。核酸の定量技術においては、特定の一塩基多型検出のための技術開発や、白血病に関連し

た遺伝子発現量の解析技術の開発を進めた。また、遺伝子組換え微生物の環境中モニタリング技術の開発とガイドライン策定のため、土壌からの DNA 抽出技術の開発を進めた。また、核酸との相互作用を有する酵素の活性を定量的に測定するための評価技術の開発を進めた。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子、DNA 定量、PCR、マイクロチップ、DNA 標準物質、細胞機能評価、動物細胞、凍結保存、バイアビリティー、バイオイメージング、高選択性、高分子膜、夾雑物質

【テーマ題目26】バイオ・メディカル分野におけるバイオ計測の標準化に向けた研究

【研究代表者】関口 勇地

(バイオメジャー研究グループ)

【研究担当者】川原崎 守、水野 敬文、陶山 哲志、野田 尚宏（常勤職員5名、他3名）

【研究内容】

バイオメジャー標準化に向け、そのための課題整理とニーズ調査を進めるとともに、そのために必要な技術的検討を行った。また、国内のバイオ計測の標準化に関する窓口を統一化するため、産総研内の関連する各部門、あるいは国内の各組織間の連携体制の構築に向けた取り組みを行った。国際度量衡委員会、物質標準委員会におけるバイオ計測の国際標準化においては、計測標準研究部門と共同でその検討ワーキンググループに参加するとともに、組換え作物の混入率測定や定量 PCR 等の国際比較に参加した。また、核酸標準物質の供給に向け、その合成法を検討すると共に、均質性、長期安定性等の試験方法の確立を進めた。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】標準化、遺伝子、DNA 定量、PCR、マイクロチップ、DNA 標準物質、細胞機能評価、動物細胞、凍結保存、バイアビリティー、バイオイメージング、高選択性、高分子膜、夾雑物質

#### ⑪【計測フロンティア研究部門】

(Research Institute of Instrumentation Frontier)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：秋宗 淑雄

副研究部門長：山田 家和勝、山内 幸彦、

大久保 雅隆

主幹研究員：高坪 純治、野中 秀彦

所在地：つくば中央第2

人 員：62名（60名）

経 費：1, 048, 438千円（522, 141千円）

概 要：

本研究部門は、特に“遷移・変移現象”を、そしてそれが産業技術に大きく係わる“信頼性”をキーワードとして取り上げ、それに係わる計測・評価技術と、そこから派生する制御技術の開発を目指して2004年4月に設立された。この開発に向けた2つのアプローチ法として、産業や科学の発展に貢献する先進的な計測制御機器・システム開発（ツール開発）や、計測技術を高度に活用した評価・解析技術開発（知識開拓）を取り上げ、計測・評価技術のフロンティア開拓を進めている。併せて、知識開拓を基にした規格化・工業標準化への貢献や、ツール開発を基にした将来的な計量標準の創出に繋がる研究開発も視野に入れて展開している。

平成19年度からは部門の目標を大きく2つに整理した上で、それぞれの目標実現に向けて2つの重点課題を設定し、第3期科学技術の理念に沿った研究「国力の源泉を創る」と「健康と安全を守る」によりバーチャルな運営を行っている。

平成17年度に新たに1グループを設立後、4月に2グループを1グループに統合し、6月から1グループを新センター設立のために送り出したため、全部で8の研究グループ（以下 RG と略記）体制で推進している。重点目標と重点課題、担当研究グループは下記の通りである。

【目標 1】新たな評価軸の開拓に向けた先端的計測ツールの開発

1-1 ナノ物質計測技術と規格化の研究（超分光システム開発 RG、活性種計測技術 RG、光・量子イメージング技術 RG、ナノ標識計測技術 RG）

生体中ナノ物質（生命を支える生体分子、生命に未知なカーボン ナノチューブ等）の分析機器開発から計測手法の規格化を推進する。抗体試料中に存在する断片の同定を可能にするイオン価数弁別質量分析装置、10原子からなる分子の配向による構造解析質量分析装置、溶液中の糖構造異性体分析を実現する円二色性測定装置、3 nm のチップ形状保証の AFM 装置、フッ素プローブによるナノ物質の生体影響評価（生体還元能へのカーボン粒子の生体影響等）を可能にする磁気共鳴等の計測手法（ナノ物質修飾用プローブと ESR 装置）、生体中のカーボンナノ粒子観察を可能にする TEM 観察手法を開発する。

1-2 活性種計測制御技術の研究（活性種計測技術 RG）

活性種の計測技術と、それに基づいた活性種の制御・利用技術の確立を目指し、サブナノメートルの分解能をもつ不純物深さプロファイル測定を可能とするエッチングイオン源や極薄半導体薄膜におけ

るキャリアの検出が可能な高感度過渡吸収分光法を開発する。今年度は、クラスターイオン源のイオン種の広範化のために、溶液型金属クラスター錯体のイオンビーム化技術の開発を進め、イオン液体により100 nA以上の電流の発生に成功した。また、過渡吸収分光顕微鏡においては、空間分解能の向上を進め、500 nm×100 nmの偏光測定を実現した。

### 1-3 光・量子ビームイメージング技術の研究（光・量子イメージング技術 RG、極微欠陥評価 RG）

光・量子ビームを活用した新しいイメージング技術・装置開発と利用技術開発を目的とし、Sバンド高輝度小型リニアックを用いた準単色パルスX線発生装置において、半導体フォトカソード用ロードロックシステム等を開発し、X線高収量化のためのリニアックの加速電荷量増加に成功した。また発生させたX線を用いて、生体試料等の撮像に開始した。FEL光源の研究開発を進展させ、これらを励起源とした光電子顕微鏡や、真空紫外円二色性測定装置、LCSγ線CT等の分析システムの開発を進めた。陽電子ビーム高輝度化装置の改良を行い、陽電子ビームを50 μm以下に集束する技術を開発した。

### 【目標2】信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の開発と標準化展開の研究

#### 2-1 構造体劣化診断・予測技術の研究（構造体診断技術 RG、極微欠陥評価 RG）

構造体の損傷の検知・予知を可能とする構造体診断エキスパートシステム技術の開発を目標として、光ファイバーを用いたひずみと超音波のマルチセンシングシステムの開発およびレーザー超音波や空気超音波技術の開発を推進した。また、3 MeV以上に加速できるCバンド小型電子加速器開発システムを構築するとともに、乾電池で動作するポータブルな電子加速器の開発に成功し、分単位の時間でX線非破壊検査が可能であることを実証した。

#### 2-2 移動拡散現の計測・評価と規格化の研究（ナノ移動解析 RG）

燃料電池用固体電解質の材料化に適した物質を探索する目的で、構造材等との複合化による無機固体酸系プロトン伝導体のプロトン移動速度への影響を分子レベルで計測・解析する。高圧相のプロトン伝導度測定と構造解析を行うことによって、圧力増加とともにプロトン伝導度が上昇すると報告されている無機固体酸塩のイオン間距離やイオン回転とプロトン伝導の関係を明らかにした。

#### 2-3 材料プロセスの信頼性評価と規格化の研究（不均質性解析 RG）

機能性材料を対象に、機能発現機構に関する定量的な経験則を明らかにするとともに、計測手法の規格化を目標とする。今年度は、ナノ細孔セラミックスや有機無機ハイブリッド材料等を対象に、顕微ラ

マン分光、固体NMR等の分光法や顕微インデンテーション法を用いた材料機能の解析に関する研究を行った。また規格化については、セラミックスの転動疲労特性評価手法およびジルコニア中イットリアの化学分析手法に関する研究を行った。

またこれらの課題推進に向けて、産総研内外の研究推進課題に積極的に応募し、新たに獲得した主要課題は下記の通りである。

部門重点化予算；「安全・安心な社会構築に向けた計測技術開発－映像化探傷技術および化学物質爆発性予測技術の開発－」

ハイテクものづくりプロジェクト；「不透明障害物内化学物質検地装置の開発」

経済産業省受託研究費；「超ハイブリッド部材技術開発に係るもの<電気・電子材料及び光学材料に関する研究開発>

経済産業省受託研究費（中小企業支援型）；「質量分析装置用コンポーネント」

文部科学省受託研究費（原子力）；「照射誘起欠陥の動的挙動評価のための高度複合ビーム分析技術の開発」

他省庁受託研究費；「次世代X線を活用した検査に関する技術調査」

財団等受託研究費；「回転電場と位置検出器を利用したリフレクトロン飛行時間質量分析装置の高精度化に関する研究」

財団等受託研究費；「モニタリング技術の開発（モニタリング機器技術高度化調査）中核的な技術オプションの調査研究（その2）光ファイバセンサ技術」

財団等受託研究費；「不活性ガス融解－赤外線検出法によるマグネシウム地金・合金中酸素の定量方法の開発」

財団等受託研究費；「佐賀県立九州シンクロトロン光研究センター電子蓄積リングにおけるガンマー線生成に関する研究」

JST 産学共同シーズイノベーション化事業；「InGaAs電子デバイス用結晶評価技術の開発」

-----  
外部資金：

経済産業省受託

「平成19年度産業技術研究開発委託費（有機薄膜の高精度組成分析のための標準化）」

「転動部材用ファインセラミックスの破壊特製手法の標準化」

「低環境負荷型高効率帯電分離式フロン再生装置の研究開発」

「光フロンティア領域を支える次世代光機能性光学材料及び素子の開発」

「超ハイブリッド部材技術開発－材料設計に資する統合評価・支援技術開発－」



「質量分析装置用コンポーネント」

文部科学省受託（原子力）

「軟 X 線領域における蛍光収量分光分析法に関する研究」

「自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源とその先端利用技術に関する研究」

「SR-X 線ナノメータビームによる革新的生体試料分析技術に関する研究」

「コンパクト偏光変調放射光源の開発とそれを用いた分光計測技術の高度化に関する研究」

「高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の開発と高度化に関する研究」

「小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究」

「照射誘起欠陥の動的挙動評価のための高度複合ビーム分析技術の開発」

他省庁受託研究費

「次世代 X 線を活用した検査に関する技術調査」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費

「キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」

財団等受託研究費

「位相制御光による量子的分子操作と極限計測技術への展開」

「質量分析用超高感度粒子検出技術」

「AFM 探針形状評価技術の開発」

「透過型陽電子顕微鏡」

「中性子捕獲実験用レーザー逆コンプトン光の研究開発」

「シリコン酸化膜形成プロセスにおける高濃度オゾンの効率利用」

「防爆・耐電磁ノイズ対応 FBG 圧力・温度複合センタの研究開発」

「脂質メタボロームのための高精度質量分析技術の開発」

「InGaAs 電子デバイス用結晶評価技術の開発」

「モニタリング技術の開発（モニタリング機器技術高度化調査）中核的な技術オプションの調査研究（その2）光ファイバセンサ技術」

「同位対比分析装置の高精度化に関する研究」

「不活性ガス融解－赤外線検出法によるマグネシウム地金・合金中酸素の定量方法の開発」

「佐賀県立九州シンクロトン光研究センター電子蓄積リングにおけるガンマー線生成に関する研究」

科研費補助金

「光イオン化分光法によるイオン液体中のイオン・電子の溶媒和エネルギー評価」

「圧子力学に基づく知能獲得型触覚センサに関する研究」

「分子間相互作用による光学分割能の評価手法の開発」

「プロトン拡散速度の赤外分光計測手法の開発と硫酸水素セシウム結晶多形への適用」

「超音波ガイド光ファイバセンサの開発」

「咀嚼運動の記憶・学習機能に及ぼす作用に関する研究」

「CFRP 接着構造部材の損傷モニタリングシステムの開発」

「フェムト秒顕微鏡拡散反射分光システムの開発と光機能デバイスへの応用」

「電場勾配型高精度 TOF-MS 装置の開発」

「溶液中の大質量陰イオンの負イオンビーム化と二次イオン質量分析（SIMS）への展開」

「レーザー法による超音波伝播映像のその場計測技術の開発と非破壊検査への応用」

「シリコン半導体極浅接合 形成のための超低エネルギーイオン注入技術の開発」

「固体 NMR を用いたナノ空間における分子のダイナミクスの研究」

研究補助金

「CFRP 構造体の全方位損傷モニタリングシステムの開発」

「AFM を用いたナノ物質形態の精密評価手法の ISO 国際評価」

「効率的バイオマーカー探索を目指した近接場プローブ・ナノ領域超高感度質量分析装置の開発」

発 表：誌上発表146件、口頭発表327件、その他34件

#### 活性種計測技術研究グループ

（Active State Technology Research Group）

研究グループ長：野中 秀彦

（つくば中央第2、第4、第5）

概 要：

高い反応性や短寿命などの特性を持つ活性種は、反応の促進、超高速現象の伝達・制御などの機能があるため、先端プロセス技術において重要な役割を果たしている。当グループでは、活性種の計測技術と、それに基づいた活性種の制御・利用技術の開発を目指す。特に独自性の高い計測・制御手法と装置の開発と、研究成果の実用化・規格化（工業標準化）を通じた社会基盤への貢献に資することを目標とする。具体的には、酸化活性なオゾンを用いた均一薄膜・界面の低温形成

と計測技術の開発、金属クラスター錯体などの大質量イオンと表面との相互作用の計測・評価技術及び分子配向や内部自由度を制御した活性種の発生・計測技術の開発、パルスレーザー光を用いた半導体中の活性種及びその周辺物質との相互作用を高時空間分解能・高感度で計測する技術の開発、生体内活性種の計測に向けた電子顕微鏡や SPM などを用いたナノ構造の計測技術と標準試料及び巨大分子の検出技術等の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 4、テーマ題目 6、テーマ題目 7

### 超分光システム開発研究グループ

(Super-Spectroscopy System Research Group)

研究グループ長：大久保 雅隆

(つくば中央第2)

概 要：

急速に高度化する産業分野、科学技術分野において、従来の分光分析手法の限界を越える性能の実現が必要不可欠になっている。分光法とは、ある軸（変数）に対して物理量（測定法が規定できるもの）の変化を測定する手法で、その分光精度限界の革新的向上、新たな分光軸の追加は、我々が認知、分析できる観測対象の拡大を意味している。先端分析機器開発に必要な不可欠な要素技術として、極低温環境で動作することにより超高感度のナノ構造を有する超伝導分光センサーのようなデバイス開発を行うとともに、要素技術を統合した超分光先端分析機器開発を推進する。

生体高分子等のナノ粒子と X 線光子といった光量子を観測対象として、二原子分子やアミノ酸といった低分子から抗体複合体のような数 MDa といった広い分子量範囲を、従来の質量分析の原理的制限を越える質量分析性能や、超精密に元素の分離を軟 X 線領域で可能とする光子分光性能を実現する。このような性能を、タンパク質凝集関連疾患の凝集メカニズム解明などに活用する。

研究テーマ：テーマ題目 8、テーマ題目 9

### ナノ移動解析研究グループ

(Nano-Dynamics Analysis Research Group)

研究グループ長：本田 一匡

(つくば中央第5)

概 要：

電解質膜の熱耐久性をおもな理由に、一般的には作動温度が 100℃以下である固体高分子型燃料電池の作動温度の高温化を目指して開発が期待されている次世代の中温作動型燃料電池用の固体電解質材料として有望視されている無機固体酸塩のプロトン拡散現象について、原子レベルでの計測・解析技術の開発と機構解明を目的とした研究をおこなっている。具体的には、

固体 NMR 測定・解析技術、高圧力場を用いた原子構造環境制御技術、精密 X 線構造解析技術等を駆使して、無機固体酸塩 CsHSO<sub>4</sub>関連物質群の拡散係数と構造との相関を明らかにし、中・低温型無機プロトン伝導材料の探索・機能向上指針の提示を目指している。また、高エネルギー化学物質の状態変化の実験的構造データから安全性を定量的に評価あるいは予測するために計算機化学技術の利用開発を目指した研究では、火薬類及びエアバッグガス発生剤等の加温・加圧による構造変化を分光測定、X 線回折測定等を用いて解析する手法の構築を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 10、テーマ題目 11

### 構造体診断技術研究グループ

(Structural Health Monitoring Research Group)

研究グループ長：高坪 純治

(つくば中央第2)

概 要：

構造体に生体神経網に倣った損傷検知・診断機能を付与することを究極の目標として、FBG (Fiber Bragg Grating) 光ファイバセンサやレーザーを利用した構造体健全性評価システム技術の研究開発を進めている。

FBG センサはひずみセンサとしてすでに実用化されているが、当グループでは、ひずみだけでなく弾性波も測定できる技術を開発し、ひずみ、超音波を同時に計測監視できるセンシングシステムを構築した。本システムを用いて疲労き裂試験を行い、従来の圧電センサによる方法よりも高精度にき裂進展を監視できることを確認した。また、パルスレーザーを利用して超音波が伝わる様子を映像として観察しながら検査できる超音波可視化探傷技術の研究も進めている。レーザーは非接触で高速走査が可能なので、従来、検査が困難であった狭あい部や表面凹凸部などの検査を迅速に行うことができる。また、映像による分かりやすい検査であることから、欠陥エコーの見逃しや誤認の防止にもつながる。現在、超音波映像化装置を試作し、3次元任意形状物体表面を伝わる超音波を映像化できることを確認するとともに、き裂や腐食、はく離等を模擬した人工欠陥を有する試験体を伝わる超音波を映像化し、非破壊検査への適用性を検討している。

研究テーマ：テーマ題目 12、テーマ題目 13

### 不均質性解析研究グループ

(Inhomogeneity Analysis Research Group)

研究グループ長：兼松 渉

(中部センター)

概 要：

材料の不均質性に由来する特性変化、機能発現機構に関する知識体系の構築と、その知識体系を基にした

工業標準策定に向けた基盤的研究の推進及び工業標準策定への主体的貢献を目標とする。今年度は、前者については主に次の2つのテーマについて研究を行った。一つは「材料機能インフォマティクスの確立に向けた要素技術の開発と工業標準化に関する研究」である。計算コード開発等、「材料機能インフォマティクス」本体についての研究は、本年度後半から外部資金（「超ハイブリッド部材技術開発」）による研究に移行したが、解析対象となる計測データについては、昨年度から引き続きラマン分光、固体 NMR による整備を行った。計測対象は主に高性能酸化触媒に用いることが期待される酸化セラミックスで、*in situ* 測定セルを用いた顕微ラマン分光により、酸素ラジカルの存在を明らかにするとともに、固体 NMR により酸化セラミックスの Al や Si などの多核種についてのスペクトル測定を行い、Si の有無による Al の配位数の違いを明らかにした。また、量子化学計算により NO<sub>x</sub> 分解電気化学セルにおける窒素酸化物が選択的に分解されるモデルを明らかにした。他の1つは「ナノ制御生分解性プラスチックの設計支援技術の開発」で、生分解性プラスチックのマクロな機械的特性と核磁気共鳴装置による特性評価結果との相関を明らかにするため、前者を高い時間分解能で測定することを可能にした。工業標準については、次の4つのテーマについて研究を行った。標準基盤研究「ISO/TC206（ファインセラミックス）の戦略的運営のための基盤研究推進」においては、当該分野での規格化戦略策定に向けて「バイオセラミックスとその複合材料の化学分析方法」について調査研究を行った。基準認証研究開発「転動部材用ファインセラミックスの破壊特性試験手法の標準化」においては、転動疲労特性を表す指標として接触応力と接触回数の積で定義される平均動等価入力で表現することを新たに提案するとともに、荷重条件等の規定値の根拠となるデータを整備した。「マグネシウム地金・合金中酸素の分析方法の標準化」については、鉄鋼材料の酸素分析手法として開発された不活性ガス融解－赤外線吸収法をマグネシウムに適用する見通しを得た。標準物質開発については、窒化ケイ素1種類の NMJ 認証を受けるとともに、アルミナ原料粉体の標準物質開発に着手した。

研究テーマ：テーマ題目5、テーマ題目14、テーマ題目

15

#### 光・量子イメージング技術研究グループ (Quantum Radiation Research Group)

研究グループ長：小池 正記

(つくば中央第2)

概要：

次世代の計測プローブとして期待される光・量子放射源及び計測システムの開発と利用研究を行う。具体

的には、他に類を見ない小型蓄積リングを用いた発振型自由電子レーザー (FEL) の世界最短波長 (190 nm) の更新とそれを用いた表面化学反応実時間観測技術の開発、世界的に希少なレーザーコンプトン散乱 (LSC)  $\gamma$ 線装置を用いた CT 技術による高密度構造体非破壊検査技術開発、他所では不可能な交流偏光変調アンジュレータ放射利用円偏光二色性測定装置による生体分子のキラル識別法の研究、軟 X 線微視的イメージング技術研究を進めるとともに、これらのツールを用いて物質表層における欠陥分布、化学反応の動的計測、生体原子・分子の構造解析・機能ダイナミクス追跡等のイメージング技術開発とその信頼性解析の研究を行う。いずれの光・量子放射源も計測プローブ源として世界最高性能あるいは世界には無い独自の特徴を有するものを開発し、それを革新的な計測に応用すること目標とする。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目16、テーマ題目

17

#### 極微欠陥評価研究グループ

(Advanced Defect-Characterization Research Group)

研究グループ長：鈴木 良一

(つくば中央第2)

概要：

先端デバイスや高機能材料の開発では素子や材料中の原子レベル～ナノレベルの欠陥や空隙がその特性に大きな影響を及ぼすため、これらの極微構造を詳しく分析・評価できる技術が望まれている。そこで、当研究グループでは高品質の陽電子ビームやイオンビームを発生し、これらを計測プローブとした新しい極微構造評価技術の開発を行っている。陽電子ビームを用いた材料評価技術については、短パルス陽電子ビームを用いた陽電子寿命測定法による各種機能材料の評価を行いその適用可能性を探るとともに、陽電子のマイクロビーム化技術を開発し、陽電子マイクロビームを用いた局所領域の測定や欠陥分布のイメージングなどの研究を行っている。また、陽電子発生用電子加速器の技術を応用した小型電子加速器による非破壊検査用の超小型 X 線源の開発を行い、乾電池駆動で100 keV 以上の X 線を発生できる可搬型の超小型高エネルギー X 線源の開発に成功した。

研究テーマ：テーマ題目18、テーマ題目19

#### ナノ標識計測技術研究グループ

(Nanolabelling and Measurement Research Group)

研究グループ長：小野 泰蔵

(中部センター)

概要：

ナノテクノロジーの健全な発展を促すため、ナノ物



質についての適切な計測評価技術の開発を行い、ナノ物質の生体安全性に関する基礎的データを取得することを目的としている。具体的には、産業界で大量に使用されることが想定されるカーボンナノチューブ（CNT）類やフラーレン類などのナノ物質を研究の中心課題としている。こうしたナノ物質は、従来の有機化合物や無機化合物の概念の中間的な性質を有しており、これまでの一般的な計測手法では生体内に取り込まれた状態で計測することは極めて難しく、有効な生体内分布計測手法が存在しない。当研究グループでは、ナノ物質を感度良く測定するためのナノ標識手法を開発し、動物へ暴露したときの生体内移行性を含めた動態解析を行うとともに主要臓器へのナノ物質の生体影響評価を行うための電子スピン共鳴（ESR）イメージング手法の開発研究を行う。また、ナノ物質の分散化、分析、分級、標準化などのナノ物質評価を支援する基礎技術開発も同時に進める。こうして得られた結果を総合的に検討し、ナノテクノロジーへのアレルギーや安全性への過信などが起こらないよう適切なリスク評価に資する情報を発信する。

研究テーマ：テーマ題目20

#### 【テーマ題目1】オンサイト量子放射源用小型加速器技術の研究開発

【研究代表者】山田 家和勝（副研究部門長）

【研究担当者】黒田 隆之介、豊川 弘之、清 紀弘、安本 正人、小川 博嗣、小池 正記、田中 真人、渡辺 一寿、座間 達也、池浦 広美（常勤職員11名、他1名）

#### 【研究内容】

計測フロンティア研究部門では、小型の電子加速器を用いて偏光変調アンジュレタ、レーザーコンプトン散乱（LCS）準単色 $\gamma$ 線、広帯域自由電子レーザー、低速陽電子ビームなど、他機関では開発が難しい特徴的な量子放射源とそれらの利用技術開発を行っているが、これらの技術をベースとして、工場や病院など産業・医療の現場に導入可能なコンパクト加速器を用いたオンサイト量子放射源開発も進めつつある。このため、従来のSバンド加速器や蓄積リング技術に加えて、より小型のCバンド加速器の開発、Xバンド加速器の検討等も始めている。本研究課題では、これらの中で技術的に最も成熟した小型高輝度Sバンドリニアックを用いた量子放射源とその産業利用技術の研究開発を行う。

この目的のため、NEDOプロジェクト「フェムト秒テクノロジーの研究開発」（平成16年度終了）の中で、住友重機械工業と産総研光技術研究部門の協力により開発された、LCSフェムト秒硬X線発生装置を、LCS準単色 $\gamma$ 線の発生・利用に関して多くの実績を有する当研究部門に移設し、バイオ・医療分野への利用を目指したコンパクト計測システムとして製品化するための技術

開発を平成17年度より3年計画で開始した。NEDOプロジェクトで構築されたLCS硬X線発生装置では、小型Sバンドリニアックから得られるピコ秒電子ビームに高出力フェムト秒レーザー光を衝突・散乱（LCS）させることにより、150 fs $\sim$ 3 psの準単色硬X線発生が可能であるが、X線収量は $10^7$  photons/s程度と実用上十分とは言えない。しかし今後更に2 $\sim$ 3桁の収量増加が実現できれば、現在SPring8等の大型放射光施設で行われている蛋白質立体構造解析や生体イメージング等へも適用可能と考えられ、このような小型装置の普及により、ビームタイムや地理的制約を受けていたユーザーの利便性が格段に向上するものと期待できる。

この目標を達成するため、リニアック電子ビームのマルチバンチ大電流加速、LCS用高出力レーザーのマルチパルス化が重要な課題である。これらの課題に対してはそれぞれ、リニアック電子銃の光陰極照射用マルチパルスレーザー技術、光陰極材質の最適化による電子ビーム大電流化技術、大電流マルチパルス電子ビーム加速技術、再生増幅型キャビティによるマルチ衝突高出力レーザー技術の開発が必要となる。またLCS硬X線利用技術に関しては、当面X線屈折コントラスト法や造影剤を用いた高コントラスト高精細生体イメージング技術の確立を目標とする。

更に本研究で用いるリニアックの電子バンチ長を制御することにより、コヒーレントテラヘルツ電磁波を発生させることも可能である。テラヘルツ波は気体・液体・固体・生体高分子などの物性や構造解析に加えて、皮膚癌診断など生体表層近傍イメージングやパッケージ内の危険物非破壊イメージング等を可能とするツールとして有望である。本研究課題では、LCS硬X線とテラヘルツ波の併用による新規な高機能診断技術も視野に入れて技術開発を進めている。

平成19年度は、本課題の最終年度として目標達成に向けた量子放射源技術とその利用技術開発を平行して行った。量子放射源技術では、リニアック電子ビームのマルチバンチ化のためのレーザー開発を行い、安定な10  $\mu$ J $\times$ 100 pulse(@10 Hz)の出力を得ることに成功した。また、従来のRF電子銃に、昨年度製作したCs<sub>2</sub>Te半導体フォトカソードを装着し、上記レーザーを照射することによって約1.5 nC $\times$ 100バンチ(@10 Hz)のマルチバンチ電子ビームの生成とSバンド加速管を用いた40 MeVまでの加速に成功した。再生増幅型マルチ衝突高出力レーザーに関しては、最適設計した各コンポーネントの製作・導入を行い、システムの組上げと性能評価を行っている。次年度の早い段階で、X線収量の増強が可能な状況にある。コヒーレントテラヘルツ電磁波発生に関しては、昨年度既に偏向電磁石からの電磁波観測に成功していたが、本年度はリニアック電荷量に対する電磁波パワーの観測から、0.1 THz近傍ではコヒーレント波となっていることを確認した。電子バンチの圧縮によ

り更に短波長領域のテラヘルツ波発生が可能と考えられる。

LCS 硬 X 線の利用研究として、屈折コントラスト法を用いた骨内部の微細構造観測やヨウ素の K 核吸収端を利用した生体試料の血管造影実験を開始し、何れも画像取得に成功した。またコヒーレントテラヘルツ電磁波に関しては、発生した THz 波を利用した時間領域分光に関する予備実験を行った。

今後 LCS-硬 X 線の高収量化とコヒーレントテラヘルツ波の広帯域高強度化により、小型高コントラスト高精細生体イメージングシステムの製品化につながるものと期待される。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 オンサイト量子放射源、小型 S バンドリニアック、レーザーコンプトン散乱、単色硬 X 線、テラヘルツ波

### 【テーマ題目 2】 安全・安心な社会構築に向けた計測技術開発-映像化探傷技術および化学物質爆発性予測技術の開発-

【研究担当者】 秋宗 淑雄（研究部門長）

【研究担当者】 高坪 純治、宮内 秀和、卜部 啓、岡部 秀彦、岩下 哲雄、津田 浩、遠山 暢之、永井 英幹、本田 一匡、藤久 裕司（常勤職員11名、他1名）

【研究内容】

映像化探傷技術の開発では、工業プラントや航空宇宙機器を対象として、3次元任意形状構造物を伝わる超音波を映像化するための計測システム技術の開発と計測された映像から損傷情報を抽出するための画像診断技術を開発する。本年度は、検査体表面を高速でレーザー走査して超音波を発生させるためのミラー走査機構を検討し、最大2 kHz で走査できる装置を試作した。本装置を組み込んだ超音波伝搬映像化システムを構築し、ステンレス鋼エルボ管や CFRP ボックス構造体を伝わる超音波の可視化試験を行い、実用レベルの計測スピードで超音波伝搬映像を測定できることを確認した。

化学物質爆発性予測技術の開発では、爆発性物質が高温・高圧状態に至る過程における構造変化を解明するための方法論開発と実験を行った。その場粉末 X 線回折により、爆薬やエアバッグ剤の原料として使われる硝酸アンモニウムの結晶構造の圧力依存性を30万気圧まで決定した。さらに、量子化学計算を活用することにより、実験だけでは解析できないイオン形状の圧力変化や水素原子の位置をより詳細に調べられることを明らかにした。計算で得られた構造をもとに計算した赤外吸収スペクトルは実験データと矛盾がなく、粉末 X 線回折データを解析する際に利用しているオリジナルソフトウェアの拡張性と互換性向上を図るために、コードの整理も行った。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 非破壊検査、超音波、ヘルスマonitoring、損傷、爆発性予測シミュレーション、粉末 X 線回折

### 【テーマ題目 3】 新技術のリスク評価・管理手法の研究ーナノテクのケース研究ー

【研究代表者】 山本 和弘

（活性種計測技術研究グループ）

【研究内容】

カーボンナノチューブの生体有害性を評価するためのキャラクタリゼーション技術の開発を行った。電子顕微鏡は空間分解能が高くナノ粒子の計測において最も有効な計測手法である。透過型電子顕微鏡を用いて生物細胞を観察する場合、細胞試料のコントラストを増大させるために、通常、ウランや鉛などの重金属原子で試料は染色される。しかし、カーボンナノチューブを含有した生物細胞を観察する場合、染色した試料においては炭素からのコントラストが低く重金属からのバックグラウンドに埋もれてしまうために、観察は非常に困難である。透過型電子顕微鏡において入射電子の一部は内殻電子の励起等のさまざまな非弾性散乱散乱によりそのエネルギーを失う。これらエネルギーを失った電子は顕微鏡像のコントラストの減少およびボケの原因となる。従ってこれらのエネルギー損失電子を取り除きエネルギー損失の無いゼロロス電子だけで結像することにより高コントラスト観察が可能となる。そこでカーボンナノチューブを含有した生物細胞をエネルギーフィルター透過型電子顕微鏡を用いてゼロロス観察する技術を開発した。試料調整法を最適化することにより、マクロファージ中に取り込まれた多層カーボンナノチューブの高分解能観察を実現し、0.34 nm の格子像を得た。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 ナノ粒子、透過型電子顕微鏡、有害性評価、カーボンナノチューブ

### 【テーマ題目 4】 不透明障害物内化学物質検知装置の開発ー水際薬物検査に向けた多光子励起レーザー走査過渡吸収顕微分光の展開ー

【研究代表者】 古部 昭広

（活性種計測技術研究グループ）

【研究担当者】 加藤 隆二、野中 秀彦、佐藤 知絵（職員3名、他1名）

【研究内容】

フェムト秒レーザーによる多光子励起過程を用いた過渡吸収顕微鏡を応用して不透明障害物内の化学物質を検知するための分光装置プロトタイプの開発研究を行った。具体的には、違法薬物等の水際検査への応用を目指し、以前に開発していた大型レーザーを基にした多光子励起レーザー走査過渡吸収顕微鏡の小型化、および違法薬

やその疑似物質の過渡吸収スペクトル特性の評価を行った。

小型化においては、最近市販されるようになった近赤外フェムト秒ファイバーレーザーを用い、新たにコンパクトな光学系、封筒や小型瓶をカバーできる大型試料ステージを備えた顕微鏡システム、小型分光器を用いた光検出システム、信号処理システムからなるデスクトップ装置を構築することに成功した。有機物のモデル試料に対しては十分な精度で過渡吸収スペクトルおよび3次元イメージングの測定できるようになった。しかし、以下に示す実際の違法薬物の分光特性を考慮すると、まだ性能的に足りない部分がある。この解決のためには、検出光波長変換方法の改善、顕微鏡下でのレーザー集光方法の改善などが必要であろう。

実際の違法薬物の分光特性を知るため、科学警察研究所の協力で、覚せい剤および合成麻薬(MDMA 等)の過渡吸収スペクトル測定を行った。紫外光照射の条件で、可視域から近赤外領域に特徴のあるスペクトルを観測することができた。さらにこれらのスペクトルは疑似物質のスペクトルと異なっており、また、紙に覆われた類似物質に対して、現有装置を使って過渡吸収信号を得ることも成功したので、スペクトルから障害物越しに違法物質の検知が原理的に可能であることを示すことができた。しかし、光吸収強度が小さく、上で開発したプロトタイプ装置では感度的にまだ不足していることが問題点として明らかになった。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 顕微鏡、フェムト秒レーザー、過渡吸収、多光子励起、薬物検知

#### 〔テーマ題目5〕 ISO/TC206（ファインセラミックス）の戦略的運営のための基盤研究推進

〔研究代表者〕 山内 幸彦（副研究部門長）

〔研究担当者〕 兼松 渉、阪口 修司、宮島 達也、森川 久、柘植 明、上養 義則、村上 一乃、阿知波 初美（常勤職員7名、他2名）

〔研究内容〕

本研究は、わが国が ISO/TC206において国際規格化をリードしていくため、ISO 新業務項目提案のための技術基盤確立（ISO 化を視野に入れた JIS/TS 素案の作成）及び、国際規格化の戦略案提示を目的とする。本年度は、部分安定化ジルコニアの機械的特性に直接影響を及ぼす成分のイットリアを定量分析する手法の標準化に着手し、次のような成果が得られた。イットリアを0～10 %含有する市販の6種類のジルコニア粉末（バイオセラミックス用ジルコニア中の実用的なイットリア含量を網羅）に対して、塩酸、硫酸、硝酸、フッ化水素酸、リン酸などの各種酸類の種類と濃度についての分解試験結果から硫酸（1+1）が最適であることを見い出すととも

に、粉末を完全分解する条件を明らかにした。また、国際標準化戦略に関しては、平成17および18年度に行った調査結果をふまえ、人工関節（骨頭）・人工骨の強度基準の実状と、米国における人工骨の市場規模について調査を行った。その結果、特にジルコニアの使用が想定されている人工骨頭の強度基準については標準化ニーズが高く、米国においては人工骨そのものよりも骨の形成を誘導する骨形成因子(BMP)の市場が成長しつつあることが明らかとなった。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 試料分解法、有害物質、ジルコニア、イットリア、人工関節、人工骨

#### 〔テーマ題目6〕 有機デバイス材料評価技術の開発

〔研究代表者〕 野中 秀彦

（活性種計測技術研究グループ）

〔研究担当者〕 加藤 隆二、古部 昭広、齋藤 直昭、井藤 浩志（常勤職員5名）

〔研究内容〕

第2期中に進めてきた有機デバイス解析技術に向けた機能解析技術と層構造解析技術の高度化を目指す。19年度は有機材料の光伝導現象を検討するために、サブナノ秒時間分解能を有する過渡吸収分光計を試作し、波長範囲を伝導キャリアの吸収帯である近赤外領域において、非線形効果が生じない弱い励起光での測定を可能にする感度を達成した。これにより膜厚100 nm 程度の光伝導性有機薄膜試料の電荷分離前駆状態の検出に成功した。さらに、可視光励起・近赤外光検出の過渡吸収顕微鏡システムを作製し、過渡吸収の高分子ブレンド膜におけるミクロンオーダーの反応不均一性を明らかにした。一方、高分解能化のためスリット型開口をもつカンチレバーを作製し、定常光によるイメージングを実現した。これにより、スループットの向上を実現しながら、開口の短軸（150 nm 程度）方向には従来（400 nm）以下の空間分解能が期待できる。また、有機高分子のその場非破壊分析を目指し、Li 付着イオン化質量分析装置のコンパクト化のため、イオン輸送・ガス差動排気部の小型化とイオン輸送効率の向上を目的とした改造を行った。さらに、有機高分子で被覆された表面形態の測定のために、マイカ基表面にイオン修飾処理を施し、生体有機分子を均質に分散させる技術を開発した。これらの成果により、第2期中期計画の目標である有機デバイス材料特性評価手法及び有機薄膜構造・組成評価手法の確立に向けた着実な進展を達成した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 過渡吸収、伝導キャリア、顕微鏡、イオン付着、質量分析装置、有機高分子

#### 〔テーマ題目7〕 実時間環境計測のためのレーザーイオン化 TOF 技術の開発



【研究代表者】永井 秀和  
(活性種計測技術研究グループ)

【研究担当者】永井 秀和、中永 泰介  
(常勤職員2名)

#### 【研究内容】

実時間で大気環境計測ができるような装置開発を目指し、レーザーイオン化を用いた飛行時間型 (TOF) 質量分析法の高感度化を行った。レーザーイオン化において、レンズによる集光を行わず、2枚の平面鏡による多重反射光学系を導入しイオン化領域を増幅することで、検出感度が大幅に向上できることを明らかにした。この計測法は芳香族系有機化合物の紫外レーザーによる2光子イオン化検出に有効で、YAG レーザーの4倍波 (波長 266 nm) を用い、トルエンやナフタレンの測定を行ったところ、10秒程度の計測時間で ppb 以下の検出感度が得られた。本研究により開発された計測法は、さらに装置の小型化を進めることにより、同様の芳香族系有機化合物であるベンゾフェノンやフェノール類、フタル酸エステル等の環境物質の実時間実環境計測への応用が期待できる。

【分野名】標準・計測

【キーワード】レーザーイオン化、TOF 質量分析、揮発性有機化合物、環境計測

#### 【テーマ題目8】生体関連ナノ物質分析技術に関する研究

【研究代表者】大久保 雅隆  
(超分光システム開発研究グループ)

【研究担当者】黒河 明、浮辺 雅宏、高橋 勝利、  
陳 益鋼、志岐 成友、鈴木 宏治、  
陳 銀児、全 伸幸、尾高 憲二  
(常勤職員5名、他5名)

#### 【研究内容】

タンパク質等の分子を壊さずにイオン化する技術、気相中における分子の解離技術、分子の到来を電気信号に変える粒子検出技術は、質量分析技術において、必要不可欠な要素技術である。イオン化した分子を解離させ、その分子の同定や構造解析を行うことができる。これらの要素技術を統合した質量分析は、ライフサイエンス、環境分野、気体エレクトロニクス、基礎化学等の分野において必要不可欠な基盤的計測技術であり、従来にない先端分光分析システムの構築が常に求められている。持続的発展社会を実現するためのイノベーション創出のボトルネックとなっている計測基盤技術の1つである。当該グループでは、従来型質量分光法の原理的制限を打ち破る性能を実現するために、粒子スペクトロメーター用超伝導ナノデバイスを開発している。超伝導計測デバイス開発では、ナノ構造作製・評価技術、極低温実装技術が重要である。また、このデバイスを用いた解離反応の解明、近接場を用いた局所イオン化法の開発を進めてい

る。これらの、要素技術を統合した先端分光分析システムの構築を目指す。

本年度は、世界最大有感面積を有する超伝導トンネル接合アレイ検出器の作製において、超伝導薄膜成膜後の微小残留ストレスが原因で周辺の素子に数 nm のステップが、微細加工途中で生じることを見出した。この構造異常は、トンネル接合のリーク電流の増大や検出器性能の悪化に繋がることを明らかにした。また、粒子が検出器表面に衝突したときに生成する振動 (フォノン) を電気信号に変換するときに、検出器の微細構造に起因する疑似信号が発生する問題を、振動のエネルギーを通降変換する機構を組み込んだ検出器を作製し、疑似信号を低減させることに成功した。また、超伝導薄膜からなる超高速の粒子検出器の開発に成功した。ナノ構造作製では、活性化酸化源を使用することにより欠陥のない緻密なナノ厚絶縁層を作製し、安定な分子状酸素では得られない酸化膜構造が作製できることを見出した。極低温実装技術では、室温から-273℃付近の極低温の間で電気信号を伝えるために、低熱伝導でありながら高速信号を伝達可能な配線の熱的特性、電気的特性を明らかにした。さらに、極低温と室温環境を熱的には遮断して、粒子は通過させる赤外反射フィルターの開発に成功した。応用面では、通常の質量分析では測定できない、イオンの価数を測定することにより、免疫グロブリン IgG の試料中に微量不純物が存在することを明らかにした。

【分野名】標準・計測

【キーワード】超伝導デバイス、超伝導トンネル接合、超伝導ストリップライン、質量分析

#### 【テーマ題目9】検出デバイス用高度制御金属酸化膜トンネル障壁形成技術の開発

【研究代表者】黒河 明  
(超分光システム開発研究グループ)

【研究担当者】浮辺 雅宏、尾高 憲二、陳 銀児  
(常勤職員2名、他2名)

#### 【研究内容】

量子力学的な電子のトンネル効果を利用する超伝導トンネル接合デバイスでは、厚さ1 nm 程度の極薄の絶縁層を数 cm<sup>2</sup>の領域に渡って欠陥なく作製する必要がある。これを実現する方法として、従来常用されている酸素ガスをを用いたアルミ薄膜表面酸化法に替えて、酸化力の強いオゾンガスによる酸化法を試行した。酸素ガスでは二層構造の酸化膜が形成されるのに対して、オゾンガスでは一層構造の極薄酸化膜が形成できることを昨年度見いだしている。本年度は、オゾンガスをを用いても雰囲気中連続酸化法では膜質の再現性が低いこと、デジタル的酸化方法を用いることで酸化膜作製の制御性を向上できることを見いだした。また、酸化膜厚の校正手法を考案した。これら技術により、絶縁膜の厚さを薄くして良好なトンネル性能を得ること、ピンホールのない完全な絶縁

膜を作製することの相反する条件を同時に満たすことが期待できる。本研究成果は、他のトンネル接合デバイスへの応用も期待できる。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ナノ構造、オゾン、酸化膜、超伝導トンネル接合

#### 〔テーマ題目10〕 分子プロトニクス開拓のための基盤研究

〔研究代表者〕 本田 一匡

(ナノ移動解析研究グループ)

〔研究担当者〕 林 繁信、後藤 義人、山脇 浩、  
藤久 裕司、坂下 真実、竹谷 敏  
(常勤職員7名)

#### 〔研究内容〕

次世代の中温作動燃料電池用の固体電解質材料として期待されている無機固体酸塩のプロトン伝導機構を解明するため、以下の研究を行った。固体 NMR を用いて原子レベルでのミクロな運動を解析し、表面状態などに左右されない物質本来のプロトン拡散定数を決定するとともにプロトン伝導の機構を解明した。最初に、ゼロ次元水素結合系無機固体酸塩である硫酸水素アンモニウム  $(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$  を取り上げた。 $(\text{NH}_4)_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$  は 420 K で超プロトン伝導相である高温相に転移する。高温相における acid proton の拡散定数は平成18年度に決定した。固体 NMR 測定の結果から、高温相では  $\text{NH}_4$  イオンも拡散していることがわかり、回転系のスピン-格子緩和時間を測定・解析して  $\text{NH}_4$  イオンの拡散定数を決定した。 $\text{NH}_4$  イオンの拡散定数は acid proton の拡散定数に比べ3~4桁小さく、パルクのイオン伝導は acid proton がほぼ 100 % 担っていることがわかった。次に、 $\text{Cs}_3(\text{HSO}_4)_2(\text{H}_2\text{PO}_4)$  を取り上げ、水素結合の強さとプロトン移動との関係を調べた。この物質の室温相では強さの異なる水素結合があり、プロトンの固体高分解能 NMR 測定により区別して観測することができた。温度の上昇とともに水素結合の弱い部分からプロトンが動き始める現象を見いだした。この現象は、プロトン拡散において水素結合を切るステップが律速であることを示している。さらに、構造材等と複合化した無機固体酸塩系プロトン伝導体におけるプロトン拡散挙動を、固体 NMR を用いて調べた。ナノ細孔を持つ物質に無機固体酸塩を充填すると室温付近でのプロトンの運動性が高くなることを見出した。

無機固体酸塩の構造とプロトン伝導の関係をより詳しく調べるため、高圧力を用いて構造を変化させプロトン伝導度の測定を行った。無機固体酸塩は温度-圧力状態により様々な結晶系をとることが知られており、高圧力の利用は組成変化と並んで構造を変化させる有効な手段である。今年度は、ダイヤモンドアンビル高圧セル (DAC) を用いた粉末 X 線構造解析により  $\text{CsHSO}_4$  の3つ

の高圧相の構造を明らかにした。昨年度までの各相におけるプロトン伝導度の測定結果と合わせ、構造とプロトン伝導の関係について解析を進めている。 $\text{Rb}_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$  は 480 K 付近で高プロトン伝導状態になるが、その温度で複数の固体成分に分解しており水蒸気雰囲気下では 540 K までその状態を維持し、加圧すると可逆的に  $\text{Rb}_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$  に戻ることがわかった。一方、500 K、0.2 GPa 以上で出現する  $\text{Rb}_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$  の高温高圧相は、三方晶系であることが粉末 X 線回折により明らかになった。この相では、DAC を利用したプロトン伝導度測定手法により、この三方晶系では圧力とともにプロトン伝導度が増加する傾向にあることと、ラマン分光により圧力とともに水素結合は強くなることを見出した。通常、無機固体酸塩では水素結合強度の低下がプロトン伝導度の増加をもたらすと考えられているが、今回の結果は、この高温高圧相中のプロトン伝導度の増加には水素結合強度以外の因子があることを意味している。 $\text{Rb}_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$  の構造の圧力変化を詳細に調べ、プロトン伝導度への影響を解明していくことが今後の課題である。

この他、四硫酸三水素五セシウム  $\text{Cs}_5\text{H}_3(\text{SO}_4)_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  の水和物と同無水物について精密な粉末 X 線構造解析を行った。これまでの NMR 測定から無水物よりも水和物においてプロトン伝導度が高くなることがわかっていたが、今回 X 線構造解析を行い、よりプロトン伝導度の高い水和物において結晶の  $a$  軸方向 (プロトンの伝導方向) の距離がより長く保たれていることを明らかにした。このことは、結晶水が硫酸イオン (陰イオン) 間の距離を保つことで律速である硫酸イオン (陰イオン) の回転を促進し、プロトン伝導の増大に寄与することを示唆している。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 プロトン拡散、固体 NMR、ナノダイナミクス、高圧 (構造) 制御技術、精密 X 線構造解析

#### 〔テーマ題目11〕 ガスハイドレート DB 構築のための計測評価技術の調査研究

〔研究代表者〕 竹谷 敏 (ナノ移動解析研究グループ)

〔研究担当者〕 藤久 裕司、坂下 真実  
(常勤職員3名)

#### 〔研究内容〕

ガスの貯蔵・輸送媒体、蓄冷熱媒体などとして実用化が進められているガスハイドレートの探索・利用に資する DB 構築に向け、ガスハイドレートの物性を正確に計測するための標準的測定・解析方法の構築を進めている。特に、ガスハイドレート中に包蔵されるガス量 (ガス密度) の算出に重要なパラメータとなるその結晶構造と格子定数、および結晶の構造安定性の測定を対象とし、結晶中のガスの移動拡散現象の機構解明も目指す。19年度は、水素利用社会実現に有効と思われる  $\text{H}_2$  ハイドレー

ト、CO<sub>2</sub>ハイドレートを中心に、従来の計測評価技術を調査し、現状の問題点を明らかにした。調査の結果に基づき、「低温型位相コントラスト X 線 CT 法」、「時分割粉末 X 線回折技術」、および「直接空間法を用いた精密粉末 X 線構造解析」の有効性を示した。具体的には、低温型位相コントラスト X 線 CT 法の密度分解能が、H<sub>2</sub>ハイドレートのガス包蔵率の違いを検出可能であること、時分割粉末 X 線回折技術により、各種ガスハイドレートの安定性の温度依存性を検出可能であること、さらに、精密粉末 X 線構造解析により、CO<sub>2</sub>ハイドレート中の CO<sub>2</sub>分子の包蔵率の解析が可能であること、を確かめた。今後、各種ガスハイドレートでの実証研究を行い、測定精度・解析手法の信頼性向上を装置の開発・改良と並行して進めていく。

【分野名】標準・計測

【キーワード】ガスハイドレート、ガス密度、位相コントラスト X 線 CT、粉末 X 線構造解析

#### 【テーマ題目12】超音波探傷の非接触イメージング技術の開発に関する研究

【研究代表者】ト部 啓

(構造体診断技術研究グループ)

【研究担当者】高坪 純治、遠山 暢之、津田 浩、宮内 秀和、永井 英幹、岡部 秀彦  
(常勤職員7名)

#### 【研究内容】

非破壊検査のための超音波送信及び受信に際しては一般に水やオイル等の媒質を介して探触子を被験体に接触する必要がある。一方、空気を介して超音波を送受信する空中超音波法は、媒質が不要、自動走査が容易、試験体の形状や表面状態の影響が少ないといった利点がある。本研究ではこの空中超音波による探傷について、探触子距離、角度等の測定条件が送受信特性に及ぼす影響、レーザー励起超音波に対する受信特性などを、主として超音波信号受信への利用を念頭に置いて検討する。これは、当研究グループで研究開発しているレーザーによる超音波伝搬可視化において空中超音波により受信を非接触化することで、安価かつ現場適用が容易な完全非接触化実現を主な目的とする。

本年度は、まずアルミニウム (Al) 板あるいは炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 板に空中超音波探触子により入射・受信した際の送受信角度と受信振幅の関係について調べた。その結果、特定の送受信角度で受信振幅が大きくなり、理論計算との比較からこれが板の特定の振動モードに対応していることを確認した。次に、CFRP の層間はく離及び Al 板のスリットの検出実験を行った。その結果、これらが受信振幅の変動として検出可能であった。また、CFRP の繊維配向が、空中超音波の送受信特性及び欠陥による受信振幅変動量に影響することが明らかとなった。さらに、レーザー励起超音波伝搬の映

像化への空中超音波探触子の適用を試みた。その結果、映像化に空中超音波探触子が利用可能であり、これにより受信側も非接触化して伝搬映像取得が可能であることを示した。一方、指向性やノイズ除去(有用情報の抽出)等、実用化には解決すべき課題があることも明らかとなった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】超音波、非破壊検査、非接触、複合材料

#### 【テーマ題目13】CFRP 構造部材の広域損傷モニタリングシステムの開発

【研究代表者】遠山 暢之

(構造体診断技術研究グループ)

【研究担当者】永井 英幹、高坪 純治  
(常勤職員3名)

#### 【研究内容】

現在、炭素繊維強化プラスチック (CFRP) 製の航空機構造体の信頼性・安全性の確保および保守コストの低減のために、超音波を用いた構造ヘルスマニタリング技術の開発が全世界的に精力的に行われている。しかし、一般に航空機のような大型構造体に対する損傷検出を行うためには、多数の箇所に超音波センサを設置する必要があるため、センサ設置が非常に煩雑になり、かつ配線の長距離化に伴うノイズの増加などが問題となっている。本研究ではこの問題を克服するために、指向性を有する超音波アレイセンサを開発し、一箇所のみに配置した本アレイセンサを用いた広域損傷モニタリングシステムを開発することを目的としている。

本年度は一箇所に配置したアレイセンサを用いたパルスエコー探傷試験を行い、半径500 mm 以内に存在する損傷の検出および損傷位置同定を行うことが可能なアレイセンサの設計および波形処理技術の開発を行った。まず中央にラム波励起用のディスク状圧電素子を配置し、その周囲にラム波受信用の八つの指向性圧電素子を放射状に配置したアレイセンサを設計した。本アレイセンサをアルミニウム板および CFRP 板上に接着し、アルミニウム板のスリットおよび CFRP 板の衝撃損傷の検出を試みた。その結果、まず損傷エコーが明確に検出できることが確認でき、さらに損傷エコーの到達時間および損傷エコー振幅の方位依存性を利用することで、それらの損傷の位置を定量的に評価できることが明らかになった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】非破壊検査、構造ヘルスマニタリング、超音波、ラム波、繊維強化プラスチック

#### 【テーマ題目14】材料機能インフォマティクスの確立に向けた要素技術の開発と工業標準化に関する研究

【研究代表者】兼松 渉 (不均質性解析研究グループ)



〔研究担当者〕 山内 幸彦、上養 義則、森川 久、  
 柘植 明、阪口 修司、宮島 達也、  
 西田 雅一、深谷 治彦、丸山 豊、村  
 上一乃、山田 敬子、  
 安田 資子（常勤職員10名、他5名）

〔研究内容〕

材料機能インフォマティクスとは、材料中の組成、密度、化学結合状態等の空間ゆらぎ（不均質性）を多階層の空間スケールで計測し、その計測データを情報科学的に統合・解析して、材料機能の発現機構に関する定量的な経験則を求める方法論をいう。この方法論は、二つの要素技術すなわち、データを収集する計測技術と得られたデータを情報科学的に解析する技術から成る。後者は、平成19年度後半から外部資金による研究に移行することになったため、ここでは主に前者についての研究を行うこととした。平成18年度まで取り組んできた NO<sub>x</sub> 分解電気化学セルに加えて高性能酸化触媒用酸化セラミックス（カルシウムアルミノシリケートおよびカルシウムフェライト）の計測解析も行った。これらの材料は、セメント鉱物の一種であり、結晶構造中に活性酸素種を包接するという特徴を持つことから、低温で動作し、しかも安価な高性能触媒材料として期待されている。しかしながら、どのような活性酸素種が機能しているのかが明確ではなかった。今年度はカルシウムフェライトについて *in situ* 計測セルを用いた顕微ラマン分光を行い、酸素ラジカル（O<sup>2-</sup>）が存在することを明らかにした。カルシウムアルミノシリケートについては、固体 NMR スペクトル測定の結果、シリコンの存在の有無によりアルミニウムの配位数の分布が異なることがわかった。今後は触媒活性との相関関係について調べる予定である。また、NO<sub>x</sub> 分解電気化学セルに関しては、材料表面における NO<sub>x</sub> や O<sub>2</sub> 分子の吸着を量子化学計算により解析し、NiO 表面に二分子 NO が吸着する方がエネルギー的に有利であること明らかにした。この結果を基に、吸着した NO が還元された Ni 金属上に移動し、NO に分解される反応機構を提案した。

工業標準化に関する研究については、「マグネシウム地金・合金中酸素の分析方法の標準化」と標準物質1種類の開発に取り組んだ。前者については、鉄鋼材料の酸素分析手法として開発された不活性ガス融解－赤外線吸収法をマグネシウムに適用するためには、蒸発・凝固したマグネシウムと抽出された一酸化炭素との再結合を防ぐことによって十分な精度の分析値が得られる見通しを得た。標準物質開発については、窒化ケイ素1種類の NMIJ 認証を受けるとともに、アルミナ原料粉体の標準物質開発に着手した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 無機酸化物、ナノ細孔材料、分光学的手法、マッピング、計算科学的手法、量子化学計算、触媒

〔テーマ題目15〕 ナノ制御生分解性プラスチックの設計  
 支援技術の開発

〔研究代表者〕 西田 雅一

（不均質性解析研究グループ）

〔研究担当者〕 宮島 達也、兼松 渉（常勤職員3名）

〔研究内容〕

ポリ乳酸などのバイオプラスチックは、耐衝撃性や加工性などの製品特性に問題があるため、その普及は限定的である。産業界へのバイオプラスチックのさらなる普及を図るためには、用途に応じた製品特性の改善を行う必要があるが、現状では経験による試行錯誤により各製品の開発が行われているに過ぎない。本研究では、計測によるバイオプラスチックの設計支援技術を確立し、より効率的、戦略的にバイオプラスチックのナノ構造制御など新規の製造プロセスの開発を行うための設計支援技術を確立することを目的とする。

今年度は、製品特性と密接な関係にある粘弾性特性の解析を主眼に置き、1) 分子レベルでの緩和過程である固体 NMR による核磁気緩和過程、2) ミクロレベルの緩和過程である顕微インデンテーション法による力学緩和過程、以上2階層での緩和過程の解析を行った。核磁気緩和過程の解析からは、引張弾性率や引張強度が核磁気緩和時間である T<sub>1</sub>C や T<sub>1ρ</sub>C と高い相関関係にあることがわかった。一方、力学緩和過程の解析においては、これまで開発した顕微インデンターに対してリアルタイム PXI 装置を導入することにより、より短い時間分解能（10 ms）での解析が可能となった。以上の結果に基づき、スケールオーダーの異なる2種の緩和過程の相関についての解析を行うための基礎データの収集を開始した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ポリ乳酸、共重合体、固体 NMR、顕微インデンテーション、粘弾性特性、緩和時間解析

〔テーマ題目16〕 トモシンセシスを用いたX線イメージング

〔研究代表者〕 小池 正記（光・量子イメージング技術研究グループ）

〔研究担当者〕 池浦 広美、安本 正人、黒田 隆之助（常勤職員4名）

〔研究内容〕

近年、レーザーコンプトン X 線（LCS-X）光源は、高輝度・微小焦点・準単色性などの特徴を持ち、さらなる装置の小型化・高輝度化を実現することによって、将来的には、大型放射光を必要とする計測を病院などのオンサイトで行うことができるとして期待されている。当グループでは、S バンド小型リニアックベースの LCS-X 光源の高輝度化・高安定化と並行し、医療診断を目指した X 線イメージングの研究を行っている。この光源はサイズを小さくすることができるため、試料中の境界

における微小な密度差による屈折を検出して画像化すること（屈折コントラストイメージング）が可能である。そのため、吸収がほとんどない場合でも鮮鋭な画像が得られ、生体組織においては、特に組織と空気や骨との境界を明確に可視化できる。本研究では、LCS-X 光源を用いて、従来の X 線管では困難な X 線屈折コントラストイメージングを行い、トモシンセシス撮影による断層イメージングを行うことを目標としている。標準的な X 線イメージングでは、撮像物全体を単一画像としてとらえるため、あらゆるものが一つの二次元画像へ重ね合わせられてしまう。一方、トモシンセシス撮影を用いた場合、任意の裁断面の画像を得ることができるため、医療診断の場合、癌と正常な組織との識別を容易にする。また、三次元トモグラフィーと比較した場合、1回の息止めのみで断層撮影が可能であり、被曝量を低減して立体画像情報を取得できるため、従来装置の検診の可能性が広がるとして、近年の撮影のデジタル化とともに注目されている。

平成19年度は、トモシンセシス撮影をデジタルで行うために、高分解能（25ミクロン）の X 線 CCD 検出システム、試料を並進回転するステージ、X 線チャート等を整備するとともに、X 線管を用いてオフラインで X 線イメージが測定できるシステムを構築した。これにより、オフラインでテスト実験を行うことで、限られたビームタイムで実験を行わなければならない LCS 硬 X 線への適応をスムーズに行うことができる。現在、オフラインにおいてトモシンセシス撮影も開始している。実際に、ラットの腰椎の屈折コントラスト像の取得を行い、LCS 硬 X 線による屈折コントラストを世界に先駆けて実証するとともに、準単色光源の LCS 硬 X 線を用いた場合、市販のマイクロフォーカス X 線管と比べて散乱線の小さい（被曝の小さい）コントラストの優れた X 線イメージを取得できることを明らかにした。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 X 線イメージング、トモシンセシス、小型 S バンドリニアック、レーザーコンプトン散乱、単色硬 X 線

【テーマ題目17】 極端紫外領域 CD 測定システムならびに溶液ジェット法による有機薄膜作製の確立

【研究代表者】 田中 真人（光・量子イメージング技術研究グループ）

【研究担当者】 渡辺 一寿（常勤職員2名）

【研究 内 容】

円二色性(CD)スペクトルはキラル物質のキラリティや分子構造を敏感に反映する。今まで測定が困難であった真空紫外線領域における CD 計測から、糖をはじめとする  $\alpha$  電子系物質の分子構造情報を得ることが期待される。そこで我々は円偏光源として偏光可変アンジュレ

ータを用いた真空紫外 CD 測定システムを当所の電子蓄積リング TERA BL-5にて開発し、アミノ酸薄膜試料を用いて波長120 nm までの CD 計測に成功している。

本年度は波長120 nm 以下の極端紫外領域と呼ばれる波長領域における端緒の CD 測定と真空紫外 CD の測定試料作製手法として溶液ジェット法を基礎とした薄膜試料作製装置の開発を行った。

極端紫外領域では  $MgF_2$ などの光学基板が存在しないため、今まで全く CD 測定は行われてこなかった。そこでシンチレータ上に薄膜試料を製膜する方法を考案し、これにより試料基板を必要とせずに CD 測定が可能となった。またこれら波長領域における反射光学系の整備も行うことで、実際にアミノ酸の一種であるアラニン薄膜を用いて波長100 nm 以下の極端紫外領域における CD 測定に成功した。

上記のアミノ酸薄膜試料は真空蒸着法で作製している。この製膜手法では応用できる生体分子試料に制限があるため、糖をはじめとする多くの生体物質に応用可能な薄膜作製手法として溶液ジェット法による薄膜作製装置の開発を行った。高圧ポンプ、パルスバルブを通して、真空層中に生体分子溶液を噴霧することで薄膜作製を行う装置を開発した。バルブ温度、バルブ開閉時間、ポンプ圧等を調整し、膜厚100 nm オーダーの糖薄膜の作製とその真空紫外 CD スペクトル測定を行った。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 円二色性測定、糖、アミノ酸、真空紫外線領域、極端紫外領域、偏光可変アンジュレータ放射、キラリティ、溶液ジェット法

【テーマ題目18】 高パルスレート電子ビーム加速実現のためのパルス電源開発

【研究代表者】 鈴木 良一

（極微小評価研究グループ）

【研究担当者】 大島 永康、太平 俊行、木野村 淳（常勤職員4名）

【研究 内 容】

電子加速器では、クライストロンやマグネトロン等のマイクロ波管に高電圧パルスを印加して大電力マイクロ波を発生するが、従来はこのパルスを発生するために PFN（パルスフォーミングネットワーク）・パルストランス・サイラトロン管などのスイッチ素子の組み合わせを用いていた。しかし、この方式ではパルスの立ち上がり・立ち下りの時間がマイクロ秒のオーダーあって、その間は無駄に電力が消費される・高パルスレートに対応できないなどの問題があった。そこで、高電圧をコンデンサに蓄積し半導体スイッチでマイクロ波管に高電圧パルスを供給するダイレクトスイッチング方式のパルス電源の開発を行った。この方式は、高パルスレートに対応できるだけでなく、パルス化の効率も高いことから、

乾電池駆動の超小型加速器に採用し、低消費電力での電子ビーム加速に成功した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 電子加速器、パルス電源、半導体スイッチ

〔テーマ題目19〕 超高分解能・超高速 PALS ビームラインのための要素技術開発

〔研究代表者〕 大平 俊行

(極微欠陥評価研究グループ)

〔研究担当者〕 鈴木 良一、木野村 淳、大島 永康

(常勤職員4名)

〔研究 内 容〕

エネルギー可変・短パルス陽電子ビームを用いる深さ可変・陽電子寿命測定(PALS)法は、LSI 材料や分離膜など、高機能薄膜材料の空孔欠陥分析に有用である。本研究では、薄膜空孔計測をより高速・高精度に行うために、深さ可変 PALS 装置の時間分解能および計測速度の向上に必要とされる要素技術開発を行った。深さ可変 PALS 装置の場合、分解能はパルス状入射陽電子のパルス時間幅と、 $\gamma$ 線検出器、回路のタイミング検出精度によって決まる。本研究では、陽電子ビーム発生部の単色化効率の向上により高効率で陽電子ビームを極短パルス化することを可能にし、また検出器に関しては用いるシンチレータ(材質、形状)、光電子増倍管の最適化を行った。さらに、検出器信号のタイミング検出法には、従来のアナログ回路(CFD)を用いる手法だけでなく、デジタルオシロスコープを用いた波形処理による解析法も試みた。これらの装置、検出器、回路の改良、最適化により、従来250ピコ秒程度であった装置の時間分解能が最高140ピコ秒程度まで改善された。これは深さ可変 PALS 装置としては世界一の性能であり、原子空孔など微細な空孔の計測精度向上が期待できる。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 陽電子消滅、低速陽電子ビーム、空孔計測、高速 $\gamma$ 線検出

〔テーマ題目20〕 パーフルオロピーポッド化による CNT の径の違いによる分級方法の開発

〔研究代表者〕 早川 由夫

(ナノ標識計測技術研究グループ)

〔研究担当者〕 小野 泰蔵 (常勤職員2名)

〔研究 内 容〕

多様な産業応用が期待されるナノ物質の一つにカーボンナノチューブ (CNT) がある。無定形炭素、グラファイト、フラーレン類など炭素の同素体の一つだが、グラフェンシートがチューブ状に巻く様式により多くの種類がある。また、チューブの長さや多重度(単層、2層、多層)によっても構造に違いが生じ、こうした複雑性ゆえに CNT の物性と構造の関係は十分に明らかでは無い。

CNT は特性評価の観点からも、さらに産業応用や毒性的な観点からも、それぞれの構造に関する標準品の開発が望まれる。ナノ標識計測技術研究グループでは、上述の観点からナノ物質、特に CNT の分散化、分析、分級、標準化などのナノ物質評価を支援する基礎技術開発を推し進めている。本テーマでは、我々が世界に先駆けて独自に開発した CNT のパーフルオロピーポッド化技術を駆使して CNT の径の違いによる分級方法を検討した。 $C_{60}$ を CNT チューブの内部に導入する操作を CNT のピーポッド化という。パーフルオロピーポッド化とは、パーフルオロ系化合物を  $C_{60}$ の替わりとして用いることで達成され、我々が命名したものである。パーフルオロ系化合物は、比重が大きいため、パーフルオロピーポッド化した CNT は、ピーポッド化していない CNT に比べ比重が大きくなる。このことを利用して、我々は CNT の径の違いによる分級方法を開発した。具体的には、 $C_{60}$ とサイズと形がほぼ同じであるパーフルオロ系化合物を合成し、この化合物を用いて末端を開口した単層の CNT パーフルオロピーポッド化した後に超遠心操作を施すことで、このパーフルオロ化合物の径以上の径を有する CNT を分離が可能であることを示した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 カーボンナノチューブ、パーフルオロ化合物、ピーポッド化、超遠心、標準物質、分級、径

## ⑫【ユビキタスエネルギー研究部門】

(Research Institute for Ubiquitous Energy Devices)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研 究 部 門 長：小黒 啓介

副 研 究 部 門 長：谷本 一美

上席・主幹研究員：香山 正憲、宮崎 義憲

所在地：関西センター

人 員：46名 (44) 名

経 費：787, 658千円 (213, 404千円)

概 要：

情報技術の急速な発展やこれに伴うユビキタス情報社会の到来、また少子高齢化に伴う個人生活の多様化が進む中、パーソナル、ウェアラブル、モバイル、マイクロ等で形容される多様な新しいエネルギー供給形態、新電源技術(ユビキタスエネルギー技術)の開発が不可欠になってきている。また発展途上国等においては、エネルギーの供給が情報伝達を律速している場合も多い。情報通信機器のみならず、ロボットや輸送機器用のエネルギー源、医療福祉用途や生体内電源などにおいても、ユビキタスエネルギー技術の用途や需要の拡大が予想される。ユビキタスエネルギー技術は、



利便性の観点から高エネルギー密度化、高出力化が進められているが、わが国の情報通信分野でのエネルギー需要拡大が予想される中、「持続的発展」や「安全・安心な暮らし」という観点からも、高効率、安全性、環境適合性を満足する新技術開発が不可欠である。

さらに太陽電池やニッケル水素電池、リチウムイオン電池等は、コストや寿命などの技術的ハードルが低い情報機器用パワー源（ユビキタス用途）として発展して技術が確立された結果、今や新・省エネルギー技術として重要な、家庭用および自動車用の分散電源としての地位を築こうとしている事実も見逃せない。「浪費による豊かな時代」から「持続的発展」へとパラダイムシフトが進行する時期であるからこそ、ユビキタスエネルギー技術が生活密着型の新エネルギー技術として、従来概念にとらわれない大きな変貌、すなわちイノベーション、を遂げる可能性を秘めている。

現状のユビキタスエネルギー技術の中核をなす固体高分子形燃料電池や二次電池については、日本及び米国が世界のトップランナーである。しかしながら、世界的にもこれらの小型・移動型エネルギーデバイス・電源技術の開発競争は、極めて激化している。この中で新しい技術を展開するには、新材料開発がボトルネックとなっている場合が多い。国際競争力の確保の点からも、産業界からはハイリスクで長期的な取り組みが必要な新材料探索を、大学や国立研究所で行うべきとする要望が強い。また、実用化に向けての共通技術として劣化要因解明や評価技術、標準化に関する技術などの産業基盤技術の提供と言う点でも、国立研究所への期待は大きい。

地域性の観点からは、ユビキタスエネルギー技術に関連する家電産業や電池産業が関西経済圏内に集積されている点や、また論文引用総数20傑にランクされる京大、阪大、神戸大のほか、大阪府大、同志社大、立命館大、関西大等のレベルの高いアカデミアにおける当該分野の集積を重要視すべきであり、産総研におけるユビキタスエネルギー技術の産学官連携の戦略拠点として、関西地域での活動が重要といえる。

このような社会情勢に鑑み、また産総研のミッションである「持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化、産業政策の地域展開への貢献、産業技術政策の立案等に貢献」を目標にして、ユビキタスエネルギー研究部門は2004年4月1日に設立された。究極の目的は、人類が平等かつ持続的にエネルギーを共有することであり、そのために必要な多様な小型・移動型のエネルギー変換技術およびエネルギー貯蔵技術の開発を目指している。当面は、高度に発展する情報技術や個人生活の多様化に伴う新しいユビキタスエネルギー需要等に資するため、高効率、高密度と安全性、環境適合性を満たす燃料電池、二次電池などの小型・移動型エネルギーデバイス・電源技術の開発に、材料基礎研

究からシステム化研究までを通して取り組んでいる。

外部資金：

経済産業省

試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）

「粗悪燃料を用いる船用および固定発生源からの大気汚染物質除去」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

固体高分子形燃料電池実用化・戦略的技術開発

基礎的・共通的課題に関する技術開発

「固体高分子形燃料電池スタックの劣化・解析基盤研究（スタック劣化メカニズム解明に關しての基礎的支援研究）」

固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発

次世代技術開発

「アンモニアボラン利用燃料電池の開発」

「ガス拡散電極用高性能触媒担体の研究開発」

「錯体系 CO 酸化電極触媒を組み込んだ新規耐 CO アノード触媒の研究開発」

「電子伝導性酸化物材料を用いた高耐久性触媒担体の研究開発」

次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

基盤技術開発

「次世代自動車用高性能蓄電池基盤技術の研究開発（劣化解析・抑制手法の開発）」

次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

次世代技術開発

「エネルギー密度の革新を目指した金属－空気電池の二次電池化」

「還元雰囲気通電焼結プロセスを用いた高容量含硫黄複合正極材料の研究開発」

次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

要素技術開発

「リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発」

「高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究開発」

新利用形態燃料電池標準化等技術開発

標準化研究開発

「新利用形態燃料電池の基盤研究開発（性能及び安全性試験）」

水素安全利用等基盤技術開発

水素に関する共通基盤技術開発

「メカノケミカル法グラファイト系及びリチウム系水素貯蔵材料の研究」

「超高压合成法による高容量水素吸蔵合金の研究」

国際共同研究

「超高压水素化合物合成技術に基づく高密度水素貯蔵物質設計に関する研究開発」

知的基盤創成・利用促進研究開発事業  
「電池・燃料電池設計のためのイオン拡散挙動評価手法の確立に関する研究開発」  
産業技術研究助成事業  
「バイオマス由来燃料を用いた小型燃料電池の研究開発」

#### 文部科学省

科学研究費補助金（特定）  
「第一原理計算による高密度格子欠陥構造の電子論的解明と材料設計」  
「イオン液体の電解質機能設計」  
「配位空間場制御材料の創製とそのエネルギーデバイスへの応用展開」  
「パノスコピック形態制御された希土類系酸化物固体電解質の創製と応用」  
科学研究費補助金（基盤 B）  
「金属／酸化ナノヘテロ界面の雰囲気依存構造変化のメカニズムに関する研究」  
「金属と小分子との反応に関する研究：金属単原子からクラスターへ」  
科学研究費補助金（若手 B）  
「環境関連電気化学デバイスのための錯体系電極酸化触媒の開発」  
特別研究員奨励費  
「チタニアとセリア上の極薄金属膜及び金属超微粒子の特性と表面気相反応の過程の研究」  
「第一原理シュミレーションによる炭素系物質の脱水素化特性の研究」  
「新しい多孔質金属錯体による高性能水素貯蔵材料の研究」  
「新しい水素貯蔵材料の研究」  
「エネルギーデバイス用固体電解質材料の構造・導電メカニズムに関する研究」  
「新しい多孔質金属錯体の水素貯蔵材料としての研究」  
「希ガスマトリックス中での金属と小分子との反応の研究・金属短原始からクラスターへ」  
「新規水素貯蔵材料の研究」

発 表：誌上発表122件、口頭発表253件、その他19件  
-----

#### ナノ材料科学研究グループ

（Materials Science Research Group）

研究グループ長：香山 正憲

（関西センター）

概 要：

ユビキタスエネルギーデバイス開発の鍵を握るのは、ナノ界面機能材料（触媒、燃料電池電極、コーティング、電池材料、水素吸蔵材料等々）など優れた機能材

料の開発であり、特に金属／無機ナノヘテロ界面は優れた機能が期待される。電子顕微鏡観察と理論計算との連携は、こうした材料機能の基礎的解明や設計技術に威力を発揮し、また、こうした基礎解析を積極的に新規材料開発に生かす取り組みも重要である。当グループは、第一に、電子顕微鏡観察や走査プローブ顕微鏡観察、第一原理計算など、ナノ・ミクロの解析技術を用いて、金属／無機ナノヘテロ界面系をはじめとするナノ界面機能材料の原子・電子構造や機能のメカニズムの解明を行い、ナノ材料科学のフロンティアを切り拓く。第二に、ユビキタスエネルギーデバイスの新規機能材料開発や蓄電池、PEFC の機能や劣化メカニズムの解明など、材料開発・デバイス開発に基礎解析からの具体的貢献を行う。第三に、ナノ・ミクロ解析技術とコンビケム技術の連携・融合により、基礎解析を材料開発に積極的に活かして効率的に新材料を開発する新しい方法論－マテリアミクサーの基盤技術の確立を図る。以上により、当ユニットの本格研究の一翼を担い、ユニットのコア技術の醸成を図る。

#### 新エネルギー媒体研究グループ

（New Energy Carrier Research Group）

研究グループ長：栗山 信宏

（関西センター）

概 要：

高いエネルギー密度を有し、同時に高い安全性を確保する次世代電源デバイスの提案し、燃料電池のユビキタス電源としての利用範囲を拡大するため、水素製造マイクロリアクタや新規水素吸蔵材料による持ち運び可能な水素供給技術「ポータブル水素」の開発に取り組む。そのために、従来系貯蔵材料の機能向上に加えて、新規材料としての水素錯体系材料や新コンセプトの軽元素主体材料の探索と性能向上及び安全性評価、その利用システムの設計・提案、ならびに、低温作動化とコンパクト化に資する改質器用触媒を提案する。また、燃料電池自体の低コスト化のために貴金属触媒の使用量を低減した新規電極材料の開発や、燃料電池システムに必要な電力貯蔵素子のひとつであるキャパシタへのナノ構造材料の適用を行う。さらに、内燃機関で最も高い効率を有するディーゼルエンジンからの環境負荷物質の排出量を抑えるために、硫黄含有燃料を用いた場合でも十分な耐久性を有する窒素酸化物除去触媒の開発に取り組む。

#### 次世代燃料電池研究グループ

（Advanced Fuel Cell Research Group）

研究グループ長：安田 和明

（関西センター）

概 要：

次世代燃料電池新技術の基礎技術研究を進めると供

に新たなコンセプトの萌芽的研究テーマに取り組んでいる。従来のカーボン系触媒担体に比較して格段に耐酸化性を向上させた還元チタン酸化物をベースとする担体材料の開発を行い、BET 比表面積が10~50 m<sup>2</sup>/g 程度の還元チタン酸化物が得られ、従来のカーボンブラックを担体とする電極触媒と同様の酸素還元反応に対する比活性を有する電極触媒を作製した。また、一酸化炭素 (CO) 酸化活性の高い新規な有機錯体系電極触媒の開発に取り組み、60 °Cにおける CO 酸化の onset potential が約0.1 V 以下(RHE 基準)を示す触媒を開発した。アニオン交換膜を用いるエタノール燃料電池の開発を行い、ダイレクトメタノール燃料電池の性能を超える高い発電性能が得られた。この他、水素化物の電極反応に関する基礎的な研究や、分割セルを用いた PEFC の劣化メカニズムに関する研究、触媒担時カーボンの電気化学的な腐食挙動の研究等を行った。

#### 燃料電池機能解析研究グループ

(Fuel Cell Durability Analysis Research Group)

研究グループ長：谷本 一美

(関西センター)

概要：

クリーンで高効率な電源として期待される固体高分子形燃料電池 (Polymer Electrolyte Fuel Cell : PEFC) に関して実用面から耐久性確保は重要な課題であり、自動車用で5000時間、家庭用では40000時間の稼働時間の目標が与えられている。特に早期実用化が期待されている家庭用コージェネレーション用燃料電池では耐久性が重要な課題と産業界でも認識されている。そこで、本研究グループでは PEFC の性能劣化メカニズムを解明するとともに、寿命評価の技術方針としての加速劣化手法確立に資する研究を進めている。これにより、長寿命化の方策への道筋が得られると期待される。実際に、燃料電池の劣化メカニズム解明のために発電過程にある PEFC に対しての in-situ (その場) での材料特性を調べるために分光学的手法、電気化学的手法、分析化学的手法などの適用性を進める。さらにそれにより得られた劣化メカニズムに対する対策方法とその検証に展開して長寿命化に資する研究を進める。

#### 蓄電デバイス研究グループ

(Advanced Battery Research Group)

研究グループ長：辰巳 国昭

(関西センター)

概要：

携帯型電子機器の利用拡大や電動クリーンエネルギー自動車の利便性・効率向上のためには、更なる高エネルギー密度化を図りつつ、十分な信頼性・安全性を

確保した低コストの蓄電池が必須であることから、リチウム系電池を中心とする新規電極・電解質材料の創製に関する研究を行うとともに、共通基盤技術として車載用リチウム電池の劣化機構の解明及び劣化抑制手法の開発に取り組んでいる。

電池の安全性向上に資するイオン液体電解質の開発については、新規アニオン種の計算科学的手法による特性予測と新規アニオン原料合成の検討を行い、粘性を大きく低減する新規なボレート系アニオンの合成に成功した。正極材料については、鉄含有 Li<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>において、KMnO<sub>4</sub>という高 Mn 価数 (7価) の原料を用いることにより、今まで用いていた MnCl<sub>2</sub>原料由来のものに比べて、室温での充放電初期特性 (初期放電容量および可逆性) が向上することを見出した。両原料由来試料とも、初期充電容量300 mAh/g、初期放電容量200~250 mAh/g に達し、安価な正極材料として魅力的な候補であることを確認した。また、より高容量の正極として金属硫化物に注目し、硫化ニッケル (NiS<sub>2</sub>) の作製法の確立を試みたところ、発砲 Ni と硫黄の混合体に通電焼結法を適用することにより、一段階でほぼ NiS<sub>2</sub>から成る化合物が得られることを見出した。得られた NiS<sub>2</sub>は800 mAh/g の極めて高い容量を示し、今後はサイクル劣化の抑制を進める。

電池劣化機構解明においては、正極活物質表面層近傍でリチウム欠乏型の立方晶相が生成することを見出すとともに、X 線光電子分光測定によって炭酸リチウム及びアルキル炭酸リチウムから成る被膜の存在量が増えることも明らかとした。

#### 電池システム研究グループ兼連携研究体

(Collaborative Research Group of Secondary Battery System)

連携研究体長：境 哲男

(関西センター)

概要：

本研究グループでは、電池システムの飛躍的な高性能化や低コスト化、信頼性の向上を目指して、長年培われた材料技術や電極化技術、システム評価技術などをベースにして、産学官連携研究を行い、次世代電池技術の早期の実用化を推進するとともに、材料開発から基礎解析、システム実証研究まで総合的に実施できる人材の育成を図っている。1) ニッケル水素電池；次世代 La-Mg-Ni 系水素吸蔵合金の開発において、放射光による構造解析技術を駆使して劣化機構の解明を行うことで、合金性能を実用ベースまで改善することに成功した。水酸化ニッケル正極の高容量化においても、精密構造解析技術を駆使することで、材料組成と劣化の関係が明確になりつつある。また、従来の発泡ニッケル基材に比べてニッケル量を半減できる新不織布ニッケル基材を開発し、ニッケル水素電池での性能



実証を行った。また、耐食性に優れたニッケルクロム発泡基材を開発して、キャパシタリチウムイオン電池への展開も図っている。2) リチウムイオン電池；ナノ材料技術を駆使して、従来の黒鉛系負極に比べて2倍以上高容量化が可能な新規合金系負極の開発を行い、さまざまな正極材料や電解質材料を組み合わせでのシステム実証を行っている。また、安全性に優れたイオンゲル電解質膜の開発を行い、電池システムでの性能実証とともに、磁場勾配 NMR 技術を用いてイオン拡散挙動などを評価解析する技術の構築を図った。さらに、ナノファイバー不織布技術を利用して高温安定性に優れた新規電池セパレータを開発し、電池システムでの実証試験を行っている。3) 燃料電池；アモルファスカーボン薄膜で表面被覆した薄型 SUS セパレータを開発して、PEFC システムでの耐久性評価を行った。4) 高容量水素吸蔵合金の開発；10万気圧の超高压水素合成技術を利用して、新規 Mg 系水素化合物  $Mg_2MH$  ( $M=Ti, V$  など)を開発して、放射光で結晶構造を決定するとともに、250℃付近で4質量%の水素を可逆的に吸蔵放出できることを実証した。5) SOFC 用固体酸化物電解質の開発；次世代希土類アパタイト型固体電解質材料を開発し、放射光を利用した構造解析とともに、その電解質-電極接合体を作製しての発電試験を行った。6) 水素分離膜の開発；金属多孔体上に化学めっき技術で、パラジウム系合金薄膜を作製する技術確立して、耐久性評価を行っている。

#### マイクロ燃料電池連携研究体

(Collaborative Research Team of Micro Fuel Cell)

連携研究体長：宮崎 義憲

(関西センター)

概 要：

携帯用燃料電池（マイクロ燃料電池）の本格的普及のために必要な標準化、規制緩和に要求される安全性評価技術、燃料電池の性能試験等について、必要な実験を行い、基盤データの取得及び試験方法の立案を行い、関係機関と連携を取りながらその成果をマイクロ燃料電池に関する安全性、性能試験方法等の標準化に反映させるとともに、国連、ICAO 等での規制緩和に資することを目的とする。

標準化については、燃料電池の国際標準化（IEC TC105）の関係する国内委員会と、また、規制緩和については、内外の関係法令を調査・検討する委員会（いずれも社団法人日本電機工業会に設置）と緊密な連携を図り、試験項目を検討、試験方法を提示、得られたデータを提供することにより、標準化、規制緩和に反映させる。この中で、時間的な優先順位を念頭に置きながら、さらには、緊急な検討を要する案件については機動的に取り組むこととしている。平成19年度

は、特に、マイクロ燃料電池の安全性（排出特性、水素漏洩評価等）、互換性（メタノール燃料の品質規格）に関する国際標準化への対応により所期の目標を達成した。

#### ⑬【セルエンジニアリング研究部門】

(Research Institute for Cell Engineering)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：三宅 淳

副研究部門長：田口 隆久

上 席 研 究 員：地神 芳文

主 幹 研 究 員：大串 始

主 幹 研 究 員：平野 隆

所在地：関西センター、臨海副都心センター、つくばセンター

人 員：53名 (51名)

経 費：1, 279, 444千円 (490, 663千円)

概 要：

(1) 当部門のミッション：ライフサイエンスと、工学諸分野で進められてきた技術要素が相互に関連する領域に特に着目し、産業応用としてより適応範囲の広い技術を抽出・形成するための研究開発を行う。当研究部門は、遺伝子、細胞、情報、ナノテクノロジーなどの研究を統合し、個々人の特性に対応した健康管理・維持・治療を実現するための技術を確立することをミッションとする。

ライフサイエンスは急速に発展しつつあるものの、産業化、経済への貢献を考えると、従来の細胞工学技術、遺伝子操作技術を始めとする医療関連の分野は未だ大きな産業領域となっていない。ライフサイエンス単独ではなく、他の技術分野との連携によって、健康に関わる技術の質を高め、新たな産業領域を創出することが世界的に求められている。

これまで当研究部門は、ライフサイエンスの基本となる諸研究を進めると共に、ナノテクノロジー、材料、医学、情報、など多くの分野との連携を進めてきた。すでに基盤技術は蓄積されてきたが、実用的な応用を目指す本格研究を実現するため、実用技術を視野に入れた技術融合に積極的に取り組む。

上記新規な技術開発・産業化方向への発展を研究部門として組織的・効率よく進めるために、新規な体制を整える。幾つかのグループをまとめ、広い視野で技術の融合を行って応用方向の基盤形成を担当する大グループ（系）を形成する。これら的大グループ（系）は地理的、人的に形成するのではなく、積極的に交流を図り、統一した方向性をもつ部門として全体が機能するように形成する。

上に記した融合分野の開拓によって、産総研が目指している「精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現」及び「健康長寿の達成と質の高い生活の実現」へ貢献し、産総研のライフサイエンスの新しい方向を示す代表としての存在感を国内外に提示する。かかる分野における主導性を確保するため、国際的なネットワークの形成や、大学との本格的な連携を積極的に進める。

本研究部門には既に次世代の技術の核となる優れた研究を行っている研究グループが複数存在する。社会的要請、技術評価、将来性、社会的評価等の独立研究ユニットとして必要な要件を満たさるべく、その発展をサポートする。

## (2) 研究項目：

「精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現」及び「健康長寿の達成と質の高い生活の実現」に貢献できる細胞機能計測・操作技術、細胞・組織利用技術に重点化するとともに、大グループ（3～5のグループ）で一つの重点課題を担当する。

### 重点課題とその目標

#### 1) 組織・細胞の機能の再生・代替（組織・再生工学 RG、ニューロニクス RG、人工細胞 RG）

- ・生体親和性に優れた組織細胞による再生医療を実現するため、三次元細胞培養技術を用いた骨・軟骨、心筋及び血管等の組織再生技術を開発して臨床応用を行う。また、骨等の組織再生における評価技術に関する基盤研究を実施し、再生医療関係の技術評価に関するガイドラインの策定に貢献する。疾病や高齢化により失われた神経機能を再生するため、間葉系細胞を神経細胞に分化誘導する技術と神経組織の再構成を促進する生体分子の探索技術を開発する。
- ・生体組織のように柔軟性や弾力性等を持つ新規機能材料として、組織・細胞の機能を代替できる高分子材料を用いた高分子アクチュエータ等の新規生体機能代替デバイスを開発する。

#### 2) 細胞機能計測・操作技術の開発（セルダイナミクス RG、分子創製 RG、細胞分子機能 RG、細胞ナノ操作工学 RG、細胞情報工学 RG）

- ・生体機能の網羅的な解析により同定されたバイオマーカーを検知して診断等に利用するため、細胞情報の大規模処理が可能な新規分子プローブ及びそれを導入したトランスフェクションマイクロアレイなどの検知技術を開発する。得られた細胞情報を細胞機能の制御に利用するため、ナノテクノロジーなどを利用した細胞操作技術を開発する。

## (3) 運営方針・体制：

- ・運営方針（平成19年度、特に重点化するものには下線を記した）

#### 1) 産総研における細胞及び組織工学技術に軸足を置いた中核研究ユニットとしての組織の確立を目指す。

また、次世代の技術の核となる技術をもつグループの研究センター／研究ラボ化を支援する。

- 2) 融合領域での研究を推進する。
- 3) グループ間の連携を進めて大きなグループとしての機能を持たせる。
- 4) 産学官連携の中で、大学との連携を強化するとともに、プロジェクト研究などを通じて企業の橋渡し的機能を充実させる。
- 5) コンプライアンス、安全を重視し、パブリックアクセプタンスを考慮して研究を推進する。
- 6) 東西のサイトにまたがるメリットを生かすと共に、一体感のある運営を目指す。
- 7) 個人評価過程において面談を重視する。

### ・運営体制

ユニット長／グループ長／研究員／ポスドク等の間の双方向的情報伝達、意見交換体制の構築：ユニット長、副ユニット長、上席研究員、主幹研究員、グループ長等が効率的に組織化された研究を進めるように図る。グループ長以上で構成される運営委員会（月1回以上）、常勤職員で構成される全体会議（年2回程度）を定期的に開催し、意思疎通を確実にする。また、研究部門内進捗報告会を年2回程度開催する。

### (4) 成果発信、普及活動：

- 1) 研究成果を質・量ともに優れた論文として発表するとともに、特許化を目指す。関連する企業と十分な情報交換の機会を設けて実用化にかかわる方向性や問題意識を高める。
- 2) ユニットが主催・共催する発表の場を積極的に設け、展示会や技術交流の機会を有効に利用する。国際的なネットワーク作りを進め、研究の主導力を高める。
- 3) 研究成果を論文として発信すると同時に、開発した技術の特許化を図り、産業界との連携のもとに実用化を積極的に進める。論文、特許とも質の高いものを目指す。
- 4) 関西圏にはライフサイエンス分野における大きな産学官の集積があるが、その中で本研究部門は産学官連携の要として機能すると同時に、様々な場面で研究成果を積極的に発信するよう努める。
- 5) 本研究部門の研究成果を基にしたバイオベンチャー企業の支援、設立を通して、地域産業の発展に大きく貢献する。

### 外部資金：

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「オミックス解析技術による新規代謝動態解析装置の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「ホタルルシフェリン生

合成酵素の単離」

文部科学省 科学研究費補助金「機能的結合に基づく神経情報ダイナミクス・デコーディング」

文部科学省 科学研究費補助金「オブティック・コードによる癌の悪性度を認識する新規バイオセンシング技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「嗅覚模倣型ニオイ情報処理アルゴリズムに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「優性変異アクチンを用いたアクチンフィラメントの機能解明」

文部科学省 科学研究費補助金「細胞内 mRNA の定量的分布解析と細胞への mRNA 導入技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「プロテオミクスをもちいた神経栄養因子 BDNF の機能未知ドメインの機能解析」

文部科学省 科学研究費補助金「セルロース加水分解反応における超耐熱性セルラーゼのシナジー効果」

文部科学省 科学研究費補助金「細胞-細胞融合としての受精膜融合、その分子機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「プロモーター解析のための部位特異的組換えトランスジェニックメダカの実成」

文部科学省 科学研究費補助金「鞭毛ダイニン複合体と微小管からなる運動ナノモジュールの構築と解析」

文部科学省 科学研究費補助金「メダカにおける学習時の中枢神経活動の可視化」

文部科学省 科学研究費補助金「表面相互作用が機能性アミロイド繊維伸長に及ぼす影響」

文部科学省 科学研究費補助金「骨格筋細胞分化における単一細胞からの分化シグナル伝達の解析」

文部科学省 科学研究費補助金「モーター・レール系運動制御の高分解能構造解析」

文部科学省 科学研究費補助金「階層構造スケーリングを考慮した、自己組織神経回路網の環境応答解析」

文部科学省 科学研究費補助金「PrecursorBDNF によ

るシナプス退縮のメカニズムとその生理的役割」

文部科学省 科学研究費補助金「計算科学的手法を用いたアクチュエータの機構解明と分子設計」

文部科学省 科学研究費補助金「miRNA 標的遺伝子スクリーニング系の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「生物発光を活用した細胞や組織の可視化技術に関する基盤研究」

文部科学省 科学研究費補助金「BAF を用いた1細胞レベルでのストレス応答性転写制御可視化システムの構築」

文部科学省 科学研究費補助金「収縮環非依存的細胞質分裂機構の解明」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ニワトリ卵を用いた有用蛋白大量生産法の基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「新規リード化合物をつくりだすコウジ菌プラットフォームの創製と応用」

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「ビジュアルゲノム解析ツール」

文部科学省 重要課題解決型研究等の推進「組織医工学における材料・組織評価法の確立」

文部科学省 新興分野人材育成「ナノバイオ分野人材養成ユニット」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業「細菌性粘菌リソースの整備と提供（細胞性粘菌標準株および変異株の収集、保存と提供）」

文部科学省 主要5分野の研究開発委託事業 再生医療の実現化プロジェクト「脊椎損傷に対する幹細胞治療の開発およびヒト神経細胞バンク事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノテク・先端部材実用化研究開発／高配向性 CNT を用いたナノ構造制御による低電圧駆動高分子アクチュエータの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）/ナノテク・先端部材実用化研究開発/ナノ細胞マ



ッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「モデル細胞を用いた遺伝子機能解析技術開発／細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「高機能簡易型有害性評価手法の開発／培養細胞を用いた有害性評価手法の開発／発がん性予測試験法の開発／高機能毒性予測試験法基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「再生医療評価研究開発事業／再生医療の早期実用化を目指した再生評価技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発／リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「新規抗真菌剤（抗カビ剤）開発のための標的遺伝子知的基盤研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発－国際共同研究／微生物を用いた有機性廃水からの実用的・高効率水素生産方法の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「日本人 BAC を用いた革新的染色体異常解析基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「微生物を用いた有機性廃水からの実用的・高効率水素生産方法の研究開発」

文部科学省 科学研究費補助金「出芽酵母における GPI アンカータンパク質の品質管理機構に関する研究」

日本学術振興会 （独）日本学術振興会外国人特別研究員事業「超好熱性アーキアの新規酵素群を活用した結晶性セルロース完全糖化技術の開発」

ハイテクものづくりプロジェクト「高感度蛍光顕微鏡としての表面プラズモン励起増強蛍光顕微鏡システムの開発」

厚生労働省 平成19年度成育医療研究委託事業「外来種由来因子を排除し品質保証されたヒト幹細胞の樹立」

文部科学省 科学研究費補助金「食品の安全性評価用ナノチップの作製と P450活性測定」

発表：誌上発表104件、口頭発表258件、その他33件

#### 組織・再生工学研究グループ

(Tissue Engineering Research Group)

研究グループ長：大串 始

(関西センター尼崎)

概要：

当グループでは骨の中に存在する骨髄間葉系幹細胞の増殖並びに分化研究を行ってきた。特に、この幹細胞を用いて再生培養骨を作製し臨床応用にまで展開した。これら骨組織再生の国際標準化も目指している。具体的には、培養骨の評価方法や種々生体材料内での骨形成評価の標準化について ASTM International (American Society for Testing and Materials) や ISO への提案である。これらの評価に関する計測装置の開発も企業とともに行う。軟膏再生に関しては、間葉系細胞の3次元培養を行い、間葉系利用の軟骨再生の実用化（臨床応用）を行ってきた。また、間葉系細胞が血管内皮や心筋細胞へ分化することを見だし、心不全等の患者自身の骨髄由来の間葉系幹細胞を同一患者に移植する臨床応用を目指す。さらに、骨髄以外の組織幹細胞の探索も重要である。例えば、棄却される組織である歯胚からの間葉系幹細胞の増殖を行い、この幹細胞の骨・肝臓等への分化能を検証する。

研究テーマ：テーマ題目 1 (1)

#### ニューロニクス研究グループ

(Neuronics Research Group)

研究グループ長：田口 隆久

(関西センター池田)

概要：

神経細胞は高度に分化し、その再生・増殖については発生初期を超えると困難であると考えられている。このような細胞から構成される神経組織において、外傷あるいは疾病によって障害を受けた場合、神経幹細胞の移植技術の開発は進められているが、障害部位に

において障害を受ける前の神経回路を正確に再建する技術に至っては全く手付かずの状態である。そこで当研究グループでは非障害神経細胞や移植神経細胞が障害部位において正確に機能する神経回路を形成し、失われた脳機能を回復させる未来の再生医療確立を目指し、その基盤技術を開発することをミッションとする。そのために有効な機能的神経回路再建分子を探索するために、メダカを用いた個体スクリーニングシステムも同時に構築し、創薬をはじめとする、メダカの産業利用の可能性を模索する。

研究テーマ：テーマ題目 1 (2)

### 人工細胞研究グループ

(Artificial Cell Research Group)

研究グループ長：安積 欣志

(関西センター池田)

概 要：

組織・細胞機能の代替技術、あるいは、身体的ハンディを克服・支援する機器・技術等の開発において、生物と同じ様な環境変化に対する物性の変化をする特性をもち、しかもソフトで軽量の人工材料（刺激応答材料）を開発することは重要である。組織・細胞機能の代替技術のための人工材料の役割としては、回復可能な臓器、組織等の機能回復のためのリハビリテーションの役割をするデバイスの開発等で、また、克服・支援する機器・技術等の開発においては、介護ロボット、手術デバイス等、人体に直接接する機器、デバイスの開発等において刺激応答材料の役割があると考えられる。以上の視点にたち、外部環境の変化に自律的に応答する耐久性のある高分子材料の創製を行うことにより、我々の重点課題である「人工高分子材料をベースにした、組織・細胞の機能を代替できる新規デバイス、及びその材料の開発」を行うことを目標とする。具体的には、これまでの我々の研究実績をふまえ、人工筋肉材料の研究と、それをベースとした医療・福祉機器デバイスの開発を進める。

研究テーマ：テーマ題目 1 (3)

### 細胞ナノ操作工学研究グループ

(Cell Operation Research Group)

研究グループ長：三宅 淳

(関西センター尼崎)

概 要：

幹細胞の増殖・分化の制御は治療用幹細胞デバイスの生産・利用技術の開発のために重要であるが、幹細胞の分離、維持・培養、及び分化制御技術は確立されておらず、コストや安全性等、産業化への問題点は多い。幹細胞の自己再生能力や分化能力等に関与する細胞内分子ネットワークの解析、さらには、その制御技術の開発に関連する研究を進め、組織再生に関する安

全性向上に資することを目指す。具体的には、単一細胞に対して、遺伝子、タンパク質あるいは化学物質などを、ナノサイズに加工したシリコンあるいはダイヤモンドの探針（ナノ針）に固定化し、細胞内へ強制的に挿入する技術、セルサージェリー技術の開発を進める。本技術の細胞への低侵襲性を明らかにするとともに、DNA を吸着させたナノ針を細胞に挿入し、高効率な遺伝子導入法を開発する。また、センサータンパク質や抗体を固定化したナノ針を用いて、細胞の診断、解析を行う技術を開発する。またさらに、ナノ材料と生体分子の組み合わせによる、機能創出を目的とし、カーボンナノチューブを利用したバイオ分子デバイスを構築する。高度な知的情報処理を行なう神経系の機能再生／代替基盤技術の一環として、嗅覚系で複雑な入力情報から必要な情報が自動的に抽出されるアルゴリズムを明らかにする研究について行う。体臭識別への応用を目指して、嗅覚レセプタの匂い分子識別機構及び匂い要素のユニーク度の評価などにより匂い情報形成アルゴリズムの解明をさらに進めるとともに、培養細胞での嗅覚レセプタの機能発現系を用いたセンサ化の方法を検討する。

研究テーマ：テーマ題目 2 (1)

### セルダイナミクス研究グループ

(Cell Dynamics Research Group)

研究グループ長：近江谷 克裕

(関西センター池田)

概 要：

「精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現」及び「健康長寿の達成と質の高い生活の実現」へ貢献するため、細胞工学に軸足を置き、生体機能の網羅的な解析により同定されたバイオマーカーを検知して診断等に利用するための新しい細胞機能計測・操作技術、細胞利用技術を開発することを目標とする。これにより、ポストゲノム時代におけるライフサイエンスの中心課題である、生きた細胞を「知る」ことに関するブレークスルーをもたらす。具体的には、世界に先駆けて構築した細胞機能解析発光プローブの実用化をさらに進め、体内時計や化学物質毒性評価をモデルとし、本プローブをより汎用性の高いものにする。さらには、細胞機能計測・操作技術の信頼度の向上を目指して細胞内物質群の計測・標準化のための研究開発を行う。この目標達成のため、本年度の目標は細胞を「知る」を中心に4項目の研究課題を掲げ、1) 生物発光プローブの基盤開発、2) 体内時計システムの可視化、3) 生物発光プローブを活用した化学物質毒性評価試験法の開発、4) 細胞内物質群の計測・標準化、等の研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 2 (2)

## 分子創製研究グループ

(Biomolecular Engineering Research Group)

研究グループ長：達 吉郎

(関西センター池田)

## 概 要：

細胞内における生体分子の動きや情報伝達の流れを分子レベルで解析、制御するためには、ナノバイオテクノロジー等、異分野と融合した新しい細胞工学技術が求められている。当グループでは、物理化学や有機化学、光化学をベースにした研究者から構成されており、昨年度より生物物理をベースにした研究者が加わった。分子レベルで細胞機能の計測や制御、解析ができるシステムの開発に重点をおいて研究を行う。具体的な研究課題としては、下記5件を進める。

## 1) 人工生体膜技術の開発

生体膜の機能を人工的に再現するモデル生体膜素子（メンブレンチップ）を目指し、固体基板上に固定化されたパターン化脂質二分子膜への膜タンパクの導入方法と、メンブレンチップの計測手法を開発する。

## 2) 表面プラズモン励起蛍光分光法（SPFS）

細胞表面近傍の複数の分子を *in situ* で分子動態解析できるシステムを実現するため、2次元情報として表面プラズモン励起蛍光分光計測ができるシステムの検証を行う。

## 3) ケージドペプチド技術の開発

光制御ペプチドを用いてタンパク質やペプチドの構造形成や機能発現を制御する技術を汎用化するため、実験手法の開発を行う。

## 4) 分子認識プローブ技術の開発

標的元素と特異的に相互作用するプローブ分子を設計し、蛍光測定などにより分析可能な官能基を導入する。

## 5) 膜タンパク質ナノ計測技術の開発

急速凍結レプリカ電子顕微鏡法によって膜タンパク質の分子形状や分子集合状態をナノ計測する技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目2 (3)

## 細胞分子機能研究グループ

(Functional Protein Research Group)

研究グループ長：安宅 光雄

(関西センター池田)

## 概 要：

タンパク質は細胞の多彩な機能を支える最も重要な分子であり、タンパク質の諸性質を明らかにすることは、細胞を分子レベルで理解し、セルエンジニアリングをボトムアップ的に構築する上で極めて重要である。そこで当該グループは細胞機能の分子論的理解と制御を目指し、特にタンパク質の立体構造-分子機能相関

の解明を中心課題に据える。対象の選択についてはアウトカムを重視し、研究成果が産業利用に結びつくよう心がけていく。また、タンパク質研究を行う上で必要とされる汎用的でかつ革新的な周辺技術の開発も並行して行い、基本特許化を目指すとともに上記の中心課題研究の加速化に利用する。当該グループはタンパク質研究に係わる、ノウハウ、技術（特に組換えタンパク質の発現と精製）を蓄積しており、これらを活かした他グループや企業との共同研究、研究サポートも併せて積極的に推進して行く。

研究テーマ：テーマ題目2 (4)

## 細胞情報工学研究グループ

(Cell Informatics Research Group)

研究グループ長：三宅 正人

(臨海副都心センター)

## 概 要：

細胞は遺伝子の機能やその相互作用ネットワークなど未知の部分に支配されているところが遙かに大きいので、細胞を制御できる対象とするためには、個々の遺伝子の機能のみならず、それらの相互作用と細胞レベルの高次な性質の関係について研究する必要がある。

本グループでは、細胞内分子の相互作用を抑制・亢進したときの細胞の振舞いの変化を大規模並列に時系列で解析することを可能にするツール「トランスフェクションマイクロアレイ™」を開発し、上記命題を解決する細胞情報のハイスループット解析システムの構築を進めている。これによって、細胞内のシグナル伝達経路への理解を深めるネットワーク解析法の開発を行うことにより、新規な分子の探索、細胞診断技術、薬剤作用機序解析に応用していく。

研究テーマ：テーマ題目2 (5)

## 生体運動研究グループ

(Bio-motility Research Group)

研究グループ長：上田 太郎

(つくばセンター)

## 概 要：

生体運動は生命にとって必須の現象であり、これを研究することは、基礎生物学的にも臨床応用研究としてもきわめて重要である。われわれは、タンパク質分子モーターをはじめとして、生体運動に関与する様々な分子の機能と構造を、粘菌細胞を用いた細胞生物学的手法、組換え変異分子モーターの発現と生化学的解析、電子顕微鏡法による高分解能立体構造解析など多岐にわたる切り口から研究するとともに、これらの分子や細胞をナノテクノロジーとして産業に応用することを目指した開発研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2 (6)



## 細胞増殖制御研究グループ

(Cell Proliferation Research Group)

研究グループ長：Renu Wadhwa

(つくばセンター)

概 要：

我々の研究グループはこれまで細胞の不死化や癌化などについての基礎研究を積み重ねてきた。独自に同定したモータリン (hsp70ファミリーに属するタンパク質) は、ヒトの癌と老化病に強い関わりがあることが明らかになってきた。また、癌抑制タンパク質 p53 の制御因子として CARF 遺伝子を同定している。我々はモータリンに対する抗体の細胞内在性を明らかにし、細胞を追跡するナノ粒子の構築に成功した。モータリンの染色は正常細胞と癌化細胞の区別にも応用できる。

老化や癌化の分子メカニズムを探索するため、siRNA ライブラリーや cDNA 発現ライブラリーを用いたスクリーニング実験も行っている。我々がインドに自生する植物アシュワガンダの葉から新規に同定した薬効成分についても解析を進め、抗癌活性や抗老化活性のある成分や関連する遺伝子群を同定している。その他にも、タンパク質を構成しないノンコーディング RNA (ncRNA) に着目し、生きたままの細胞内で ncRNA を蛍光検出する新規手法を通じて分子解析を進めている。上記のような標的因子の細胞内での挙動を制御することで、細胞の不死化や癌化を自在に操ることができる技術の開発を行い、「より良い医薬品の開発・提供」や「健康産業の創造」に貢献できるような研究活動を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2 (7)

## 遺伝子応用技術研究グループ

(Applied Gene Technology Research Group)

研究グループ長：町田 雅之

(つくばセンター)

概 要：

遺伝子、タンパク質などの生体に分子に関する情報を高精度かつ高速に解析する技術の開発及びこれらの情報を産業に展開するための技術を開発することを目的とする。磁気ビーズ、マイクロアレイ、蛍光検出などを利用した新たな解析手段の開発、及びゲノム情報を利用した診断技術の開発や生物機能の利用技術の開発を行う。DNA や抗体を固定化したビーズを用いた DNA の変異や抗原を自動的に解析する技術、DNA マイクロアレイによって染色体異常を検出することによってガンなどの診断を行う技術、環境中の DNA から有用な遺伝子を効率的に探索する技術、ゲノム情報に基づいた新規な酵素の機能解析などによる生体分子の解析に有用なツールの開発や有用物質の生産に結びつけるための技術などの開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 4

## バイオインターフェース研究グループ

(Biointerface Research Group)

研究グループ長：小島 正己

(関西センター池田)

概 要：

生体情報が統御するバイオシステムの解明と工学を越える新バイオ技術の創成を目指します。新規バイオ技術を生み出すためには、バイオの論理と工学の論理をより高い次元で融合する考え方の創造が必要になります。バイオインターフェース研究グループは、ヒト幹細胞 (iPS 細胞など) からの人工神経細胞作製技術、単一神経細胞・単一シナプスのレーザー操作技術、神経科学の概念を物理学や工学を使って発展させて新しい知的情報処理を提案する神経知能工学、組織再生工学に基づいた機能再生技術などを融合し、ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) をはじめとする次世代技術の開発を目指します。将来は、自己学習する知的なロボット技術、人工の視力や聴覚など身体機能を代替するサイボーグ技術などの実現が期待されます。

研究テーマ：テーマ題目 2 (8)

-----  
[テーマ題目 1] 組織・細胞の再生・代替 (1)

[研究代表者] 大串 始

(組織・再生工学研究グループ)

[研究担当者] 大串 始、秋葉 龍郎、中村 真理、

廣瀬 志弘、鍵和田 晴美、寿 典子

(常勤職員6名、他60名)

[研究内容]

骨関節再生に関する研究において、ヒト骨髄からの間葉系幹細胞の増殖技術を確立し、この間葉系幹細胞から再生培養骨を作製することに成功した。当初は関節症の患者の骨再生を行ってきたが、最近では大腿骨頭壊死や先天性骨疾患の患者の骨再生も行った。大腿骨頭壊死に関しては、荷重部の関節であり、壊死部を搔爬すると骨頭の変形が生じる可能性があり、培養骨移植に腓骨移植を併用した。また、この症例には、いままで用いていたハイドロキシアパタイトセラミックでなく、リン酸三カルシウムセラミック内での培養骨を作製して用いた。これは、大腿骨頭内から非吸収性のハイドロキシアパタイトセラミックが関節内に迷入すると関節軟骨へ障害を及ぼす危険性があり、吸収性であるリン酸三カルシウムセラミックを用いた。これらの再生医療技術の臨床応用には、ヒト細胞を無菌状態で培養できうる環境、すなわちセルプロセッシングセンター (CPC) の構築ならびにそのマネジメントが重要であり、そのために我々は医療器具に関する国際認証である ISO13485を取得し継続している。これらの骨再生においては、標準化活動も視

点にいれている。すでに、培養間葉系幹細胞の *in vitro* での骨基質定量法を確立し、本手法の規格案を ASTM International (American Society for Testing and Materials) へドラフト提案するのみならず、間葉系幹細胞の種々生体材料内での骨形成の評価方法に関して、ISO TC150へ PWI (Preliminary Working Item) として提案した。上記の骨基質定量には計測装置を必要とする。現在、汎用型の非常に高価な装置を用いる必要があるが、この定量法を一般化するには安価な装置が必要である。このために、三洋電機とともに骨基質定量に特化した計測装置の開発を開始し、プロトタイプの装置を作製でき、数年後の市販に目処が付きつつある。さらに、間葉系幹細胞を臨床応用するには、その細胞の増殖能を非侵襲的に予想できることが理想である。そのため、形態観察による間葉系幹細胞の増殖活性研究を行い、幹細胞の厚みが増加することにより増殖能が高まることを見いだした。さらに、この厚みの計測に関わる装置開発をオリンパス(株)とともにやっている。以上は間葉系幹細胞を用いた骨再生の研究であるが、独自に開発したスキャホールド上で間葉系幹細胞の軟骨分化研究に着手した。ウサギを用いた実験により、関節軟骨欠損にこのスキャホールド内で間葉系幹細胞を移植して軟骨欠損が良好に修復することを見いだした。さらに、豚等の大動物での安全試験をふまえて実際の軟骨損傷の患者に移植することに成功した。

心再生の臨床応用に関しては、心不全の患者の骨髄から間葉系幹細胞を増殖して患者に移植し、重篤な副作用もなく心機能が改善したことを確認できた。この心再生のメカニズムとして、移植された間葉系幹細胞の心筋細胞への分化が生じることが期待されるが、この分化効率は高くなかった。しかし、間葉系幹細胞、特にヒト骨髄由来の間葉系幹細胞が血管新生に関わるサイトカインである VEGF や HGF を旺盛に分泌することを見いだした。重要な点であるが、細胞を数継代行っても、その分泌能は低下しなかった。このことは、間葉系幹細胞が分化能力のみならずサイトカインの作用により、移植周囲の組織に働きかけて血管新生を導く可能性を示唆した。実際、ヒト間葉系幹細胞を免疫不全動物であるヌードラットに移植したところ、ヒト型の VEGF がラット体内で確認でき、移植ヒト間葉系幹細胞がラット体内で生き続け、VEGF を分泌しえることを実証した。

以上のように、我々はこの数年骨髄由来の幹細胞を用いての研究を行ってきたが、骨髄以外の体性幹細胞探索研究も開始した。具体的には、棄却されうる組織である歯胚(親知らず)に間葉系幹細胞が存在することを検証し、その増殖に成功した。この歯胚の増殖能は骨髄由来の間葉系幹細胞と比較すると、より活発な増殖能を示した。また、歯胚間葉系幹細胞は骨への分化も生じたが、肝細胞へも分化することを確認した。肝細胞への分化は *in vitro* で可能であるが、ラットの肝不全モデルを用い

て、生体内 (*in vivo*) でも歯胚由来間葉系幹細胞が肝細胞へ分化するのみならず、肝不全の肝機能を回復することも見いだした。

このように、骨髄以外の幹細胞を用いての新たな臨床応用への可能性を見いだした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 幹細胞、再生医療、骨再生、心筋再生、歯胚、標準化

【テーマ題目1】 組織・細胞の再生・代替 (2)

【研究代表者】 弓場 俊輔

(ニューロニクス研究グループ)

【研究担当者】 弓場 俊輔、川崎 隆史、藤森 一浩、  
工藤 卓、出口 友則、細川 千絵  
(常勤職員6名、他5名)

【研究内容】

小規模脳のモデル系として構築した分散培養神経回路網の活動電位空間パターンがあるばらつきを伴って再現性良く発現すること、この活動パターンが神経回路網の内部状態に依存して変化することを発見した。具体的には、数秒先だった事前入力を加えた場合と事前入力無しの場合の活動電位パターンを、ベクトル表現して、事前入力有る無しに対するパターン間のユークリッド距離を比較することで、3秒程度持続するネットワーク性の履歴現象が存在することを見出した。この知見は、神経回路網制御・神経情報コードの解読に重要である。また、機能的神経回路を再構築するための基盤技術として、神経回路の光制御技術の開発に関する研究を継続して行っている。神経回路網をレーザー光で分割し、分割したエリア間の全体的な同期性を定量的に見積もる手法を開発した。この手法により、切断された神経接続の再生過程を確認することに成功した。上記の神経回路網の履歴性の発見と、神経回路の光制御技術は、神経回路網の再生・再接続及びBMIなどによる機能再建のための要素技術として中核的な役割を果たすことが期待される。

また、本年度より、ゼブラフィッシュ、ニワトリなどのモデル動物を用いて、特に発生や再生の過程における分子・細胞レベルでのメカニズムの解明を試みるとともに、人為的な制御により有用蛋白質の大量生産に繋がる技術の開発を試みている。

また、精神神経疾患病因の解明とその治療と創薬研究に貢献するため、ヒト体細胞より作成した幹細胞 (iPS細胞) を分化誘導してシャーレ上で機能的神経細胞ネットワークを構築する研究の検討を始めた。

次世代実験動物として期待されるメダカについては、既にほぼ完成したメダカゲノムデータを基にクローニングした、精神神経疾患及び循環器疾患の原因遺伝子、神経マーカー、脈管マーカー遺伝子を応用し、様々なトランスジェニックメダカを作成し、応用・解析に着手した。精神神経疾患及び循環器疾患の原因遺伝子に関しては、

過剰発現により哺乳類と同様の病態を示すトランスジェニックメダカ系統を1例作成することができ、詳細についてさらに解析中である。神経系特異的プロモーターに関しては、既に発現活性確認済のものを応用して、トランスジェニックメダカ作成効率を上げるための部位特異的組換え酵素によるプロモーター領域組換え可能な系統作成に着手し、また、神経系機能可視化メダカを作成し、刺激による応答を可視化することに成功した。

一方、神経・脈管系マーカー遺伝子の一つを応用し作成した脈管系可視化メダカを血管可視化メダカと掛け合わせることで、リンパ管判別を容易にするとともに、これまでに解析していない部位でのリンパ管の形成を解析することを可能とした。疾患モデルメダカについては現在、遺伝子破壊モデル作製に注力し続ける一方、上記過剰発現系や薬剤誘発モデルの作製・解析法を考案した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経回路網、再生、レーザー、メダカ

【テーマ題目1】 組織・細胞の再生・代替 (3)

【研究代表者】 安積 欣志

(人工細胞研究グループ)

【研究担当者】 安積 欣志、清原 健司、杉野 卓司、寺澤 直弘 (常勤職員4名、他7名)

【研究内容】

組織・細胞機能の代替技術、あるいは、身体的ハンディを克服・支援する機器・技術等の開発において、生物と同じ様な環境変化に対する物性の変化をする特性を持ち、しかもソフトで軽量な人工材料(刺激応答材料)を開発することは重要である。我々は以上の視点にたち、特に運動機能の代替材料としての人工筋肉材料の開発を進めている。具体的には、これまで、生物学的にも力学的にも生体適合性が優れていると考えられる高分子ハイドロゲルを用いた、電場駆動型のソフトアクチュエータの開発を進めてきた。この素子は低電圧で大きく変形し、様々な応用開発も進められているが、ハイドロゲルを用いることからくる使用環境の制約や、発生応力が小さい点が研究課題としてあった。我々は、これらの問題を解決するために、電解質として常温熔融塩とも称せられるイオン液体を、また電極材料として、電気化学表面積が大きく導電性も優れ、しかも機械的特性も優れて軽いという、アクチュエータ電極材料としては理想的ともいえる単層カーボンナノチューブを用いたアクチュエータ素子を開発した。すなわち、開発した素子は、イオン液体ゲルの両側を、カーボンナノチューブを分散したイオン液体ゲルからなるカーボンナノチューブゲル電極でサンドイッチした構造からなり、完全なドライ環境で、数Vで大きく変形することが可能というものである。昨年度より開始した、この素子の高機能化を進めロボット用アクチュエータとして開発を行う、NEDO ナノテク先端部材実用化研究開発「高配向性 CNT を用いたナノ構造

制御による低電圧駆動高分子アクチュエータの研究開発」プロジェクトにおいて、この素子の開発を進めている。本年度は特に、産総研ナノカーボン研究センターで開発されたいわゆるスーパグロース法による高純度、長尺のカーボンナノチューブを用い、そのイオン液体、溶媒との分散性を詳細に調べることによって、高含量に分散したナノチューブを含んだアクチュエータ電極を作成することに成功した。その電極を用いて、アクチュエータ素子を作成したところ、極めて応答性の優れた素子を作成することに成功した。この素子は、同種のものの中で、数 V の低電圧で空中で駆動可能なものとしては、現在のところ、世界で最も応答性が優れたものと考えられる。このプロジェクト開発により、ヒューマノイドロボットや、医療・福祉機器用アクチュエータとしての実用化開発を進めていきたいと考えている。また、このようなイオン分極に基づく原理のアクチュエーション現象について、電気二重層内における応力発生のメカニズムを分子シミュレーションによるモデリングし、分子レベルからのモデリングを進めるとともに、電圧を加えた際の電極層内部における圧力発生のメカニズムについての実験的およびモデル的な研究を進めた。これらの基礎的研究を進めるとともに、プロジェクトの共同研究などで応用デバイスの開発等も同時に進めている。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人工筋肉、高分子アクチュエータ、カーボンナノチューブ

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (1)

【研究代表者】 三宅 淳

(細胞ナノ操作工学研究グループ)

【研究担当者】 三宅 淳、佐藤 孝明、廣野 順三、中村 史 (常勤職員4名、他30名)

【研究内容】

ナノ針を用いた細胞操作技術(セルサージェリー技術)の開発において、通常のピラミッド状の AFM 探針では押し付け動作を行った時に機械的刺激によって急激なカルシウムの流入が起こるのに対して、ナノ針挿入時にはカルシウム流入は全く見られず、機械的刺激の小さいマイルドな手法であることが証明された。

セルサージェリー技術では針の細胞挿入状態の力学的検知が特長である。細胞へナノ針挿入する際にフォースカーブ上に現れる斥力の急激なドロップが、細胞の裏打ち構造の破壊に起因するものであって、脂質膜のみから成るリポソーム等では、脂質膜が変形し、陥入するのみであり、200 nm 直径の細い針でも内部に侵入できないことが明らかとなった。

セルサージェリー技術を応用し、ホルモン製剤の薬効試験を単一細胞で行う技術を開発した。エストロゲン応答 GFP ベクターをナノ針上に吸着させてヒト乳ガン細胞へ導入した結果、24時間で GFP 発現を確認した後に、



エストロゲン阻害剤の添加後さらに24時間で GFP 蛍光の減少を評価する手法が有効であった。すなわち1個の乳ガン細胞を用いて48時間でホルモン製剤の薬効を調査できることを示している。

抗体修飾ナノ針を用いて、細胞内の骨格タンパク質を力学的に検出する技術を開発した。アクチンの検出においては、細胞内に発達したストレスファイバーの分布を力学的にマッピングすることが可能であることが示唆された。また、神経系細胞の分化マーカーであるネスチンを力学的に検出し、ネスチン陰性細胞と陽性細胞の共培養状態から、陽性細胞を力学的に検出することが可能であることが示された。

また、高度な知的情報処理を行う神経系の機能再生／代替基盤技術の一環として、嗅覚系で複雑な入力情報から必要な情報が自動的に抽出されるアルゴリズムを明らかにする研究について行った。カルボン鏡像異性体を主成分とする混合臭を用いた匂いの質の評価実験では、主成分が匂いのユニーク度と主要な要素情報を支配することが示唆された。一方、新たな実験パラダイムでは、微量成分が主成分に影響を与えることが示唆された。さらに、センサー用培養細胞でより広範な分子構造に渡り、1種の嗅覚レセプタの分子応答特異性を確認し、新たに応答するリガンドが確認されるとともに、匂い分子の中央部分とレセプタとの相互作用がレセプタの活性化に必要であることが示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞プロセス時系列解析装置システム、嗅覚機能代替匂いセンサー、ナノ針

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (2)

【研究代表者】 近江谷 克裕

(セルダイナミクス研究グループ)

【研究担当者】 近江谷 克裕、中島 芳浩、呉 純、星野 英人、丹羽 一樹

(常勤職員4名、他8名)

【研究内容】

細胞を「知る」細胞機能計測のための基盤研究として生物発光系機能計測システムの開発を行った。具体的には、1) 生物発光プローブの基盤開発として、ウミシイタケルシフェラーゼの高機能化、ウミホタルルシフェラーゼの構造機能の改変や発光性渦鞭毛藻由来ルシフェラーゼの構造機能相関の解明に成功した。特に、ウミシイタケルシフェラーゼと蛍光タンパクを融合した BAF プローブでは従来を超える強度を達成、一細胞イメージングの道を切り開き、Nature Methods に論文を掲載した。またウミホタルルシフェラーゼのアピチン・ビオチン化技術を確認し、ビオチン化ウミホタルルシフェラーゼを利用したイムノアッセイや近赤外光プローブの作成に成功、知財化を行い、さらにはウミホタルルシフェラーゼ技術の製品化を進めるため、海外企業と積極的に技術移

転交渉を行った。2) 体内時計システムの可視化として、マルチ遺伝子発現検出システムを利用、体内時計関連遺伝子の一つ Bmal の転写活性を赤色と緑色の光で発信する細胞群を構築、共培養系を確認し細胞間の情報伝達の可能性を考察するなど、新しい体内時計解析法を開発した。3) 生物発光プローブを活用した化学物質有毒性評価試験法として、細胞内の複数の遺伝子発現情報を解析するマルチ遺伝子発現検出システムの応用展開、簡易かつ迅速で高精度な化学物質のリスク評価管理を行うため化学物質評価用マルチ遺伝子発現検出システムを開発、特に今年度は、毒性評価モデルとして免疫毒性評価用細胞の開発を重点的に行った。免疫毒性の評価に繋がる IL1 $\beta$ 、INF $\gamma$  などのプロモーターを多色ルシフェラーゼにそれぞれ挿入したベクター群を構築、評価細胞となる Jarkat 細胞に複数、同時挿入した(複数の遺伝子発現を異なる発光色のルシフェラーゼで解析)。PMA やイオノマイシンなどの誘導実験などを通じ、毒性評価に有効なベクター群を探索中である。また、毒性評価に最適なコントロールベクターの開発を目指し、恒常のプロモーターCAG、GAPDH や CMV などの時間的な発現安定性を評価した。さらに、カルパインの部分構造をルシフェラーゼに挿入することで、毒性予測に最適化された半減期の短い発光プローブの開発に成功し、特許申請を行った。4) 細胞内物質群の計測・標準化として、バイオ発光・蛍光技術のより高い信頼度、高い再現性を確保するため、標準発光試薬や絶対光量測定装置などの検討を継続した。特に、本年度は経済産業省委託事業を財団法人日本規格協会から再委託された標準化フィージビリティスタディ(テーマ名: 絶対発光量の測定方法と測定装置の規格)を主体となって生物発光化学発光の測定に関する調査研究を行い、国内外の発光標準の現状について報告書を提出した。また、絶対光量測定装置の開発を東大、アトー株式会社と行い、ホタルの発光収率を0.41と書きかえることに成功、Nature Photonics に論文掲載した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 イメージング、バイオ標準、細胞機能

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (3)

【研究代表者】 達 吉郎(分子創製研究グループ)

【研究担当者】 達 吉郎、川崎 一則(兼任)、安藤 尚功、田和 圭子、森垣 憲一(兼任)(常勤職員5名、他9名)

【研究内容】

脂質二分子膜を固体基板上に再構成するメンブレンチップ技術は、固体基板上において膜タンパク質を組み込んだパターン化脂質二分子膜をアレイ化することにより新規な計測システムを構築することを目指すものである。現在、多く開発されているプロテインチップは、対象が水溶性タンパクに限られており、膜タンパク質は脂質膜

に組み込まれた状態でのみ活性を示すため、機能解明やバイオデバイスへの応用が水溶性タンパクに比較して大きく遅れている。今年度は実現に必要な要素技術の開発を進めた。(1) ポリマー脂質膜作製技術の改良を行い、従来法よりもより均一なドメイン構造、サイズを持った脂質膜を作製することが可能になった。(2) パターン化脂質二分子膜への膜タンパク質組み込む要素技術として、チトクロム P450導入と機能計測を行い、基板上で P450 の酵素活性を検出することに成功した。(3) 膜融合ペプチドを用いて脂質膜を固体基板表面に導入することに成功した。

表面プラズモン励起蛍光分光法 (SPFS) は、金薄膜表面に吸着した物質の表面プラズモン共鳴による近接場光の励起を用いることで、オングストロームレベルで吸着量 (膜厚) などの計測が可能な測定法である。表面プラズモン励起蛍光分光法は、表面プラズモンにより励起された蛍光を測定するため、表面だけを選択的により高感度で (3桁以上) 測定することができ、細胞膜近傍での物質動態の計測やバイオセンサーチップなどの技術に有用と考えられる。今年度は、セルチップ創製のための装置開発を行い、新たに基板表面に周期構造を作製したガラス基板を用いた高感度な表面プラズモン励起蛍光顕微鏡を試作した。表面の細胞膜に蛍光標識された抗体をもつ細胞を通常の20倍以上の明るさで観察することに成功した。

ケージド化合物は、光解離性保護基を生理活性物質に結合した化合物であり、光照射で構造や機能が制御できるため、細胞や組織において生理活性物質の作用動態を高い時間空間分解能で作用動態を解明するための重要な技術と考えられており、ケージド化合物のうち、開発が遅れていたケージドペプチドの調整法の開発を先駆けて進めている。今年度は、ケージドペプチドを調製するための光解離性保護基修飾試薬を合成し、ペプチドやアミノ酸の官能基のうち、アミノ基への光解離性保護基の導入の最適化条件を見出した。

金属イオンに対して選択的に応答するプローブ分子は、生体内の金属元素の挙動を低侵襲にモニターする技術として重要である。今年度は、プローブ分子に水素結合能を有するスパーサーを導入し、金属イオンの選択性的変化について検討した。

急速凍結レプリカ電子顕微鏡法は、化学的な固定剤や氷晶防止剤を使用せずに電子顕微鏡標本を作製する技術であり、細胞の構造解析に威力を発揮する電顕観察法である。今年度は、レプリカ作製を超高真空・極低温環境下で行うことによって、電子顕微鏡で観察される膜タンパク質像の分解能を改善した。その結果、膜タンパク質  $\text{Na}^+/\text{K}^+\text{-ATPase}$  の 1 分子ずつを分離して画像化することに成功した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脂質二分子膜、メンブレンチップ、重合

性脂質、光リソグラフィ、表面プラズモン励起蛍光分光、イメージング、高感度、ケージドペプチド、抗体、急速凍結レプリカ電子顕微鏡法、ナノバイオテクノロジー

## 【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発 (4)

【研究代表者】 安宅 光雄

(細胞分子機能研究グループ)

【研究担当者】 安宅 光雄、石川 一彦、上垣 浩一、萩原 義久、中村 努、峯 昇平  
(常勤職員6名、他7名)

## 【研究内容】

産業用酵素、特に超耐熱性を有する産業用酵素の開発を行っている。

超好熱性の生物のゲノム解析は、(現在の) 製品評価技術基盤機構を中心とする業務として、アーキア (古細菌、始原菌) である *Pyrococcus horikoshii*、*Aeropyrum pernix* を対象に進行し、20世紀の終わり頃公開された。超好熱性生物のゲノムを全解読した例としてともに最初の例に属し、日本で進行したゲノム全解読が世界に貢献したと認められている。どちらのアーキアも100℃近い高温で生育する生物で *Pyrococcus horikoshii* は嫌気性、*Aeropyrum pernix* は好気性で、双方の性質を持つアーキアが比較できるという点でも有用性が高い。

高磁場環境中で精密構造解析に必須のタンパク質高品質結晶調製装置の開発およびその方法論の構築に成功した。さらに、代表的なタンパク質の立体構造を決め、立体構造に関係する範囲において機能の研究も進めた。文科省が21世紀に入って開始した「タンパク3000プロジェクト」では、*Pyrococcus horikoshii*、*Aeropyrum pernix* の2つのアーキアの生産するタンパク質についても、できるだけ網羅的に構造と機能の理解が求められた。当グループは始動時からこのプロジェクトに係わり、特に産業に役立つと考えられる超耐熱性の産業用酵素を対象に、構造決定と機能の研究を進めてきた。

平成17年度に開始された「産業用酵素シンポジウム」も、継続して毎年開いてほしいという声を背景に19年度には「第3回産業用酵素シンポジウム」として九州大学と共同開催し、内外の講師の講演とポスター発表の機会を提供した。さらに第4回のシンポジウムを東京で開催することも決定している。

また、当グループの研究成果から生まれた知財を中心に設立された「株式会社耐熱性酵素研究所」が、AISTベンチャーとして引き続き活発に活動し、既に社員10名の雇用を実現し、株式上場を目指すまでに成長した。

「タンパク3000プロジェクト」に参加することにより放射光施設 SPring-8を利用する機会を大幅に確保でき、NMR 法とも併せてタンパク質の精密立体構造の決定を進めている。本年度、(1) 新たに超耐熱性キチナーゼの

キチン結合ドメインを利用すればセルロースの糖化に重要な酵素の高機能化に有効であることを示した。(2)超耐熱性セルラーゼの立体構造を決定し、この構造と機能情報からバイオマスの糖化工程に有効な酵素であることを示した。(3)スレオニン脱水素酵素の構造情報から、その機能に関わるアミノ酸残基を同定し、酸化還元系のバイオセンサー応用への基礎的データを収集した。(4)超耐熱性キチナーゼ活性ドメインの構造情報を利用しキチナーゼの高機能化に成功した。(5)蛋白質科学を産業応用及び生命現象の根源的理解へ繋げるための研究を行い1)抗体ドメインのジスルフィド結合導入による安定化に成功し、2)受精膜融合に関わる蛋白質フラグメントを同定、その物性を明らかにした。(6)活性酸素除去に関与する蛋白質(Prx)の酸化反応中間体の化学構造を明らかにし、天然物由来としては初めて超原子価化合物を発見した、というのが主たる成果である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造、タンパク質立体構造、超耐熱性、産業用酵素、アーキア、古細菌、始原菌、磁場、高品質結晶、X線構造解析、NMR、構造生物、細胞の品質管理機構、抗体工学

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (5)

【研究代表者】 三宅 正人

(細胞情報工学研究グループ)

【研究担当者】 三宅 正人、藤田 聡史

(常勤職員2名、他16名)

【研究内容】

#### 1) 創薬ターゲット同定技術開発

細胞モニタリング技術と細胞情報解析技術を活用して解析したパスウェイ情報に基づき、有望な創薬ターゲットを信頼性高く、高効率に絞り込み可能な技術の開発を行った。具体的には、実際の創薬に用いられる乳ガン臨床モデル細胞を用いた創薬ターゲットの絞り込み・同定をモデルとして、細胞アレイを活用した創薬ターゲットの同定技術の有効性を評価するに到った。上記目的のための基盤技術である、新規に開発したトランスフェクションアレイ法(TFA法)の改良を推進し、細胞に最適な基盤の設計に目途をつけた。

大規模な遺伝子スクリーニングにおける課題は、常に、初期に設定された分子ライブラリの規模や種類に結果が依存することである。本研究においては、初期の分子ライブラリの規模や種類に関わらず、目的の分子が絞り込まれるために有用な手法の提案とその有効性の評価を行った。TFA法とは、基盤チップ上に遺伝子(DNAやRNA)をマイクロアレイ化し、その表面上から細胞に遺伝子を導入する技術である。アレイ上に播種された細胞のうち、遺伝子がスポットされたエリアに接着した細胞にのみ、その固相表面上から

遺伝子が導入される。初代培養細胞を含む多くの細胞に対して遺伝子(DNA、siRNA)を高効率に導入することが可能であり、この手法を応用した新たな遺伝子機能の解析技術の開発を進めた。その結果、刺激に対する細胞の応答を様々な指標でモニタリングする技術、モニタリングにより得られた画像から情報を抽出し、創薬標的遺伝子を絞り込み、評価する技術の基盤研究・モデル研究を、今後ますます重要性が高まると考えられるガンをモデルとしたシステムを開発するに到った。また、モニタリング技術によって得られた細胞応答情報から創薬標的遺伝子を絞り込み、評価する技術としてTFAサイクル法を新たに開発した。本手法は、ガン特異的な細胞死を誘導するために重要と考えられるTRAILパスウェイをモデルとした研究によって開発を遂行している。

#### 2) 細胞制御機構の解析

ガンの主たる特徴は増殖、不死化、運動、浸潤、転移、血管新生などであり、これらの抑制がガン治療において重要である。よって、これら进行评估するためのモニタリング技術は必要不可欠であるが、細胞レベルの現象のモニタリングのうちこれまで大規模なターゲット探索の手法がなかった不死化、運動、浸潤、転移におけるモニタリング技術の開発には未熟な部分が多い。本年は細胞及び分子レベルの時系列計測データを用いて、細胞内の化学的な反応が統率のとれた細胞運動機能に関わる遺伝子を抽出するための新しい方法の開発に関する研究を行い、新規なツールを開発することができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 トランスフェクション、一細胞解析、時系列解析、遺伝子ネットワーク、パスウェイ解析、創薬標的探索

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (6)

【研究代表者】 上田 太郎 (生体運動研究グループ)

【研究担当者】 上田 太郎、広瀬 恵子、長崎 晃

(常勤職員3名、他12名)

【研究内容】

細胞運動や細胞質分裂は、細胞増殖にとって必須のプロセスであり、それらの分子機構の理解は、基礎生物学的にも医学的にもきわめて重要な意義を持つ。われわれは、ゲノムや構造が単純で分子遺伝学的解析に適している細胞性粘菌をモデル実験系として基礎的理解を進め、得られた知見を哺乳動物細胞にフィードバックするという方針で研究を進めている。具体的には、変異細胞性粘菌を用いた網羅的な解析により細胞運動に必要であると同定したPhospholipase D(PLD)に着目した研究を進めており、ラット膀胱癌細胞においてPLD活性を阻害すると運動機能が低下することを見出した(昨年度)。そこで細胞内PLD活性を可視化するためのプローブの



作成と、生細胞内における PLD タンパク質の分子動態を明らかにするために全反射顕微鏡を用いた観察を進めている。一方、細胞質分裂機構に関しては、分裂終期の両極がそれぞれ反対方向にアメーバ運動することにより細胞中央領域を受動的に収縮させ効率的に二つの娘細胞に分裂するという新規分裂機構を培養細胞で見いだした（昨年度）。そこで、細胞性粘菌を用いて細胞運動に必要な細胞接着因子（vinculin、paxillin）の新規分裂制御機構への関与を細胞生物学的アプローチにより検証し、特に paxillin を介した細胞外からの信号伝達系の存在を示唆することができた。また、細胞質分裂の制御には、Rho タイプの G タンパク質が紡錘体の下流で重要な働きをすることが知られていたが、われわれは逆に、Rho が紡錘体微小管の動態に大きな影響を及ぼすことを発見した。これらの研究は今後、細胞質分裂の制御機構に大きなインパクトを与えるものと期待される。

われわれはまた、生体運動を駆動するキネシン、ダイニンなどのタンパク質分子モーターについて、その運動メカニズムの解明とナノアクチュエータ等への応用を目指した研究を行っている。まず、昨年度に続き、細胞内の蛋白質繊維である微小管に沿って運動するキネシンやダイニンの運動メカニズムを解明するため、微小管に結合したキネシンやダイニンの ATP 加水分解サイクルに伴う構造変化を、低温電子顕微鏡法を用いて高分解能で研究した。本年度は、微小管に結合したダイニン分子モーターの構造を二つの異なるヌクレオチド状態で比較し、現在最も一般に信じられているモデルと異なり、ダイニン分子のストークとよばれる部分の微小管に対する角度が、ヌクレオチドの有無で変化しないことを示した。一方、レールとなるタンパク質フィラメントもモーター機能に重要な役割を果たしている可能性が指摘されている。そこでわれわれは、ミオシン分子モーターの線路となるアクチンフィラメントの構造・機能関連を明らかにするための研究も進めている。その第一歩として、アクチン-チモシン融合タンパク質を利用した独自の効率的組換えアクチン発現系の開発に成功し、さまざまな変異アクチンの調製と解析に着手した（昨年度）。その結果、正常にミオシンと結合し、その ATP 分解活性を刺激できるにもかかわらず、運動活性を持たない変異アクチンを作成することができた。今後、こうした興味深い変異アクチンの解析を通じて、レールタンパク質の構造変化の機能が明らかになっていくものと期待される。

一方、われわれは、キネシンをナノアクチュエータとして利用するために、基板上でキネシン・微小管系や滑走細菌を微小輸送系として使うために不可欠なブレイクスルーを達成した（Hiratsuka ら、2001、2006）。今年度は、自己組織化を人工的にデザインできる分子として注目を集めつつある DNA を使ったナノ構造・ナノアクチュエータの開発に取り組んだ。その結果、二本鎖ハイブリダイゼーションを可視光で制御する技術の開発に

成功した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 アメーバ運動、ガン転移、細胞質分裂、細胞増殖、走化性、分子モーター、電子顕微鏡、画像解析、組換えタンパク質発現系、ナノバイオテクノロジー、ナノアクチュエータ、自己複製、滑走細菌、DNA

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発（7）

【研究代表者】 Renu Wadhwa

（細胞増殖制御研究グループ）

【研究担当者】 Renu Wadhwa, Sunil Kaul,

吉成 幸一、吉崎 慎矢、加藤 義雄

（常勤職員5名、他7名）

【研究内容】

本研究テーマでは、細胞増殖制御に関与する様々な分子（RNA、天然有機物、抗体、ペプチド）についての詳細な検討を行い、正常及び異常な細胞増殖条件下でどのように調節されているかを解明する。ここで言う正常な条件には生体・組織の老化に伴う細胞複製による細胞の老衰を含んでおり、特に細胞の老衰に関連する新規の機能性遺伝子を同定することを中心にして研究を進めている。また異常な条件下での細胞増殖制御の研究では、癌や様々な種類のストレス下での細胞増殖を対象としての研究を行っている。

まず、本研究テーマでは、細胞増殖に関するタンパク質mortalinに対する抗体が直接細胞表面に作用して、増殖性の細胞内に特異的に取り込まれる現象を発見した。この内在性抗体を用い、毒性がなく、リアルタイムで細胞を可視化追跡することができるナノ粒子（i-Quantum dots）を構築することに成功した。このナノ粒子を用いて間葉系幹細胞を生体内で追跡する技術を開発した。また、CARFがp53の上流で作用し細胞老化、アポトーシスで重要な働きを持っていることを明らかにした。さらに、インドやネパールに自生するナス科の低木植物アシユワガンダ由来の新規抽出画分（i-Extract）が新規の抗癌剤として有用であることを明らかにするとともに、抗老化作用もあり、正常細胞を酸化ダメージから守る働きがあることを明らかにした。

次に、研究担当者らが持つshRNAライブラリーやcDNA発現ライブラリーを用いたスクリーニングのノウハウを用いてMKT-077やi-Extractなどの薬剤の細胞内ターゲット遺伝子の同定に成功した。癌細胞の多剤耐性に関与する遺伝子の候補として、独自にBst2遺伝子を同定し、作用機序の解析を進めている。これらの遺伝子の一部についてはさらに分子伝達経路の解析を進めており、モータリンが関与していることを明らかにした。また、モータリン染色法を用いたレポーターアッセイで抗ガン

作用を示すshRNAの同定に成功し、さらにその解析を進めている。

さらに、近年、我々が研究対象としている上記の生命現象に、タンパク質に翻訳されないノンコーディングRNA (ncRNA) が関与しているという報告例が相次いでいるが、本研究テーマでは、細胞不死化因子を同定する延長線上でncRNAに着目し、ncRNAの制御に関わる遺伝子の探索法や生細胞内でのncRNA蛍光検出システムの開発に取り組んでいる。

これらの研究により、老化と癌に対する効果的な治療法の開発がより高いレベルで行われることになると考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞増殖制御、ncRNA、老化、癌、植物抽出物、ナノ粒子、モータリン、

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (8)

【研究代表者】 小島 正己 (バイオインターフェース研究グループ)

【研究担当者】 小島 正己、工藤 卓、大石 勲、  
細川 千絵、北畠 真子  
(常勤職員5名、他5名)

【研究内容】

生体情報が統御するバイオシステムの解明と工学を越える新バイオ技術の創成を目指します。新規バイオ技術を生み出すためには、バイオの論理と工学の論理をより高い次元で融合する考え方の創造が必要になります。バイオインターフェース研究グループは、ヒト幹細胞 (iPS 細胞など) からの人工神経細胞作製技術、単一神経細胞・単一シナプスのレーザー操作技術、神経科学の概念を物理学や工学を使って発展させて新しい知的情報処理を提案する神経知能工学、組織再生工学に基づいた機能再生技術などを融合し、ブレイン・マシン・インターフェイス (BMI) をはじめとする次世代技術の開発を目指します。将来は、自己学習する知的なロボット技術、人工の視力や聴覚など身体機能を代替するサイボーグ技術などの実現が期待されます。

・個性的な脳の仕組みの研究から見出す脳の新原理の発見と精神神経疾患創薬のための基盤技術の開発

生命現象とは、その共通する仕組みと多様性を生み出す仕組みの競合的 Balance により進化を続ける合理的な複雑系であり、この考え方を脳に当てはめるとき、健やかかつ個性的な脳の理解を目指すことになります。この研究では、脳由来神経栄養因子 (BDNF: Brain-derived neurotrophic factor) と呼ばれる脳の成長因子に注目し、個性的な脳の仕組みという新しい脳科学の課題に取り組みます。BDNF の生理作用は、神経細胞の生存、機能発達、シナプス可塑性、神経損傷修復など極めて多様ですが、その一方で、一塩基多型 (SNPs: Single nucleotide polymorphisms) による BDNF の

分子機能修飾と脳機能の個性化が示唆されています。この研究では、バイオインフォマティクス、構造生物学、分子生物学、細胞生物学、モデルマウスの作製と行動解析、電気生理学 Cohort 解析などを用いて、BDNF の polymorphisms の分子機能の解明を進め、個性的な脳の発現メカニズムの理解を目指します。

・再構成培養神経回路網を用いた神経知能工学プラットフォームの開発

生体系である神経回路網と電子デバイス系を統合する技術を開発し、ブレイン・マシン・インターフェイス (BMI) をはじめとするサイボーグ工学の要素技術を産み出します。神経科学の概念を物理学、システム工学、情報工学の力を使って発展させて、新しい知的情報処理手法を提案します。また、計測・信号解析技術を応用して、感性工学に資する認知計測技術を開発します。これらの研究の中核にあるのが、再構成培養神経回路網を用いた神経知能工学プラットフォームです。これは、ラット海馬神経細胞を用いた分散培養系に、ロボットなど外界との入出力機構を備えたもので、外界と相互作用する小さな脳のモデルとなります。

・バイオインターフェース研究の学術的理解とその産業応用を目指した新規モデル生物を含めた有用バイオアッセイ系の構築

高次生命現象は遺伝子発現、蛋白質などの生体分子、細胞、組織間のインターフェースによって複雑精緻に制御されていますが、その機構は未解明の部分が数多く存在します。本研究ではモデル動物を用いて特に発生や再生の過程における分子・細胞レベルでのインターフェースの機構の解明を試みるとともに、人為的な制御により有用蛋白質の大量生産に繋がる技術の開発を試みています。

・単一神経細胞・単一シナプスのレーザー操作技術の開発

神経回路網は様々な機能分子の活動に応じて細胞ネットワークを動的に変化させ、情報処理を行う生体システムです。本研究では、神経細胞内の局所領域に高強度レーザー光を導入することにより、神経細胞のレーザー操作技術の開発に取り組んでいます。フェムト秒レーザーを用いた神経回路網の局所領域の切断や、光ピンセットによる単一シナプス動態の機能制御を目指します。このレーザー操作技術により、神経回路網における分子動態から細胞ネットワークに至る階層システムに対する新しい理解と神経科学に対する新たな展開を拓きます。

・ヒト幹細胞 (iPS 細胞など) からの人工神経細胞作製技術

これまで、ヒト ES 細胞を用いた治療技術には、既存の方法を越える画期的な効果が期待されてきました。しかし、その倫理的・技術的な問題のため、実際の治療応用を加速する実用化研究の推進が必要とされてきました。本研究ではヒト体細胞より作成した幹細胞 (iPS 細胞)

を分化誘導してシャーレ上で機能的神経細胞ネットワークを構築する研究を進めます。この研究から確立されるヒト神経細胞の均一かつ大量培養系は、パーキンソン病やうつ病などの精神神経疾患病因の解明とその治療と創薬研究の進展に貢献します。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経細胞、神経栄養因子、ブレイン・マシン・インターフェース、モデル生物、フェムト秒レーザー、ヒト幹細胞

【テーマ題目3】 生体分子の解析ツールとゲノム情報利用技術の開発

【研究代表者】 町田 雅之

(遺伝子応用技術研究グループ)

【研究担当者】 町田 雅之、河原林 裕、小池 英明、玉野 孝一  
(常勤職員4名、他13名)

【研究 内 容】

ゲノム解析の進展によって膨大な遺伝子塩基配列が蓄積され、これを利用した生命科学の研究、ゲノム創薬や医療診断技術の開発、有用物質の生産技術の開発など、ライフサイエンス分野における基礎研究から医療・バイオテクノロジーなど産業利用まで、きわめて広範な利用が行われている。一方、ゲノム情報のより高度な利用には、単なる塩基配列だけでなく、DNA の修飾から遺伝子にコードされたタンパク質の性質、遺伝子やタンパク質が関与によって生産された物質、細胞の機能など、多種多様な解析を高速かつ安価に行うことが重要となっている。そこで、本研究では、分子生物学的・生化学的な技術の開発を中心とし、自動化を視野に入れた解析技術の開発を行う。また、様々な解析によって得られた情報を利用して、医療診断や有用物質生産などの産業化に利用するための技術を開発することを目的とする。

麹菌のゲノム解析においては、比較ゲノム解析やDNA マイクロアレイを用いた解析によって、代謝経路の解析と生産性向上の研究を行い、これまで未知であった代謝経路の解析が進みつつある。また、二次代謝系遺伝子を利用した糸状菌の安全度評価方法の開発、染色体の高次構造に依存した発現制御の兆候を見いだすことに成功した。これらにより、麹菌のゲノム情報を用いた産業への利用技術の開発が進み、比較ゲノム解析による遺伝子機能の解析のための基本的な技術が整備されつつある。環境中の DNA 及びゲノム情報を利用した有用酵素の探索・難培養性微生物からの有用遺伝子の探索については、超好熱古細菌 *Sulfolobus tokodaii* 由来糖スクレオチド合成酵素の新規な活性を見いだした。さらに、フルクトース6リン酸からグルコサミン6リン酸を合成する酵素の活性及び付随する新規活性を見いだした。また、地上温泉サンプルから得た DNA を用いて構築したライブラリーから獲得された塩基配列及びその中の遺伝子情

報を DNA データベース DDBJ への登録を行った。同一地点についてライブラリーの量を増やすことによる末端塩基配列の獲得を行った。ビーズアレイ、タンパク質アレイ技術については、これまでに開発した要素技術を基盤として、特に産業的に利用価値の高い抗原の検出について、定量性、再現性の確保、複数の抗原の多重化検出について検討を進めた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 麹菌、ゲノム科学、環境 DNA、産業酵素、ビーズアレイ

【テーマ題目4】 ゲノム情報に基づいた診断システムの開発

【研究代表者】 平野 隆

(遺伝子応用技術研究グループ)

【研究担当者】 平野 隆、町田 雅之、玉野 孝一  
(常勤職員3名、他3名)

【研究 内 容】

ゲノム情報を利用した診断技術は様々な方式や技術が存在するが、ゲノム DNA に基づく方法は、解析方法が比較的容易で信頼性の高い結果が得られる特徴があると考えられる。また、細胞内のタンパク質分子の動態を時系列的に画像解析することにより、細胞機能に関する重要な情報が得られると期待される。そこで、発現メカニズムの解明やガンの性質などを高感度かつ高精度に診断するシステムを構築することを目的として高感度かつ高信頼度で解析する技術の開発を行った。

前年度においては診断あるいは創薬の基本となる日本人ゲノムライブラリーの創生を行った。これまで診断、創薬はゲノムレベルで言えば欧米人の属するコーカシアンについて開発が行われ、我が国に導入されていた。しかし日本人の属する東アジアのモンゴリアンは欧米人のコーカシアンとは薬剤に対する感受性あるいは疾患のあり方が異なることが知られている。すでに近年最も罹患率が世界的に上昇しつつある肺癌について、東アジアの女性の肺癌特に腺癌に有効な抗癌剤イレッサが見出されている。さらに様々な薬剤の副作用に関して日本人は異なることが報告されている。このようなゲノムレベルでのコーカシアンとの相違点を明らかにするためには日本人のゲノムライブラリーを構築し、我が国共有のヒトゲノムリソースとして公開する必要がある。このような日本人ゲノムリソースの開発は産総研が公的機関として行うべき最も基本的使命である。

これまでに日本人ゲノムライブラリーの両末端の塩基配列を新規導入したキャピラリー型シーケンサを用いて解析を行った。全体で33万クロンのライブラリーの内約3分の1の11万クロンについて DNA を精製し、蛍光標識して塩基配列の解析を完了した。この塩基配列結果を米国 NIH のヒトゲノムデータベースを参照して配列を決定し、ヒトゲノム全体の80 %以上をカバーする



ことが示された。今後この配列結果を基にして日本人 BAC によるタイリングアレイを設計し、試作を行う予定である。タイリングアレイは癌の臨床検体から得た DNA の解析に供し、癌の悪性度に関連する BAC を見出し、臨床診断に用いるアレイを作成することを目指す。またプロジェクトに参画した企業と連携し、新規アレイ用蛍光試薬の開発、アレイ用ガラス基盤の作成、短時間で臨床検体との反応を行うシステムの開発、少ない臨床検体から解析できる高感度の検出装置の開発を行う。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 プロテインアレイ、麹菌、ゲノム解析、半導体蛍光ナノ粒子、バクテリア人工染色体、BAC ライブラリー

#### ⑭【ゲノムファクトリー研究部門】

(Research Institute of Genome-based Biofactory)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：鎌形 洋一

副研究部門長：扇谷 悟

主幹研究員：高木 優

所在地：北海道センター、つくば中央第4

人 員：42名 (40名)

経 費：563, 899千円 (273, 679千円)

概 要：

##### 1. ミッション

本研究部門のミッションは「バイオによるものづくり」を掲げ、遺伝子組換え植物・微生物を用いた有用物質生産技術や生物製剤等を開発するとともに、タンパク質、核酸等の高機能化及び利用に関する研究を進めることにある。そのためにはまず基礎研究を推し進めなければならないことは言うまでもない。これら基礎研究土台にゲノム情報から得られる核酸化学情報、転写情報、タンパク質情報、代謝産物情報を最大限に活用し、物質生産等に貢献する本格研究を行なっていく。

##### 2. 研究の概要

- 1) 遺伝子組換え植物においては医薬品原材料生産の実証試験を目指した完全閉鎖系植物工場の立ち上げを行うとともに植物に医薬用タンパク質の生産の基盤技術確立する。本研究は平成17年度産業変革イニシアティブ課題として取り上げられ、昨年度密閉型植物工場システムが完成し、組換え植物による経口ワクチン素材や機能性食品・飼料の開発を開始した。
- 2) 微生物を用いた有用物質生産技術に関しては遺伝子組換え微生物によるタンパク質・代謝産物の生産技術の開発を進めた。中でも民間企業との共同研究

の一環で放線菌によるビタミン D 活性化酵素の単離・構造決定に成功し、活性型ビタミン D の生産システムの確立に向けた研究が前進し、プレス等に発表した。

- 3) 酵母ハイスループットレポーターアッセイ系の開発においてはルシフェラーゼのマルチカラー化の研究が進展するとともに民間企業とともにマルチカラー検出装置の開発が進んでいるところである。
- 4) タンパク質、核酸等の高機能化及び利用に関する研究では、不凍タンパク質の生産技術を開発し、医学分野、工学分野への応用研究を展開した。また、アレイ等での核酸の検出に向けた RNA の新規化学修飾技術の開発を行った。ペプチドホルモンセンサーの開発に向けてシトクロム P450 (CYP) 酵素の基盤への固定化技術の開発を行った。

外部資金：

- ・文部科学省 科学研究費補助金「分子間相互作用を利用した RNA 末端部位標識化試薬の開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「ナノプローブ電極を利用した高機能電気化学顕微鏡の開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「直接電気化学法を用いた CYP のハイスループット薬物代謝活性計測ツールの開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「極地のコケに生息する低温生育性微生物の生物資源としての評価」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「嫌気性廃水処理におけるバルキング原因微生物の網羅的解析と迅速モニタリング技術創成」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「RNA の定量的検出を目指した核酸標識試薬の開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「低温性担子菌類の環境適応と種内分化に関する研究」
- ・経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「植物細胞を利用した B 型肝炎ウイルス中和抗体の製造法開発」
- ・経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「ハイスループットバイオアッセイのための多色発光検出96穴プレート対応ルミノメーターの開発支援」
- ・日本学術振興会 (JSPS) 独立行政法人日本学術振興

会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「環境における化学物質分解微生物群の分子遺伝学的挙動解明」

- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構助成金「ゲノム情報を利用したヒト由来タンパク質の効率的生産のための新規酵母発現系の開発」
- ・経済産業省 技術振興課委託費 戦略的技術開発委託費「植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発／植物利用高付加価値植物質製造基盤技術開発」

内部資金：

- ・産総研産業変革研究イニシアティブ 医薬製剤原料生産のための密閉型組換え植物工場の開発
- ・ハイテクものづくりプロジェクト エネルギー削減効果をもつ不凍タンパク質(AFP)技術の実証

発 表：誌上発表57件、口頭発表127件、その他18件

#### 植物分子工学研究グループ

(Plant Molecular Technology Research Group)

研究グループ長：松村 健

(北海道センター)

概 要：

植物の遺伝子組換え技術を利用して、有用物質、特に哺乳類の医薬品原材料を主に植物で高発現・高生産可能な技術開発とこれと並行して医薬品原料生産遺伝子組換え植物を密閉、かつ完全な人工環境下で栽培・育成から製剤化までの一貫した工程を実施可能な植物工場システムの確立を目標に研究を進めている。

植物で哺乳類の医薬品原材料を生産するには、タンパク質翻訳後修飾、特に糖鎖修飾が重要であることが知られている。そこで、植物型糖鎖修飾の付加を抑制する目的で、植物の RNAi や植物ウイルスベクターによる遺伝子サイレンシング等を用いた遺伝子発現抑制技術を用いて植物型糖鎖修飾抑制技術の開発を行っている。

また、遺伝子組換え植物を利用した医療用原料生産においては、気候の変動を受ける従来の圃場における組換え植物の栽培よりも、品質の安定性、収穫量、収穫時期、植物体の清浄度等を管理しうる人工照明を利用した完全人工環境下での栽培が望ましい。これまで、完全人工環境下での実用化レベルにおける植物育成実施例は、レタスなどの一部の葉菜類しかなく、多くの組換え研究に用いられているタバコやイネ等の技術開発は行われていない。そこで、産総研で開発した密閉型遺伝子組換え植物工場施設を用い、これまで実施例の無かったイネ、イチゴの栽培技術の確立に成功

し、加えて、ジャガイモの水耕栽培により塊茎を収穫出来ることまで実証出来た。現在、カルタヘナ国内担保法に則りつつ、動物用医薬品原材料を生産するイチゴの栽培試験を行っており、今後、この工場システムの栽培能力に加え、コスト面での検討を加え、その実用性を検証していく予定である。

- 研究テーマ：1. 閉鎖型植物生産施設に適した有用物質生産基盤植物の開発研究  
2. 医療用原材料生産のための密閉型遺伝子組換え植物工場の開発

#### 遺伝子転写制御研究グループ

(Gene Regulation Research Group)

研究グループ長：高木 優

(つくばセンター)

概 要：

発生、形態形成、環境応答、物質代謝を含め、植物の多様な機能は、個々の遺伝子の発現調節によって制御されていることは言うまでもない。そのため、植物の有用物質をもたらす遺伝子機能をより高度かつ効率的に利用するためには、関連する個々の遺伝子の機能解析が必要不可欠である。特に植物では、遺伝子発現の制御が転写レベルで行われていることから、転写因子を活用した方法が有効であることが示されている。ところが、植物のゲノムには重複遺伝子が数多く存在することから、遺伝破壊や相補的な RNA 導入等の従来の方法では、種々の代謝機能を制御する因子の探索が容易ではないことが判ってきた。そこで、我々は、転写抑制機能を利用した遺伝子サイレンシングシステム (CRES-T 法) を開発し、遺伝子発現の様式をダイナミック変化させることが可能にした。この方法によって、これまでの変異株では見られなかった新規な形質を有する形質転換体を作出することが出来るようになった。本課題では、シロイヌナズナをモデルとして、代謝に関連する転写因子を CRES-T 法により探索し、それらに機能を活用することによって、産業上有用な機能性植物の作出のための基盤的研究を行う。

研究テーマ：植物転写因子機能解析研究

#### 遺伝子発現工学研究グループ

(Proteolysis and Protein Turnover Research Group)

研究グループ長：田村 具博

(北海道センター)

概 要：

当研究グループでは、有用物質の生産や環境浄化ならびに有用タンパク質の生産など多目的用途に利用可能な高機能型細胞(プラットフォーム)の創製に向けて、放線菌(ロドコッカス属細菌)を宿主とした各種技術開発を進めている。

放線菌の細胞内環境は大腸菌のそれとは異なるため、発現したタンパク質の性状が大腸菌と放線菌では異なる場合がある。産業利用が望まれるタンパク質で大腸菌では発現困難なものについて放線菌で発現を検討し。その結果、期待される酵素活性を示したタンパク質を得ることに成功、その実用化が期待される。

ロドコッカス属細菌より、複数の抗菌物質生産株を同定することに成功した。同定した菌体から分泌される物質は、既知のロドコッカス属細菌由来の抗菌物質は性質が異なると推定されたことから、新規抗菌物質であることが示唆された。抗生物質の多くはストレプトマイセス属放線菌から単離されていることから、ロドコッカス属細菌が新たな抗菌物質生産菌として探索・利用出来ることを示す成果が得られた。

- 研究テーマ：1. 放線菌を多目的用途に利用可能なプラットフォームに改変する技術の開発  
2. 有用生体分子の探索と機能改変技術の開発

#### 分子発現制御研究グループ

(Expression and Molecular Regulation Research Group)

研究グループ長：扇谷 悟

(北海道センター)

概要：

当研究グループは、ゲノム情報を活用することにより従来の技術を越えるタンパク質や代謝物の生産技術を開発することを目的として研究を行っている。

酵母における低温誘導発現系の研究においては、細胞内で不溶化していると考えられるタンパク質について、GFP 融合タンパク質を用いて可視化を試み、さらに不溶化を改善するための方法について検討した。また、効率的にタンパク質を合成するための技術開発を開始した。

また、新規分泌型ルシフェラーゼを用いたレポーターアッセイに関する研究においては、ルシフェラーゼ遺伝子を用いた分子進化工学的な実験手法により、より測定に適したルシフェラーゼ変異体を作成することに成功した。

機能性脂質の生産系の研究では、藻類などにおいてタンパク質を生産するための遺伝子組み換え技術について検討を行った。藻類への遺伝子導入に成功した。

- 研究テーマ：1. 真核生物の高効率発現系の開発  
2. 酵母におけるハイスループットレポーター系の開発と応用  
3. 機能性脂質の高効率生産系の開発

#### 遺伝子資源解析研究グループ

(Genomic Resources & Environmental Adaptation Research Group)

研究グループ長：湯本 勲

(北海道センター)

概要：

特殊な生理機能を有する極限環境微生物を探索し、選択分離して得られた微生物から特殊な生理機能に關与するタンパク質分子の生理機能の詳細の理解及びタンパク質分子の構造解析を行い、タンパク質分子の機能に基づいた環境適応能の理解に努めるとともに、これまで知られているタンパク質の反応機構、生理機能及び構造を比較することにより、これまでと違った視点から酵素の構造機能相関に新たな機能的意義付けを行い得られた知見を酵素機能改変等に幅広く応用することを目指す。また、極限環境微生物の環境適応機構を一つの特殊なシステムとして捕らえ、それらの環境適応特性及び制御機構の解明を目指して研究を行う。得られた成果を微生物代謝機能の改変及び微生物による物質生産に資することを目的として研究を行う。

当研究室で分離された高カタラーゼ生産微生物株は可溶性画分タンパク質の約10 %がカタラーゼである。本カタラーゼについて大腸菌における発現系の構築を行い、培養液に同酵素の補欠分子族であるヘムの前駆体となるアミノレブリン酸を添加することで元株以上のカタラーゼ生産性を示すことが明らかとなった。

グラム陽性絶対好アルカリ性細菌の呼吸鎖におけるプロトン排出の挙動について調べ、中性細菌の場合と比較を行った。好アルカリ性細菌は高 pH 下において、呼吸鎖によって排出されるプロトンが検出されるまでに一定の時間を要することが解った。この現象は、中性細菌における中性条件下の測定においても観察され、細菌の生体膜はそれぞれの至適 pH 条件下でプロトンを膜外表面にトラップする機構が存在している可能性を示唆している。

- 研究テーマ：1. 極限微生物由来タンパク質構造と機能情報に基づくタンパク質の機能改変に関する研究  
2. 極限微生物の環境適応機構システムの解明とその応用に関する研究

#### 機能性タンパク質研究グループ

(Functional Protein Research Group)

研究グループ長：津田 栄

(北海道センター)

概要：

不凍タンパク質など産業や医学の分野において広範な応用が期待される未利用機能性タンパク質郡のみを研究対象として、それらの天然資源（動植物）からの探索、アミノ酸・遺伝子配列の決定、性能評価、機能解明、及び有効活用法の検討を行う。特に、実用化研究に必須となるタンパク質大量精製技術の確立、高精度の活性評価システムの構築、多様な細胞保存効果の



検証を行う。

食品や冷熱分野での産業応用に最も適した不凍タンパク質を特定してその大量精製技術を独自に開発した。現在はその技術移転が進捗している。活性がカルシウム濃度に依存しないタイプの魚類 II 型不凍タンパク質の世界初の X 線結晶構造を解くことに成功した。高機能2量体型不凍タンパク質 RD3、ヒト成長因子受容体 EGFR、抗原-抗体複合体 HyHEL-10-HEL、カタラーゼの三次元分子構造を NMR 法と X 線法を用いて解析した。独自構築の不凍活性評価システムを用いた実験に基づき不凍タンパク質-氷結晶相互作用モデルを新たに提唱した。ゲルに凍結耐性を与える水溶性合成高分子を特定し不凍タンパク質との相違点を解析した。不凍タンパク質をアルミニウム等の基板上に固定化することによって水凍結促進基板を作製する技術を開発した。現在、培養により増殖させた細胞を従来よりも長期間低温保存するために必要な不凍タンパク質の特定とその高純度精製法の開発を行っている。

- 研究テーマ：1. 不凍タンパク質などの産業用酵素の性能評価と機能解明  
2. 不凍タンパク質の大量精製法の確立  
3. 産業用タンパク質の医学応用及び食品応用

#### 生物材料工学研究グループ

(Bio-material Engineering Research Group)

研究グループ長：鈴木 正昭

(北海道センター)

概 要：

本研究グループは生体物質の生産、分離、センシングへの応用を目指した生体物質の2次元位置選択的配列技術、ナノ粒子の合成研究を行っている。生体分子の効率的な固定のためにアルコキシド基数の異なる有機シラン化合物を用いて固定タンパク量を比較したところアルコキシド数が多い方が固定量が多くなることがわかった。また生体分子の位置選択的固定のために用いる真空紫外光エッチング特性について調べた。末端にカルボキシル基を持つ有機シラン層を対象に真空紫外光照射特性を調べ、シラン層の厚さやその上の空間によってエッチング速度が大きく異なることを明らかにした。

また環境負荷が少なく再生可能な生物材料の中でその大部分を占めている糖質資源の高度利用を目指してマイクロ波や水熱反応を用いた糖類からの有用物質生産についても研究している。グルコースからレボグルコサンの合成について反応条件と転化率、選択性との関係を明らかにした。

- 研究テーマ：1. 生体分子固定のための微細表面修飾技術  
2. 生物材料の高度利用

#### 生体分子工学研究グループ

(Biomolecular Engineering Research Group)

研究グループ長：小松 康雄

(北海道センター)

概 要：

本研究グループでは、遺伝子解析の効率化、高感度化を達成する新たな機能性分子の開発を行っている。加えて、電気化学的手法を活用した生体関連物質の簡便な検出法に関する技術開発も行っている。

平成19年度は、すでに民間にライセンス供与していたオリゴヌクレオチドのアミノ化試薬に関し、他社性の試薬との比較実験を行い、当研究グループで開発した試薬の優位性を示した。また、RNA の末端に効率良く反応する試薬の開発を進め、標的 RNA の構造に依存した反応特性を示すことを明らかにした。

シトクロム P450(CYP)酵素の触媒反応の制御と反応の進行を簡便に検出することを目的に、CYP を電極基板上に固定化する方法の開発を行った。疎水性の高いコーティング基材を用いることで、効率良く CYP を電極上に固定化することができることを示した。

- 研究テーマ：1. 高感度遺伝子検出技術を目指した、機能性分子の開発  
2. 電気化学を利用した、生体関連物質の簡便な検出技術の開発

#### ⑮【先進製造プロセス研究部門】

(Advanced Manufacturing Research Institute)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：三留 秀人

副研究部門長：手塚 明、村山 宣光、永壽 伴章

上席研究員：大司 達樹

主幹研究員：前田 龍太郎、平尾 喜代司

所在地：中部センター、つくば東、つくば中央第5

人 員：119名 (116名)

経 費：1, 592, 333千円 (739, 921千円)

概 要：

環境との調和を図りつつ、高い国際競争力を有する我が国の製造産業の持続的な発展を実現するには、「最小の資源」「最小のエネルギー」「最小の廃棄物」で「最大限の機能・特性」を発揮する製品を「高効率」で作る生産プロセス技術（ミニマルマニユファクチャリング）の確立が不可欠である。このため当部門では、材料技術と製造技術とを一体化することにより、製品の機能・精度・生産性（効率・コスト）の高度化を追求する「高付加価値技術」及び、製品のライフサイクル全体における低環境負荷性の追求と機能・生産

性の両立を図る「低環境負荷技術」を開発することをミッションとする。

高付加価値技術においては、製造プロセスアルゴリズムとして、マルチスケール解析を援用した機能の最大発現を可能とするマルチスケール最適設計手法を確立するとともに、それを基に高機能付与や多様なニーズ対応等を可能とする高機能創製製造技術、プロセスの高効率化等を可能とする高生産性製造技術を開発する。マルチスケール最適設計では、材料機能や個別技術を最大発現させる製品設計、システム構築及び両者の相乗効果を図るために、材料組織等をミクロスケール、製品等をマクロスケールと捉えたマルチスケール解析技術や、微細欠陥の大量部材での効率的検知などを始めとするマルチスケール検証技術などを開発する。このマルチスケール最適設計技術を基に、高機能創製製造技術では、ミクロレベルの機能集積と内部構造の同時構築を可能とする機能集積化技術、広いスケールレベルでの形態・形状制御と機能付与に資する機能誘導構造化技術を、また高生産性製造技術の開発では、製造プロセスの簡略化・高効率化に繋がる高効率プロセス技術を開発する。

低環境負荷技術においては、製品ライフサイクルアルゴリズムとして、環境負荷性・機能性・生産性におけるライフサイクル的パフォーマンスを総合的・定量的に評価するライフサイクル設計・管理手法を確立し、それを基に製造プロセスの環境負荷の低減等を可能とするローエミッション・再生プロセス技術を開発するとともに、得られた技術を高付加価値技術の開発に順次応用することにより、ミニマルマニュファクチャリングの確立を図る。ライフサイクル設計・管理では、製品のライフサイクル的パフォーマンスの極大化のために、環境負荷、機能、生産性等の視点で定量的・総合的に評価するトータルパフォーマンス評価技術、安全確保・ライフサイクル管理のために製造プロセスのモニタリングや製品のトレースを可能とするプロセスモニタリング・製品トレース技術等を開発する。このライフサイクル設計・管理技術を基に、ローエミッション・再生プロセス技術では、加工条件・設計等の最適化による環境性・生産性の向上に資するローエミッションプロセス技術等を開発し、環境負荷性を考慮した製造・再生プロセスの構築を目指す。

これら高付加価値技術及び低環境負荷技術に加え、製造における安全・信頼性基盤技術及び人材育成等の共通基盤技術により、第3期への展開を視野に入れて第2期中期計画の達成を図る。これらを実施する研究拠点は、無機系材料に関する研究ポテンシャルを持つ中部センターと、機械・加工技術や材料・プロセスに関する研究ポテンシャルを持つつくばセンターの2カ所にあり、中部センター8研究グループ、つくばセンター13研究グループの計21研究グループで

研究を進めた。平成19年度においては開始から3年を経過した研究課題を中心に部門の重点課題の見直しを行い、以下の課題を重点研究課題とした。

- ・ステレオファブリック造形の実用化適合技術開発
- ・実験関数を許容したマルチスケール定性推論設計
- ・バイオ・ユニット集積製造プロセス技術
- ・機能・構造部材融合プロセス技術開発
- ・トータルプロセス適正化設計手法の研究
- ・オンデマンド・サステナブルプロセスの開発
  - ・光熱反応制御による新規デバイス高効率製造プロセスの開発
- ・製造現場における安全・安心基盤技術の開発
  - ・高精度損傷評価・解析に基づく信頼性診断システムの構築
- ・先端微細加工技術分野の人材育成

#### 外部資金

経済産業省 戦略的技術開発委託費

「高感度環境センサ部材開発」

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）

「高温大気中下での高精度熱電特性計測」

経済産業省 平成19年度中小企業支援調査

「アジアにおける模倣品に係る安全・環境面からの影響調査事業」

経済産業省 中小企業産学連携製造中核人材育成事業

「ナノマイクロ量産化技術と応用デバイス製造に関する新事業開拓イノベーション人材育成事業」

文部科学省 科学研究費補助金

「気泡ダイナミクス制御による超音波化学反応場の高効率化に関する研究」

「走行ロープシステムの振動抑制」

「常温合成フラーレンナノチューブの基礎的性質の解明と電極応用」

「新規ガーネット型高速リチウムイオン伝導体の単結晶育成と固体－固体界面の制御」

「超音波により誘起されるマイクロヘテロ反応場の解析と化学プロセスへの展開」

「超音波を用いた非接触操作技術の開発と応用」

「塗布光反応法を用いた室温動作巨大磁気抵抗薄膜の開発」

「ナノ炭素高速噴射によるインサイチュー金型表面創製技術の研究」

「非線形性の発想・操作によるナノ・マイクロマシンの高性能・高機能化に関する研究」

「フェーズフィールドモデルに基づくマイクロ流路内

二相流の界面追跡計算法の開発」  
「ペロブスカイト型アルミニウム複合酸化物を用いた  
高性能シンチレータ材料の開発」

環境省 （その他）

「2050年 IT 社会における IT システムの環境負荷低減  
に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「ナノテク・先端部材実用化研究開発／ナノキャピラ  
リー構造を有する高容量電解コンデ」  
「揮発性有機化合物対策用高感度検出器の開発」  
「研究開発技術シーズ育成調査／冷間プレス用マグネ  
シウム合金圧延材の製造及び諸特性に関する調査」  
「熱電式水素センサの研究開発」  
「高度機械加工システム開発事業・高機能摺動部材と  
評価技術の開発」  
「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素  
技術開発／高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究  
開発」  
「高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業／MEMS-半  
導体横方向配線技術」  
「ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクターゼ  
ーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の  
開発」  
「マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産  
業技術研究助成事業費助成金

「ナノトランスファー法による高容量キャパシタ内蔵  
型多層回路基板の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業

「縮合ケイ酸塩骨格を基本構造とするメソ多孔体の合  
成」  
「ネットワーク MEMS デバイスの開発」  
「ULP ユビキタスセンサの開発」

独立行政法人日本学術振興会 平成19年度二国間交流事  
業協同研究・セミナー

「次世代エネルギー機器への適用を目指した超高温環  
境共晶材料の開発」  
「シリコン基三元素窒化物のプロセッシングと焼結助  
剤及び蛍光体としての特性」

独立行政法人日本学術振興会 科学研究費補助金・特別  
研究員奨励費

「超音波キャビテーション気泡の動的挙動解析とバ  
イオ系新材料創製への展開」  
「パーソナルヘルスケア安心安全用フェムトグラム感

度ピエゾ振動子の研究開発」

独立行政法人国際協力機構

「JICA 日墨交流計画研修「自動加工技術」コース」

地方独立行政法人東京都立産業技術研究センター 平成  
19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「グリーン製造技術を目指したドライプレス金型の実  
用化」

ファインセラミックス技術研究組合

「セラミックリアクター開発」

財団法人長野県テクノ財団 平成18年度地域新生コンソ  
ーシアム研究開発事業

「機械・レーザー・イオンビーム複合加工による超微  
細デバイス開発」

財団法人中部科学技術センター 平成19年度地域新生コン  
ソーシアム研究開発事業

「自己整合技術を用いた有機光高度機能部材の開発」  
「高速高感度免疫化学検出システムの開発」  
「導電性カーボンナノファイバー探針量産化技術の開  
発」

財団法人科学技術交流財団 平成19年度地域新生コンソ  
ーシアム研究開発事業

「セラミック材など低電導性材料の放電加工方法の研  
究」

財団法人日本宇宙フォーラム

「常温衝撃固化現象を利用した微小重力下での製膜プ  
ロセス開発」

財団法人ふくい産業支援センター 平成18年度中小企業  
地域新生コンソーシアム研究開発事業

「ナノ粒子分散多層製膜技術による超耐久性プラスチ  
ック食器の開発」  
「金属光造形複合加工法の高度化による医療機器製品  
への適応製造技術の開発」

財団法人中部電力基礎技術研究所 国際交流援助

「高周波プラズマ溶射で作成した(001)配向水酸アパ  
タイト皮膜へのタンパク質吸着」

財団法人天田金属加工機械技術振興財団 平成19年度  
研究助成

「ステンレス鋼の超塑性精密鍛造技術の開発」

国立大学法人東京大学先端科学技術研究センター



「温暖化対策の技術選択モデルに関する調査事業」

発 表：誌上発表501件、口頭発表759件、その他75件

#### 機能モジュール化研究グループ

(Functional Assembly Technology Group)

研究グループ長：淡野 正信

(中部センター)

概 要：

環境・エネルギー問題の解決を図るために、高性能のセラミックリアクター（燃料電池等、電気化学反応を主体とした物質やエネルギーの変換機能モジュール）の実現が期待される。小型高効率化や多機能化といった飛躍的な性能向上を実現するためには、従来技術では不可能であるような、優れた機能を発揮するための部材が高度に集積した構造を造り込むための、モジュール化技術の開発が不可欠となる。そこで、①ナノ構造制御等による高機能のマイクロ部材を開発し、②そのマイクロ部材の3次元のモジュールとして高度に集積化して、③さらにこれらのプロセスを同時・連続的な構造化技術として実現することが可能な、革新的な製造技術の確立により、社会的なニーズに応えつつ産業競争力強化への貢献を目指す。

具体的には、ケミカルプロセスの高度化を進め、異種材料・材質の一体化等を行うことで、ナノ～マクロスケールにわたる高次構造を有する、高効率の電気化学反応場を創製するための、新規プロセス技術を開発する。得られたプロトタイプモジュールの環境浄化能やエネルギー出力等の性能について、従来を超える高効率性を実証するとともに、その実用化展開を図る。また、セラミック部材のロボット等の新規分野への将来適用性を検討する。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 結晶機能制御研究グループ

(Crystal Materials Engineering Group)

研究グループ長：秋本 順二

(つくば中央第5)

概 要：

当研究グループは、高付加価値を有する新規機能性無機結晶材料の開発、並びに新規素材合成プロセスの開拓などの高効率製造技術の開発を担当する。具体的には、イオン交換合成法、低温熔融塩法、オゾン酸化法、マイクロ波加熱法などの低温溶液を用いた素材合成技術を開拓・適用し、リチウム電池材料等への応用を目指して、チタン酸化物、マンガン酸化物、コバルト酸化物、鉄酸化物などの新規機能性無機結晶材料の合成・開発を行う。また、そのために基盤となる、結晶構造・電子構造解析技術の高度化、精密単結晶育成技術の確立を目指す。さらに、低温・高速コーティン

グ技術等の手法を適用し、新規原料素材を使用したエネルギー変換・貯蔵デバイスの開発を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 4

#### 機能薄膜プロセス研究グループ

(Thin Films Processing Group)

研究グループ長：熊谷 俊弥

(つくば中央第5)

概 要：

当研究グループは、部門のミッションである「高付加価値技術系」のうち、製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高効率プロセス技術の開発を担当する。すなわち、機能性無機薄膜製造技術の低温プロセス化を中心に省エネルギー化、プロセス簡略化を図るために、①高効率コーティング技術、②機能材料薄膜化技術及び③素子モジュール化・プロトタイプ化技術を開発する。

①、②では、重点課題「光・熱反応制御による新規デバイス高効率製造プロセスの開発」を中心として、塗布熱分解法、塗布光照射法及びこれらと組み合わせる先駆体材料、基板表面や中間層の制御技術など新規コーティング技術を開発するとともに、薄膜化・積層化や配向制御により高機能が発現するような無機・金属材料の固体化学的手法による設計と低温・簡略化合成プロセスを開発する。

③では他研究ユニットとの連携及び企業との共同研究などにおいて、超電導限流素子、赤外線センサ、熱伝導度センサ等の素子モジュール・プロトタイプ作製技術への展開を図る。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 5

#### エコ設計生産研究グループ

(Environmentally Conscious Design and Manufacturing Group)

研究グループ長：三島 望

(つくば東)

概 要：

グループにおいては環境配慮生産と環境配慮設計を両輪として研究を行っている。実際の環境配慮製造プロセス技術を提案、実証するとともに、製品・製造プロセス・生産システムなどの統合的環境配慮設計のためのツール開発を目標としている。前者については、「フィードバックレーザ加工システム技術」を中核技術として、「難削微細形状デバイス用レーザ・電解複合加工技術」に取り組んでいる。その他、「超精密フライス加工用多刃工具の開発」、「生産機械のロボスト設計技術」などの研究を進めている。後者では部門内重点課題「トータルプロセス適正化設計技術」において、製品ライフサイクルを通じた統合的環境パフォーマンス評価のための指標；TPI（トータルパフォーマンス）

ンスインディケータ）を提案している。また、他研究グループと連携して、製造プロセス、生産システムの評価に展開し、統合的な設計ツールに仕上げることを目指している。その他「持続可能性マップの開発」、「テレ・インバース・マニファクチャリングの実現可能性検証」、「環境調和型製品の社会影響評価技術」、など社会のサステナビリティに着目した研究開発も進めている。

研究テーマ：テーマ題目 6

#### 難加工材成形研究グループ

(Low-Formability-Materials Processing Group)

研究グループ長：西郷 宗玄

(つくば東)

概 要：

マグネシウムやチタン、ステンレス等の難加工材について、省エネ工程で環境に配慮した成形技術を金型の潤滑システムとともに開発し、最終的に部材等の形状への成形を行う。そのために、素材の製造技術とその成形技術を粉体加工と塑性加工を主としたプロセスの高度化、複合化、融合化によって開発する。素材の成形性を改善するための加工熱処理技術の確立、応力条件を制御した温間、熱間鍛造技術の開発、マグネシウム合金板材の冷間プレス成形技術の開発を行う。また、金型への固体潤滑材のコーティング技術を検討し、ドライ成形用金型の開発を行う。さらに、粉末法によりステンレスやチタンの軽量高機能材料の開発を行うとともにマグネシウムの切削粉のリサイクル化技術を開発する。

研究テーマ：テーマ題目 7

#### 先進焼結技術研究グループ

(Advanced Sintering Technology Group)

研究グループ長：渡利 広司

(中部センター)

概 要：

セラミックスは優れた機能を有するが、原料の粉碎・分散・混合・乾燥・形状付与・有機バインダー除去・焼結・加工といった数多くのプロセスを経て製造されるため、製品コストが極めて高くなり、このことが用途を限定している。そのため、各工程に要する時間の短縮化、使用する資源の減量化、投入エネルギーの低減化、工程時間の最小化を導く高効率製造技術の開発が求められている。当研究グループは、製造プロセスのコンパクト化を目指し、原料の粉碎・分散・混合工程を短時間、かつ同時に行う湿式ジェットミルによるスラリー調整技術の開発、高性能無機バインダーの開発、有機バインダー低減化技術の開発、電磁場を利用したセラミックスプロセス技術の構築、遠心焼結技術の研究開発等を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 8、テーマ題目 6

#### 超音波プロセス研究グループ

(Ultrasonic Processing Group)

研究グループ長：飯田 康夫

(中部センター)

概 要：

超音波を用いた化学プロセスは、常温・大気圧下でミクロな極限環境を容易に創出することが可能であることから、熱や光などを用いる従来型プロセスとは異なった、新規な低環境負荷型プロセス技術として期待されている。当研究グループでは、超音波の産業応用を目的として、その基礎となるソノプロセッシングの高度化と高効率化の研究を展開している。具体的には、キャビテーション気泡の圧壊挙動の理論的解析、光散乱法等を用いた新規な多数気泡空間分布解析法の開発等を実施する。一方、応用面では、ソノケミカル反応場の特徴を生かしたナノ構造制御機能性粒子の創製、超音波洗浄の精密化、マイクロ空間における気泡挙動観察など、多方面にわたる超音波を利用した産業プロセス技術の開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 9

#### テーラードリキッド集積研究グループ

(Tailored Liquid Integration Group)

研究グループ長：加藤 一実

(中部センター)

概 要：

21世紀の高度情報化社会・環境調和型社会の持続的発展と高齢化社会における医療福祉技術の高度化のため、高性能小型電子機器や超小型精密医療用機器の開発が緊要である。このような機器においては、複数の機能が集積した機能集積材料の適用搭載が必要であり、そのためには先進液相原料（テーラードリキッド）とその集積プロセス技術の開発が不可欠である。当研究グループでは、機能集積材料として集積化圧電デバイス、強誘電体メモリ、マイクロリアクタ、環境センサ、フレキシブル光デバイス等を具現化するため、テーラードリキッド内の機能発現ユニットの合成技術、液相を経由したナノ～マイクロ領域の構造形成技術、複雑形状基板上への精密構造体の集積化技術等に関する研究開発を実施し、産業技術基盤と国際競争力の強化を図る。

研究テーマ：テーマ題目10

#### トライボロジー研究グループ

(Tribology Group)

研究グループ長：安藤 泰久

(つくば東)

概 要：

ナノスケールから大型のシステムまで、トライボロジー全般に係わる横断的かつ基礎・基盤的技術の向上を図ることにより、我が国の産業競争力強化に貢献することを目標としている。そのために、製造装置の効率や製品の付加価値を向上させるため、トライボロジーグループが有するポテンシャルを生かし、それを表面機能構成技術に展開していく。具体的には、「メカニカル機能付加技術」、「ケミカル機能付加技術」、「インタフェース高度化技術」を有機的に連携させることで、「ローエミッションプロセス技術」、「高効率プロセスの開発」を進めていく。その中で、環境面への配慮も含めたシステム性能を向上させることや、表面や潤滑システムに新しい機能を発現させることを目指す。中・長期的には、マイクロ／ナノトライボロジーを主軸とした研究を進め、トライボロジーを科学的に深化させ、サステナブルトライボロジー技術へと発展させていく。また、最先端の技術情報拠点となるべく研究グループ内の研究者個々人の研究ポテンシャルを高めるとともに、産業界の根幹技術であるトライボロジー技術の向上と普及に努める。

研究テーマ：テーマ題目11

#### 集積加工研究グループ

(Integration Process Technology Group)

研究グループ長：明渡 純

(つくば東)

概要：

機能材料・ナノ材料を実用的なデバイスに繋げる革新的な低温プロセス技術や集積技術の確立と生産技術としての高度化を目指す。そのため、産総研が独自に開発した機能性材料の低温集積化コーティング（エアロゾルデポジション法：AD 法）の高度化やこれを利用したセラミックス材料「常温衝撃固化現象」の解明、イオン・電子ビームなどを用いた表面改質技術、水熱合成法などを用いた薄膜・厚膜技術のメカニズム解明と高度化など、主に非熱平衡過程を用いたプロセス基盤技術の確立とデバイス試作、及びこれらのプロセス技術を実現するための計測・評価技術、また、これらの各要素プロセスを用い生産システムとして省エネ、省資源に資するオンデマンド性の高いプロセス基盤技術を開発する。

研究テーマ：テーマ題目12、テーマ題目6

#### ネットワーク MEMS 研究グループ

(Networked MEMS Technology Group)

研究グループ長：伊藤 寿浩

(つくば東)

概要：

より多機能で、信頼性の高い機械システムを実現するために、通信機能を有した微小で高機能な電気機械

素子の開発を行っている。特に安全安心や省エネルギーを目指したセンサネットワークや、工業製品のトレーサビリティを確保するためのセンサ通信機能付きタグ等の開発を目指す。これらのユビキタスデバイスの実現には、スマート材料、超高感度センサ素子、パワーマネジメント技術、実装技術及びコスト削減を目指したプロセス装置やマイクロ材料プロセス等の開発が不可欠となっている。当研究グループでは、MEMS ファウンドリをベースに、ネットワーク型ベンチャー企業群、製造企業・研究機関との共同研究を通じて、MEMS の要素技術や実装技術の開発を推進している。具体的には、パワーマネジメント技術を取り入れた低消費電力型 MEMS センサデバイスの開発、超高感度高信頼性センシングデバイスの開発、ユビキタスセンサ用パワーMEMS デバイス開発、及びシステムデバイスを小型化するための実装技術の開発等を行っている。

研究テーマ：テーマ題目13、テーマ題目1

#### インプリント製造技術研究グループ

(Nanoimprint Manufacturing Technology Group)

研究グループ長：高橋 正春

(つくば東)

概要：

MEMS 分野における微小光学素子やバイオ分析チップなどの生化学分析用流体素子、さらに画像提示素子など微小な部品の研究開発は盛んであるが、実用化の鍵は微細なナノ構造体をいかに低コストに製造（形状付与とともに機能付与）するかにかかっている。近年、マスター型より多数のコピーが造れるナノインプリント技術はコストダウン効果が高い製造技術として注目を集めている。ポリマー系材料を成形する光・熱ナノインプリント技術の開発に加え、新たに耐熱性、化学的耐久性や光学特性の高いガラス材料の成形に取り組み、主に熱ナノインプリント成形を中心としたナノ製造技術を確立するとともに、デバイス応用展開を図っている。

ナノインプリント成形の鍵となる高精度マスター型の製造技術においては、自由局面やテーパ形状を有する3次元精密型の直接製造技術の確立を目指すとともに、型的高速製造技術開発及び高機能化、大面積化に取り組んでいる。また、操作性、機能性及びスループットの高いナノインプリント装置（光・熱インプリント、静電引力や超音波を援用したナノインプリントなど）及びそのためのナノインプリントプロセスの開発に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目1

#### 高性能部材化プロセス研究グループ

(High-Performance Component Processing Group)



研究グループ長：吉澤 友一

(中部センター)

概 要：

高度化・高性能化する製造システムや産業機器を支えるための中核となる先進構造部材を創製することを目的に、材料機能を合目的かつ効率的に部材構造中に配置する製造技術の開発を行っている。特に、セラミックスが本質的に有する高い硬度、耐食性、化学的安定性等を部材機能に取り込んだ高耐食性部材、高性能多孔体部材、高耐摩耗性部材等の開発を目指している。このため、気孔の大きさ、分布状態、配置・配向、傾斜化を可能とする気孔形成技術、内部と異なる表面構造を付与するためのプロセス技術等の開発に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目15、テーマ題目16、テーマ題目2、テーマ題目25

### 高温部材化プロセス研究グループ

(High-Temperature Component Processing Group)

研究グループ長：北 英紀

(中部センター)

概 要：

同一部材において、ミクロからマクロに至る幅広いスケールレンジでの形態の構造化を可能とする部材化プロセスの研究開発を行っている。具体的には、精密構造を有する中空ユニットを立体的に組み立て、一体化することにより、多様な形状・サイズを有する部材を作製できるプロセス（ステレオファブリック造形）を考案し、現在そのキーテクノロジーである精密成形や焼成技術及び接合技術の開発を進めている。同プロセスにより、従来困難であったセラミックスの巨大化と、高比剛性化、高断熱化、難濡れ性といった機能を高効率で付与することが可能となる。またこうした部材開発と並行して、エクセルギー概念に基づく部材の製造・運用・廃棄の各過程での資源消費性や環境負荷の評価手法の構築を進めている。これを環境設計手法として発展させ、ハード（部材開発）と融合させることにより、環境負荷低減と競争力を両立するための技術開発を効率的に進めることができる。

研究テーマ：テーマ題目17、テーマ題目21

### 生体機構プロセス研究グループ

(Bio-Integration Processing Group)

研究グループ長：加藤 且也

(中部センター)

概 要：

高齢化社会の到来を迎え、バイオ、メディカル分野における高付加価値製品のフレキシブル製造プロセス技術開発が急務である。当研究グループでは、生物機能を発現させるために必要とされる最小の単位（ユニ

ット）であるバイオカスタムユニットの集積により、細胞増殖・分化を活発にさせるなどの生体機能を自立的に誘導する、バイオ、メディカル分野の革新的な製造技術の確立を目指している。具体的には生体組織形成を促進する構造の構築や細胞接着を誘導する材料表面修飾などによる、生体応答性、生体親和性に優れたバイオカスタムユニットの実現とともに、これらカスタムユニットの集積によって得られる高度なバイオ機能を有する製品群に開発を実施している。また集積体の他分野（触媒担体や吸着材等）の応用展開も視野に入れている。

研究テーマ：テーマ題目18

### ファインファクトリ研究グループ

(Fine Manufacturing Systems Group)

研究グループ長：岡崎 祐一

(つくば東)

概 要：

微小部品や製品をエネルギーとスペースの使用を抑えて合理的に製造する思想であり、近年、世界各国で急速に進展しつつあるマイクロファクトリの技術的深化と産業的広がりを推進することによって、地球温暖化対策と産業競争力の維持に貢献することを目的とする。そのために自ら各種マイクロ機械やシステムの研究開発を行うことによってその意義をアピールするとともに、国内外の研究開発活動のハブ的存在として、情報の集積と国内外の学協会・企業等における活動を支援する。また、世界の製造業を支えている工作機械技術と精密加工技術の進展に資するべく、工作機械関連機関と連携し、工作機械の国際規格制定に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目19

### レーザー微細加工研究グループ

(Laser Nano-Processing Group)

研究グループ長：松岡 芳彦

(つくば東)

概 要：

当研究グループは「高付加価値技術」に分類される高生産性製造技術に取り組んで製造プロセスの簡略化・高効率化に繋がる高効率プロセス技術の開発を行うとともに、「低環境負荷技術」の開発の基礎をなすナノ粒子の安全性・リスク評価にも取り組む。特に、機能の高度化及び高実装密度化が進む多様な工業製品・部材について、さらなる高機能化と高能率生産技術の開発を目的に、当研究グループが高いポテンシャルを有するレーザーアブレーション技術を活用して、ナノ機能構造体の高精度制御技術及びパルスレーザーを用いた直接微細加工技術の開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目24、テーマ題目25

**製造プロセス数理解析研究グループ**

(Process-oriented Computational Applied Mechanics Group)

研究グループ長：手塚 明

(つくば東)

概 要：

計算力学（計算工学）は、機械工学、熱工学、材料工学、流体工学、バイオエンジニアリング、土木工学、航空工学など、従来の分断化された学問分野を結ぶ横糸である。現象を支配する方程式が共通であれば、同一の解析プログラムがスケール・分野を問わず有効である。当研究グループは、製造プロセスに関わるマクロ及びメゾスコピックな物理現象を対象とし、有限要素法に代表される数値解析手法の開発とその応用を研究範囲とし、内外の実験部隊とのコラボレーションを有機的に遂行する。

研究テーマ：テーマ項目20、テーマ項目21、テーマ項目17

**センサインテグレーション研究グループ**

(Sensor Integration Group)

研究グループ長：松原 一郎

(中部センター)

概 要：

製造産業の安全性向上等を目的として、高性能ガスセンサの開発を目指している。ガスセンサの開発にあたり、「新材料のセンサ応用」と「新しいセンシング原理の提案と実証」を基本方針とし、その中で材料開発からプロトタイプの前製までトータルな研究開発を進める。明確なニーズに対応する課題として、水素漏れ検知用の水素センサ、室内空気質モニタリング用のVOC センサ、有毒なCO に対して高速に応答するCO センサ、及び人間計測へのガスセンサ利用技術の開発を行っている。水素センサについては国際標準化に向けた活動も実施している。さらに、センサ開発に必要な共通基盤的技術として、セラミックス粒子の高度分散技術開発、高分散性ナノ粒子の合成法及び大量合成装置の開発、センサ関連材料の物性評価にも取り組み、基礎から応用までバランスのとれた研究開発を推進している。

研究テーマ：テーマ項目23

**機能・構造診断研究グループ**

(Functional and Structural Damage Diagnosis Group)

研究グループ長：鈴木 隆之

(つくば東)

概 要：

「高付加価値技術」及び「低環境負荷技術」の基盤となる安全・信頼性基盤技術として、機器・構造物か

らそれを構成する機能素子まで、さまざまな階層の健全性評価に関する研究開発を行っている。微小磁場の検出が可能な先進磁気センサや磁気力顕微鏡等の走査型プローブ顕微鏡技術の適用、あるいは既存の非破壊損傷評価プローブの改良により漏洩磁束法や ECT 法を用いた電磁気的な手法を中心に実験的に非破壊損傷評価を行うとともに、逆解析を行い得られたデータより高速度かつ高精度に欠陥、損傷の形状寸法を求める技術を開発している。また、次世代の非破壊損傷評価、医療用画像診断などに用いる新規シンチレータ材料の開発も行っている。さらに、エネルギー機器への適用を目指した酸化物系共晶材料の耐久性評価試験を行い、そのデータを集積するとともに損傷の生成過程の解明にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ項目21、テーマ項目17

**マイクロ熱流体研究グループ**

(Microfluidics Group)

研究グループ長：市川 直樹

(つくば東)

概 要：

マイクロ熱流体システムの製品化並びに普及のための基盤技術の確立を目指し、マイクロ領域で顕在化する熱・流体現象の解明並びに制御、さらに先端MEMS デバイスやシステムへの展開を図る。そのため、実験及び数値シミュレーションを用いた現象の解明と制御手法の開発、具体的デバイスなどへの応用、デバイスの評価などを一貫して行う。特に、ポンプやバルブ、流路や反応部、検出部などを一枚のチップに集積したマイクロ化学分析システムの実現に向けての要素・基盤技術を開発する。また、人間状態などの計測・分析システムの開発を通して、システム化のために共通基盤的に必要となる技術を確認する。

研究テーマ：テーマ項目22、テーマ項目23、テーマ項目18、テーマ項目1

**【テーマ項目1】先端微細加工技術分野の人材育成**

【研究代表者】前田 龍太郎（主幹研究員）

【研究担当者】前田 龍太郎、高橋 正春、  
市川 直樹、一木 正聡、高木 秀樹、  
廣島 洋、池原 毅、小林 健、  
銘苅 春隆、松本 壮平、黒田 雅治  
（常勤職員11名）

**【研究内容】**

微小素子を製造するための MEMS 技術については、産業界にこれに習熟している技術者が足りないことが、産業化の妨げになっている。そこで MEMS 技術やナノインプリントについてはプロセス実習や、設計、シミュレーション実習及び計測までを含んだ講習を通じて人材育成事業を行い、コンテンツのアップデートや受講者が

らの評価をもとに、教授法について改善を行っている。  
流体 MEMS に関しても教材コンテンツの整備を行い、  
マイクロ流体デバイス作成を中心とした実習講座を行っ  
た。平成19年度は特に上記に加えて光ナノインプリント  
及び MEMS 実装関連のコンテンツ開発を開始した。光  
ナノインプリントについては、リソグラフィ応用の教  
材及び大面積パターンニング用の教材を開発した。  
MEMS 実装ではウエハレベル接合及びメッキによる電  
極製作及び CMP 加工による平坦化について、実習教材  
の製作を行った。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】MEMS、ナノインプリント、実習、実  
装、人材育成、マイクロ流体

## 【テーマ題目2】機能・構造部材融合プロセス技術開発

【研究代表者】淡野 正信

(機能モジュール化研究グループ)

【研究担当者】淡野 正信、藤代 芳伸、濱本 孝一、  
鈴木 俊男、山口 十志明、吉澤 友一、  
宮崎 広行、周 游、福島 学  
(常勤職員8名、他1名)

### 【研究内容】

セラミックス部材を3次元集積化することで、高機能  
モジュールとして、環境・エネルギー分野の多様な社会  
ニーズに対応した応用展開が可能となると同時に、大き  
な市場創出効果が期待される。従来から検討を進めてい  
る機能部材集積技術に加えて、実用条件（反応量、耐久  
性・信頼性等）で十分な性能を発揮することを目指し、  
機能・構造部材の一体構造化により実用モジュールを創  
製する。そのために、機能・構造部材融合のための製造  
プロセス開発を進め、積層・接合等の機能・構造部材の  
融合化により、実用モジュールとしての具現化を図る。

平成19年度は、高次機能化プロセスとして機能ユニッ  
トのマクロ構造化・多機能化の要素技術検討を進め、構  
造部材マッチング技術として、構造ユニットの適用化設  
計／材料部材化技術検討に着手した。その結果、フィル  
ター機能を付与した多孔質シート型セルを用いて電極配  
置の設計を工夫することで、平板セルの場合と同等の容  
易なプロセスにより、マクロ構造での機能向上が可能で  
あること等が明らかとなった。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】機能・構造部材融合化、ミクロ部材、高  
集積化プロセス、電気化学リアクター、  
排ガス浄化、マイクロ燃料電池

## 【テーマ題目3】高付加価値を有する新規機能性無機結 晶材料の開発

【研究代表者】秋本 順二

(結晶機能制御研究グループ)

【研究担当者】秋本 順二、早川 博、木嶋 倫人、

高橋 靖彦（常勤職員4名、他5名）

### 【研究内容】

本テーマでは、部門のミッションである「高付加価値  
技術」としての製造プロセスの簡略化・高効率化につな  
がる高付加価値素材の高効率製造技術を開発する。平成  
19年度は、新規リチウム電池材料等の製造プロセスの開  
拓、低環境負荷な原料を使用した新規素材開発、並びに  
集積加工研究グループとの連携により、低温・高速コー  
ティング技術としてエアロゾルデポジション（AD）法  
を適用した新規エネルギー変換・貯蔵デバイス用部材の  
作製と評価を行った。その結果、湿式マイクロ波加熱法  
等の適用により、高容量の酸化鉄ナノ粒子、チタニア・  
ナノシート活物質等の合成に成功するとともに、柱状の  
一次粒子形態を有するマンガン酸リチウムの合成手法を  
開拓し、優れた出力特性を明らかにした。また、ソフト  
化学的合成手法による新規高容量チタン酸化物活物質の  
合成条件の最適化を行い、電気化学反応の詳細を明らか  
にした。さらに、リチウム量を制御したコバルト酸リチ  
ウム、及びチタン酸リチウム等の単結晶を合成し、結晶  
構造・電子構造の精密な解析に成功した。一方、AD 製  
膜に適する原料粉末の調整条件の最適化を行い、現行材  
料と同程度の特性を有する電極材料の製膜に成功した。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】溶液成長法、結晶成長、X 線構造解析、  
精密単結晶育成技術、マンガン酸化物、  
チタン酸化物、コバルト酸化物、鉄酸化  
物、イオン伝導体、リチウムイオン二次  
電池材料

## 【テーマ題目4】光・熱反応制御による新規デバイス高 効率製造プロセスの開発

【研究代表者】土屋 哲男

(機能薄膜プロセス研究グループ)

【研究担当者】土屋 哲男、熊谷 俊弥、相馬 貢、  
永井 秀明、山口 巖、間宮 幹人、  
中島 智彦、木嶋 倫人  
(常勤職員8名、他2名)

### 【研究内容】

オンデマンド高効率製造技術を確立するためには、多  
種多様な機能性材料を様々な材料に製造する革新的な薄  
膜製造プロセスが必要である。光反応を制御した従来の  
熱平衡反応と異なる反応場を用いた材料製造と同時に形  
状制御する新しいプロセスの開発により、多種多様なデ  
バイスを高効率に製造可能となる。本重点研究では、熱  
処理に耐えられない基板を含む新規デバイスを実用化す  
ることを目的として、(1)共通基盤技術である新しい原  
料溶液開発、(2)大面積製造プロセスのための新しい光  
反応プロセス(3)各種薄膜の高性能化に重要なエピタキ  
シャル低温成長の理解、などの基礎研究を進め以下の成  
果が得られた。



透明導電膜の低温、高速プロセスの開発：従来の金属有機化合物原料に代わる新しい先駆体材料の開発や光学系の改良による光反応制御システムの高度化をすすめ、高い導電性と透過率を有する透明導電膜の低温・高速製造法を開発した。

低コストプロセスの開発：紫外ランプによる新しい製造プロセスの開発を進め、複合酸化物質光体薄膜を PET 基板上に作製する新しい低温成長法の開発や超電導薄膜の作製において高特性化、高速化が達成された。

光反応機構の解明：光反応を制御するためには光結晶成長機構の解明が必要であるため、ホットディスク法を用いた精密な膜や基板材料の熱伝導度測定法を確立し、そのデータを基に先駆体薄膜や基板材料のレーザー照射時の光熱反応を計算により求め、実験結果との比較から結晶成長機構を明らかにした。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 低温製造技術、塗布光照射法、ホットディスク法、熱伝導度測定、ペロプスカイトマンガン酸化物質膜、透明導電膜、蛍光体薄膜、超電導薄膜

#### 【テーマ題目5】 高付加価値素材の高効率製造技術・素材モジュール化技術

【研究代表者】 熊谷 俊弥

(機能薄膜プロセス研究グループ)

【研究担当者】 熊谷 俊弥、今井 庸二、相馬 貢、永井 秀明、土屋 哲男、山口 巖、間宮 幹人、中島 智彦  
(常勤職員8名、他4名)

#### 【研究内容】

本テーマでは、部門のミッションである「高付加価値技術系」のうち、製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高効率プロセス技術及びその有効性を実証するための素材モジュール化技術を開発する。

高効率プロセス技術では、導電性低熱伝導度を示す金属ガラスを形成する Zr-Cu-Al 系合金において、部材加工を可能とするための凝固プロセス解析を行い、急冷時の温度履歴の定量化及び可視化、エネルギー計算による構造安定性の評価を行った。

素材モジュール化技術では、超電導限流器、赤外線センサ、熱伝導度センサ等の素子モジュールを作製することを目標とした研究開発を行っている。超電導限流素子では、昨年度に引き続いて長尺形状の YBCO 膜及び YBCO 膜／合金膜／電極からなる限流素子モジュールを作製し、エネルギー技術研究部門、東京大学、名古屋大学、東京電機大学及び企業に提供して各種通電試験評価を行い、臨界電流特性、限流特性を調べ、大電流量化等が達成された。赤外線センサでは、塗布光照射法で作製したセンサ膜の製造速度が5倍以上に増大した。また、熱伝導度センサでは、ホットディスク法による熱伝導度

測定手法の拡張による片面測定を可能とするとともに、従来法では正確な測定が困難な無機－有機複合材や発泡金属の熱物性評価を通して部門内連携を深めた。さらに、塗布光照射法により難加工性導電体薄膜のパターン薄膜作製法を確立し、企業と共同で導電体デバイス性能試験を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 コーティング技術、塗布熱分解法、塗布光照射法、金属ガラス、超電導限流器、赤外線センサ、熱伝導度センサ、導電体デバイス

#### 【テーマ題目6】 トータルプロセス適正化設計技術

【研究代表者】 三島 望

(エコ設計生産研究グループ)

【研究担当者】 三島 望、増井 慶次郎、近藤 伸亮、栗田 恒雄、松本 光崇、清水 透、渡利 広司、堀田 裕司、明渡 純、中野 禅 (常勤職員10名)

#### 【研究内容】

本研究では、製造技術において高能率・高精度・低コストと低環境負荷の相反する要求を両立させるために、製品製造プロセス、さらにはそのプロセスを実現するための生産システムをトータルとして考えることで、その評価／設計を統合的に行う方法を確立することを目的としている。

アプローチとして、①コスト、環境負荷、加工品質に関する統合的な製造プロセス評価手法を提案し、実例に基づき検証すること、②複合的製造プロセスにおいて、要求される属性が連続的に変化するとき、プロセス境界をどこに置けば良いか、実例に基づいて解析する、③生産システムの TPI 評価を、ごく初歩的な段階から実施する。

①の統合的な製造プロセス評価手法の開発については、製品のライフサイクルを通じた統合的性能評価指標として TPI (トータルパフォーマンス指標) をこれまで提案してきたが、平成19年度は、トータルパフォーマンス評価手法をプロセスの評価に適用し、改善点の示唆を得る方法を提案した。この手法を先進焼結技術研究グループで行っている「セラミックスのコンパクトプロセス」の評価に適用した。その結果、一連のプロセスにおける要改善点の示唆、改善後のプロセスにおける TPI 向上効果の定量化、図示を行うことができた。

②の複合的製造プロセスにおける最適プロセス境界の探索に関しては、放電／電解ラッピング複合加工について、コーナーR と表面粗さの2つの属性に着目して、放電加工単独の場合と、放電／電解ラッピング複合加工による場合との、比較を実験により行い、より適したプロセスの境界がどこにあるかを確認した。

③の生産システムの TPI 評価については、生産シス

テムの TPI 評価のための基礎式を提案した。集積加工研究グループに開発したオンデマンドファクトリ、以前開発したマイクロファクトリを実例として、生産システムの TPI 評価のための基礎式を提案した。提案した評価式に基づいて、上記の小型システムと従来型の大型のシステムを評価した結果から、オンデマンド（マイクロ）ファクトリ的な小型生産システムは1個流しの生産、多品種少量生産には選択肢となりうることをおおまかに示した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 環境負荷、製造プロセス、トータルパフォーマンス、複合加工、オンデマンドファクトリ、コンパクトプロセス、

#### 【テーマ題目7】 冷間加工用マグネシウム合金板材の開発

【研究代表者】 西郷 宗玄

（難加工材成形研究グループ）

【研究担当者】 西郷 宗玄、花田 幸太郎、加藤 正仁、村越 庸一、初鹿野 寛一、清水 透、菊地 薫、鳥阪 泰憲（常勤職員8名）

#### 【研究内容】

マグネシウム合金は軽量高強度材料として注目され、環境負荷低減に非常に有効な材料である。軽量化によって燃費向上を図れる環境調和型材料として、航空機や自動車等へ適用する試みが行われている。しかしながら、マグネシウム圧延材は加工性が低いため、高張力鋼板やアルミニウム合金圧延材のように冷間プレス成形が可能なマグネシウム合金材の開発が切望されている。

本研究は、冷間加工が可能な ZA 系マグネシウム新合金（Mg-Zn-Al-Ca）の合金設計と板材製造プロセスを開発し、室温で比強度150 MPa/(Mg/m<sup>3</sup>)、伸び30 %以上を示す板厚1 mm の難燃性マグネシウム合金圧延材を創製することを目的とした。具体的には、延性と機械的強度を改善するための合金設計（ZA 系合金）と多方向鍛造と圧延を組み合わせた板材製造プロセスの開発により、鑄造インゴットから室温で比強度168 MPa/(Mg/m<sup>3</sup>)、伸び31 %を示す板厚1 mm の Mg-6Zn-1Al-0.5Ca 合金の開発に成功し、スラブから自動車ボディ材として十分な機械的強度と室温で25 %以上の延性を有する素材が製造可能であることを確認した。また、開発した合金圧延材の室温における加工特性と腐食環境下における耐食性について明らかにした。最後に、マグネシウム合金圧延材の冷間プレス可能な実現に向けた技術課題についてまとめ、冷間プレス部品について輸送機器、弱電、レジャー分野等における潜在的ニーズと技術課題を明らかにした。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 塑性加工、温間加工、高速度加工、ネットシェイプ成形、超塑性

#### 【テーマ題目8】 エンジニアリング部材のコンパクトプロセス技術の研究開発

【研究代表者】 渡利 広司

（先進焼結技術研究グループ）

【研究担当者】 渡利 広司、安岡 正喜、桑 正市、堀田 裕司、長岡 孝明、佐藤 公泰、杵鞭 義明（常勤職員7名、他2名）

#### 【研究内容】

代表的なセラミックスの成形法として鑄込み成形法があり、複雑形状物や衛生陶器などの大型形状物の成形などに用いられている。本研究では、鑄込み成形法における“鑄込み（成形）”、“脱型”、“乾燥”、“脱脂”、“焼成”の各工程を1工程に統合化する“コンパクトプロセス”を開発した。このプロセスは、スラリーを鑄込み型に流して成形し、脱型することなく、乾燥から焼成までの一連の加熱工程をマイクロ波加熱炉内で行うことで、工程の単略化、工程時間の短縮、投入エネルギーの削減を達成する低環境負荷型製造プロセスである。

まず、鑄込み後焼成までの加熱工程をマイクロ波加熱炉内にて一貫して行えるようにするため、崩壊式成型型を新しく開発した。この成型型の機能は以下の通りである。(1)鑄込み、乾燥時には成型型として作用する。(2)焼成時には断熱材及びマイクロ波吸収材として作用する。(3)焼成後は崩壊し、容易に製品を取出すことができる。

つまり、崩壊式成型型を用いることにより、成形、乾燥、焼成を同一工程で行うことができ、脱型工程を省けるため、様々な複雑形状品の製作に対応できる。不純物に関しては、従来の石膏型と比較して、着肉時における成形体内への混入が非常に少ないことや、焼成時における材料から型材への影響が小さい。その結果、型材粉末は繰り返し使用しても型としての特性になんら影響を及ぼさず、再利用することが可能である。

開発したプロセスでは通常工程（当所従来製法）に比べ、成形から焼成までの工程時間を約1/5以下に、全体の工程時間を半分以下に短縮できた。またマイクロ波加熱を用いることで、焼成温度の低温化、焼成時間の短縮化が可能であり、投入エネルギー削減効果も大きいと期待される。さらに、マイクロ波加熱により内部水分を選択的に加熱、乾燥させるので、乾燥時間も短縮できる上に、乾燥後の成形体の欠陥を抑制し、均質な成形体構造を作製することができた。また、本プロセスは有機バインダーを使う必要が無く、脱脂工程が不要となるので、低環境負荷の観点からも優れた製造方法といえる。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロ波焼成、鑄込み成形、乾燥、脱脂、成形体、成型型

#### 【テーマ題目9】 超音波プロセスの研究

【研究代表者】 飯田 康夫

(超音波プロセス研究グループ)

〔研究担当者〕 飯田 康夫、小塚 晃透、砥綿 篤哉、  
安井 久一、辻内 亨（常勤職員5名）

〔研究内容〕

ソノプロセスに関わる基礎現象の理解と、その特徴を生かした材料合成や産業応用を目的として研究を進めた。理論的な研究では、数値シミュレーションを、単一気泡系から多数気泡系へと発展させるために、気泡間相互作用を取り入れたモデルを構築し、超音波ホーン直下の気泡群の解析や、キャビテーションノイズの数値シミュレーションを行なった。その結果、気泡間相互作用が、音圧の低下と類似の効果をもたらすこと等を明らかにした。実験的な研究としては、これまで解析の手段が限られていた多数気泡の挙動を把握する手段としてレーザー光をプローブとした光散乱法に関する研究を進め、散乱光の経時信号をフーリエ変換することによって得られる周波数スペクトルから、気泡間相互作用や圧壊に起因する気泡の非線形振動を超音波周波数の高調波や分調波として観察できることを明らかにした。従来、同様の情報はハイドロホンによる音響信号解析によって得られることが知られているが、光散乱法によれば空間位置分解測定が可能であるとともに完全非侵襲による測定が可能であり、新たなキャビテーション場測定法としての展開が期待される。一方、材料合成関係では、金や銀などの貴金属ナノ粒子と金属酸化物粒子との複合化について検討し、ペーライトの粒子表面に銀ナノ粒子を析出させた複合粉体を合成し、銀ナノ粒子同士の間隔を制御することにより、表面増強ラマン分光特性を安定、向上させることが可能であることを見出した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 超音波、キャビテーション、気泡、材料創製、シミュレーション、光散乱

〔テーマ題目10〕 溶液プロセスによる酸化物材料の微細構造化

〔研究代表者〕 鈴木 一行

(テラードリキッド集積研究グループ)

〔研究担当者〕 鈴木 一行、加藤 一実、木村 辰雄、  
増田 佳丈（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

21世紀社会に必要な高性能小型電子機器の創出のためには、複数の機能が集積した機能集積材料の創製が緊要であり、テラードリキッドソースを用いた機能付加2D集積化プロセスの開発が不可欠である。本テーマでは、溶液化学を基にした機能性材料の集積プロセスに関する要素技術の基盤化と、それらの融合による集積材料の高機能化・精密構造化を目指す。

有機分子集合体を利用したメソポーラス材料の微細精密構造制御技術と液相析出法を利用した酸化物ナノ粒子膜のマクロ構造制御技術の融合による、集積化半導体酸

化物のナノ～マイクロ微細構造制御の可能性を検討した。また、テラードリキッドを用いてシリコン基板に集積した非鉛系強誘電体の微細加工による圧電デバイスの試作と特性評価を試みた。さらに、高誘電率酸化物のソフトパターンニング技術を検討し、有機高分子基板へ低温集積するための溶液原料に係る技術要素を明らかにした。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 テラードリキッドソース、化学プロセス、非鉛系圧電セラミックス薄膜、ナノ粒子堆積膜、メソポーラス材料、低温集積化プロセス

〔テーマ題目11〕 サステナブル表面技術の研究

〔研究代表者〕 安藤 泰久

(トライボロジー研究グループ)

〔研究担当者〕 安藤 泰久、日比 裕子、三宅 晃司、  
中野 美紀、佐宗 めぐみ、  
福山 理絵、是永 敦子、  
チェ スン Chol、田村 悠  
(常勤職員4名、他5名)

〔研究内容〕

多様な潤滑条件下で、良好な潤滑特性を示す表面を実現するために、ナノスケール形状、表面修飾、潤滑剤と材料の反応性の観点から検討を行った。ナノスケール形状に関しては、集束イオンビーム加工によって、シリコン基板にピッチ120 nmで突起配列を作製するとともに、直径10 μmの銅球にピラミッド状突起を作製し、凝着力との関係を明らかにした。表面修飾に関しては、シリコン基板上の有機分子の自己組織化膜（SAM）について、分子と基板間の結合が摩擦特性に与える影響を調べた。その結果、分子・基板間が Si-C 結合である SAM が低い摩擦係数を示し、高い耐性を持つことが分かった。また、固液界面における潤滑油中添加剤分子の表面修飾構造を、和周波分光を用いて解析することを試みた結果、基板や溶媒により、添加剤分子の吸着構造が異なることを明らかにした。潤滑剤の表面の反応性に関しては、反応生成物の材料に与える損傷が摩耗特性に影響した。金属チタンとケイ素系セラミックスとの複合材料の場合、酸化物による材料の損傷の程度は複合材料中のセラミックスの含有量ではなく種類に依存することが分かった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 突起配列、凝着力、自己組織化膜、耐久性、摩耗損傷、反応生成物、和周波分光

〔テーマ題目12〕 オンデマンド・サステナブル製造技術の開発

〔研究代表者〕 中野 禅

(集積加工研究グループ)

〔研究担当者〕 中野 禅、芦田 究、栗田 恒雄、  
朴 載赫、馬場 創、明渡 純



(常勤職員6名)

【研究内容】

オンデマンド MEMS 製造技術開発では、金属プレス加工、AD 法、インクジェット法等を利用した小型製造システムを作製しナノテク展等において展示し反響を得ている。本技術を元に企業へのポテンシャルを示し、企業が求める産総研を目指すためには同技術の高度化・ポテンシャルの向上が重要である。そこでオンデマンド MEMS 製造技術の主要課題の一つである金型製造部分を中心に金型製造のオンデマンド化を実現し、企業ニーズへの回答を用意する。併せてオンデマンドプロセスのサステナブル化も進め、さらなる普及を実現する。

本研究開発では、製造技術について、ミニマル化、見える化等を通し、試作開発レベルから製造に関わる時間を短縮し迅速に製造を実現するオンデマンド製造技術を開発している。併せてこの時間短縮の効果、見える化の効果等による高品位な製品開発を実現し、競争力の確保を目指している。そこで小型の実証製造装置を作製し、毎分1個の MEMS デバイスの製造を目指した製造の実証を行い、パネル展示を含め7回の展示会での発表を行った。徐々に企業意識への浸透が進んできている。また、この時間短縮については、例えば製造中の加工工具等の寿命向上による段取り時間の削減なども重要な課題である。特に、本研究開発において提案している金属プレス加工を用いた微細部品開発では、マイクロスケールのプレス加工が求められるが、この工具寿命は極めて短く、生産に耐えない等解決が求められる基礎課題である。そこで、表面改質手法を適用した長寿命化技術を開発し、ドライの打ち抜き加工に対して10倍以上の性能向上を実現した。企業の広いニーズに応えるようにこのように基礎的な課題解決から、システムとしての製造装置開発まで一貫して研究を進めている。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ミニマルマニュファクチャリング、オンデマンド製造、MEMS、プレス加工、エアロゾルデポジション

【テーマ題目13】ネットワーク MEMS に関する研究

【研究代表者】伊藤 寿浩

(ネットワーク MEMS 研究グループ)

【研究担当者】伊藤 寿浩、前田 龍太郎、  
一木 正聡、池原 毅、石田 敬雄、  
張 毅、小林 健、  
Sven Heisig、Lu Jian、李 東建、  
野口 俊彦、近森 邦夫、寺田 功、  
今村 純子、今村 智子、須田 和美  
(常勤職員7名、他9名)

【研究内容】

MEMS 技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプ

ロトタイプとして実証することを目的としている。特に、平成19年度は、パワーマネージメントにより消費電力 1 mW 以下の、温度センサ・加速度センサを搭載した無線センサ端末を実現するとともに、安全安心応用としての動物健康管理システムへの適用については、共同研究機関においてこの端末を実験鶏に装着して動作検証を行った。また、インターネットデータセンターの電力制御応用に関しては、ネットワークセンシングシステムの基本コンセプトの検討と、無線センサ端末の要素部品である高効率マイクロコイルの設計を行った。

また、人間の健康管理への応用を目指した超高感度においセンサシステムの開発については、要素デバイスであるマイクロポンプと振動センサを試作評価するとともに、全体システムのプロトタイプを構築し、有機分子の検出、濃縮、分離が可能であることを実証した。

また、ユビキタスマイクロ電源の開発に関して、ナノインプリントを利用したマイクロ燃料電池用電極構造を開発し、従来比10倍程度の性能改善を実現するとともに、将来的に自立型 MEMS デバイスのエネルギー源としても期待される太陽電池用の新規電極材料について検討を行った。後者に関して、具体的には、基板材料となる酸化チタン透明導電膜のスパッタ法による作製に新規に取り組み、酸化ニオブを5 wt%含有した酸化チタンを石英ガラス上に100 nm 程度スパッタした後、真空中 600 °C 以上のアニール処理を施すことによって、導電性薄膜を得ることに成功した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】MEMS、センサ、アクチュエータ、ネットワーク、物流、安心安全、健康モニタリング

【テーマ題目14】新加圧方式による低温大面積インプリント技術

【研究代表者】高木 秀樹

(インプリント製造技術研究グループ)

【研究担当者】高木 秀樹、銘荊 春隆、廣島 洋、  
高橋 正春、前田 龍太郎  
(常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

ナノメートルスケールの微細な形状を作製可能なインプリント加工は、樹脂などの高温で軟化する材料を、加熱下で金型に押しつけ加圧保持することにより、表面を変形させ金型の形状を転写する。従来、インプリント加工は樹脂材料が中心であったが、耐熱性、光透過性、化学的耐久性などに優れたガラス材料のインプリント技術に対するニーズが増大してきている。インプリント加工の能率向上には大面積の一括加工が重要であるが、成形面積に比例して成型時の保持荷重が増大するため、装置が大型化することが大きな問題である。特に、高温が必要となるガラス材料の大面積インプリントは困難であっ

た。

本研究では、金型とガラスの間に電圧を印加し、金型表面と、これに接するガラス表面との間に働く静電引力により成形を行う手法を開発した。本年度は基本的な成形特性を検討するため、5  $\mu\text{m}$  から300 nm までのパターンを形成した金型を用いて、ガラス材料の成形加工について検討した。1 kV の電圧を印加することにより、従来法に比べ100  $^{\circ}\text{C}$ 程度低温で300 nm のパターンの成形が可能であることを確認した。また、本手法では基本的に外部からの機械的な加圧は不要であり、大幅な荷重の低減が可能であることを確認した。今後は本研究の成果を基に、大面積インプリントへの適用について検討を進めていく。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 MEMS、ナノインプリント、マイクロ・ナノ成形技術、ガラス、静電引力

#### 【テーマ題目15】 高性能セラミックス多孔体に関する研究

【研究代表者】 吉澤 友一

(高性能部材化プロセス研究グループ)

【研究担当者】 吉澤 友一、宮崎 広行、周 游、福島 学 (常勤職員4名、他2名)

#### 【研究内容】

セラミックスは優れた耐熱性、耐食性を有しており、その多孔体は脱塵フィルター、分離膜及びその支持基材、下水処理の際の汚泥への散気など、エネルギー創出や環境浄化などの分野で賞用され研究開発が進んでいる。本研究では、マクロ細孔を有する多孔質高強度炭化ケイ素に関して取り組んだ。

大きな気孔径を有するセラミック多孔体の製造は、大きな粒径の原料粉末を使用する必要がある。しかし、10  $\mu\text{m}$  を越えるような粒子では、プレス成形をすることが困難である上に、著しく焼結能に欠き、粒子の合体は殆ど進行しないため手で崩れる程度の強度しか得られない。強度はフィルターの分離効率(透過、分離操作時間)と大きく関係し、例えば高強度であれば高圧操作が可能となり分離効率が高くなる。1  $\mu\text{m}$  以上の気孔径を付与する技術としては、スポンジへのスラリー含浸法やバブルフォーム等が試みられているが、必要とされる強度が得られなかったり、気孔径が大きすぎるなどの問題点があった。

本研究テーマでは、上記の問題を解決するために、焼結性の劣る大きな粒子と易焼結性の微粒子を含有する無機高分子を適量混合させ焼成する製造プロセスを開発した。これによりハンドリング可能な成形体を得ることが可能となり、焼成時に粗大粒子間の接触部(ネック部)を増大させ、所望の細孔径と、かつ高強度(従来法の10倍以上、圧縮強度で100 MPa 以上)を達成することができた。本技術は、特殊な手法や装置を必要とせず、大

きな粒径の原料粉末に少量の添加物を加えるだけで、必要とする気孔径と強度が達成されるため、関連企業より高い評価を得て、特許実用化共同研究を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 セラミックス、多孔体、フィルター、細孔径、高温、比表面積、透過量

#### 【テーマ題目16】 新規硬質セラミックスの開発

【研究代表者】 吉澤 友一

(高性能部材化プロセス研究グループ)

【研究担当者】 吉澤 友一、宮崎 広行、周 游、福島 学、日向 秀樹、平尾 喜代司 (常勤職員6名、他2名)

#### 【研究内容】

現在、金属材料の切削工具材料として超硬合金(WC-Co)が広く用いられている。しかし、タングステンは、地殻存在量が少なく、また、産出国に限られ、長期的な安定供給が懸念される。切削工具を始めとする硬質材料は、自動車産業を始めとする多くの機械工業でなくてはならない工具であり、将来的な安定供給の確保が重要な課題である。構造用セラミックスは、稀少資源を使用せず、超硬合金を上回る硬度、高温強度を有し、硬質工具用代替材料の候補である。また、構造用セラミックスの軽量性、高剛性を利用した軽量構造部材への期待も大きい。一方、代表的な構造用セラミックスである窒化ケイ素の新たな用途として、その安定性などを利用した新規蛍光体が注目されている。

切削工具材料としてアルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )、窒化ケイ素( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )などのセラミックスも使用されているが、現在は少量である。これらの材料が広く使用されない理由は、前者は、靱性の低さに起因する耐久損性の不足であり、後者は、高温での鉄との反応性である。材料組織制御の観点より、これらの欠点を克服するため、アルミナでは、既開発の高靱性材をベースに、高温硬さ、耐摩耗性が高い材料を表面に形成する、また、窒化ケイ素ベースでは、窒化ケイ素の表面に反応を抑制する層の形成することで問題を解決する。高靱性アルミナ材は、平成18年度までの耐摩耗／高靱性二層アルミナの技術を応用し、表面層厚さ制御技術を確立した。また、複数面に同時に表面耐摩耗層を形成する技術を確立した。さらに、新規表面層処理剤の探索にも成功した。これらの試作材は、切削工具チップの形状に加工し、実際に鋳鉄と一般鋼の切削試験を行い、安定した特性を示した。窒化ケイ素に関しては、組成を変更し、焼結工程の途中で表面に炭化物が形成する条件を発見した。

一方、最も硬く、軽量なセラミックスである炭化ホウ素は、工具や軽量高剛性材料として極めて有望であるが、通常の焼結が困難であり、工業的には、ホットプレス法により生産されている。このため、コスト、形状、寸法の制約があり、広く使用されるに至っていない。この炭

化ホウ素セラミックスの常圧焼結を検討し、金属アルミニウム蒸気雰囲気中で著しく焼結が促進されることを発見した。本研究は、民間企業と共同で行い、企業で実用化に向けて検討中である。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 レア金属、元素戦略、タングステン代替、切削工具、アルミナ、炭化ホウ素

# 【テーマ題目17】 ステレオファブリック造形の実用化適 合技術開発

【研究代表者】 北 英紀

(高温部材化プロセス研究グループ)

【研究担当者】 北 英紀、日向 秀樹、鈴木 隆之、  
西村 良弘、手塚 明、中住 昭吾、  
平尾 喜代司、大司 達樹  
(常勤職員8名)

## 【研究 内 容】

液晶・半導体やエンジン部品といったモノ作り産業の根幹をなす製品群の高品質化と製造効率を飛躍的に向上させるために必要な、製造機器に搭載される革新的大型セラミック生産部材のプロセスとその関連技術の開発を進めている。具体的には高機能中空小型ブロックを一体・大型化する技術（ステレオファブリック造形技術）を基軸として、①中空ブロックの設計とそのニアネット製造技術、②高温融体との難濡れ・伝熱制御、③省エネルギー材料・接合方法、④エクセルギー概念に基づく製造、運用、廃棄過程での資源消費や環境負荷の定量化、を行っている。

平成19年度はその実用化を促進するため、適用分野をアルミニウムやマグネシウム等、循環性金属の鋳造システムに絞り、効率とクリーン化を両立できるシステムの基本設計、ならびにステレオファブリック法による部材の設計と試作を行った。また外部からの投入エネルギーを抑えながら中空ブロックを接合するための技術として、ケイ素粉末を接合面に高密度で充填、あるいは炭素源を接合部に介在させ、それぞれ窒素ガスや熔融ケイ素と反応せしめ固化・焼結と接合を同時に行うプロセスを考案し、その基本検討を行った。さらにセラミック部材の製造、運用、廃棄の各過程をシステムとして整理し、過程を通じた資源・エネルギー消費をエクセルギーとして定量化した。

今後、本年度に得られた成果を発展させ、部材及びシステムの開発と、局所加熱による接合技術開発を重点的に行うとともに、ライフサイクルでの資源消費や効率を定量化し、当該技術についてミニマルマニュファクチャリング視点での評価を行う。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 セラミックス、大型部材、ライフサイクル、環境負荷、効率、エクセルギー

# 【テーマ題目18】 バイオ・ユニット集積製造プロセス技 術

【研究代表者】 加藤 且也

(生体機構プロセス研究グループ)

【研究担当者】 加藤 且也、斎藤 隆雄、永田 夫久江、  
寺岡 啓、稲垣 雅彦、市川 直樹、  
加納 誠介（常勤職員7名）

## 【研究 内 容】

バイオカスタムユニットの活用により生体機能を自立的に誘導するプロセスである、革新的バイオミメティック製造プロセス技術の開発を行う。さらに新規プロセスを発展させ多様なニーズに対応した高機能・高付加価値を有する部材の創製技術を開発する。具体的には生体組織形成を促進する構造の構築ならびに細胞接着を誘導する材料表面修飾や結晶配向性のナノスケール制御等により、生体応答に優れたカスタムユニットの実現を目指す。さらに、生体親和性を向上させたカスタムユニットの3D積層によるマクロスケール構築を行う。また生物機能・構造模倣によるバイオミメティック反応場の高度化を図るとともに、ナノリアクター、細胞チップ、中空粒子DDSなど他品種先進機能性部材開発を実施する。

平成19年度は特に、生物の有する省エネルギー・省資源・省廃棄物で最大の機能・特性を発揮する物質生産システムを模倣するバイオミメティック製造プロセスの開発を目的として、生体機構を誘発するバイオ・ユニットの創成とその集積化について実施した。マイクロ～ミレレベルで調整可能なバイオ・ユニットビーズ（細胞や体液を積極的に誘導する）を作製し、自己組織的に配列されることに成功した。さらに配列させたビーズを集積化させることにより、複雑形状に製造加工することが可能となった。このようなフレキシブル且つオンデマンド形状作製は、骨欠損部への積層体充填や触媒担体としての応用を期待できる。またポリスチレンビーズ・シリカ、ポリ乳酸-アパタイトなどの有機-無機複合体の自己集積化を利用した新規多孔体の合成にも成功している。さらに生体構造・機能を模倣するバイオ・ユニットとして、新にハイドロキシアパタイトの結晶配向性を制御するプラズマ溶射法製造プロセスを開発した。これにより、歯のエナメル質構造を生体外で構築することを可能とし、さらにこの生体類似構造体を用いて、生体内現象としてのタンパク質の選択的吸着特性を明らかにした。また、ハイドロキシアパタイトの新規利用方法として、触媒としての可能性について調査研究を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 生体材料、アパタイト、人工骨、細胞、コーティング

# 【テーマ題目19】 マイクロファクトリ

【研究代表者】 岡崎 祐一

(ファインファクトリー研究グループ)



【研究担当者】岡崎 祐一、芦田 極、小倉 一朗、  
水原 清司、加藤 教之  
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

マイクロファクトリの要素技術開発として、以下の開発を行った。

マイクロ機械加工に関し、原子間力顕微鏡のカンチレバー機構を利用したナノスケール切削を産業的に応用しうる技術の開発を目的に、異種材料の積層によるナノ構造体を加工対象として基礎的な加工実験を行い、ナノスケール除去加工の制御特性を調査した。

マイクロ機械計測ではミリメートル以下の直径を持つ微小円筒を対象に、直径と真円度を同時に測定するシステムを昨年度に引き続き試作した。直径・真円度測定プローブの接触検出再現性は50 nm 以内に収まり、良好な接触検出が可能であることが分かった。またステージとスピンドルの平行度を2次元角度センサと球を用いて測定する手法を提案し、基礎実験によりその有効性を示した。

マイクロ機械部品の組み立てに関し、オペレータによる微細な作業を支援するシステムを開発し、産業的実応用に照合し、その有効性を確認した。

外部機関の活動支援については、欧州調査団の派遣とワークショップ開催をサポートした。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】精密切削加工、マイクロファクトリ、機械計測、工作機械、運動制御

【テーマ題目20】実験関数を許容したマルチスケール定性推論設計

【研究代表者】手塚 明

(製造プロセス数理解析研究グループ)

【研究担当者】手塚 明、往岸 達也、中住 昭吾、  
澤田 有弘、加納 誠介、原田 祥久、  
是永 敦、三宅 晃司(常勤職員8名)

【研究内容】

ミニマルマニファクチャリングの技術的具体化を行う高付加価値技術系に関して、材料形態のメゾスケール及び形状構造のマクロスケールを意識しつつ、設計目的関数と使用条件・(材料・加工の)設計因子の応答(関係把握)を記述し、実験応答関数及び仮想応答関数とCAE 入出力を守備範囲とする応答曲面による、概念設計と詳細設計の中間の位置づけとなる新しい形の定性推論設計手法を構築する。これにより、CAE をベースとしながら、CAE に載りにくい現象、実験に載りにくい現象の双方を設計推論に考慮する事が可能となり、メンテナンスを含めた製造設計への道を開拓する。

平成19年度は、複数の応答曲面をベースにした定性推論設計の考え方の有効性を、非 CAE 効果を考慮したトライボロジー特性改善設計に関わるケーススタディ1

(応答曲面により整理式で隠れた因子の考慮)と経年劣化を考慮した評価方法設計に関わるケーススタディ2(応答曲面による等価性の検証)を通して示した。ケーススタディ1について、因子毎の考察により、現象のキーである油膜厚さと浮上力、テクスチャーパターンとの関係づけを整理する手法を確立した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】計算力学、設計、定性推論、実験関数

【テーマ題目21】高精度損傷評価・解析に基づく信頼性診断システムの構築

【研究代表者】鈴木 隆之

(機能・構造診断研究グループ)

【研究担当者】鈴木 隆之、西村 良弘、笹本 明、  
小川 博文、原田 祥久、中住 尚吾、  
手塚 明、北 英紀(常勤職員8名)

【研究内容】

機器・構造物の長期的な安全性、信頼性確保技術、及び、「最小の資源」、「最小のエネルギー」で長期間に亘り品質を保証する生産プロセス技術に貢献するためには、部材や構造物中に生じるき裂や損傷を検出することが重要である。そこで電磁気や X 線を用いた非破壊損傷評価試験と PC クラスタを用いた並列多次元 FFT 処理を組み合わせ高精度、高速度で検出、評価する手法を開発する。それとともに、大型部材や構造物中に発生することの多い複雑形状き裂を重合メッシュ法を用いた拡張有限要素法により解析し、その伝播挙動を明らかにする。さらに、これらの成果を統合し、機器・構造物の寿命・余寿命評価が可能となる信頼性診断システムの構築を図る。

平成19年度は、これまで開発してきた渦電流探傷法を用いた非破壊検査システムを高性能化するため、計測データからノイズを判断、除去するアルゴリズムを開発した。従来は逆解析の際にノイズが拡大され、欠陥画像の再構成が困難となる場合があったが、開発したアルゴリズムを用いた結果、計測データより欠陥の2次元寸法・形状の再構成がほぼ自動的に可能であることを検証した。さらに、システムの整備を継続し、1 m/s までステージの高速化を達成することができた。

また、実際の機器・構造物で多く生成する表面欠陥、内部欠陥等の様々な複雑形状欠陥にも対応することができるよう、電磁超音波法や先進磁気センサである FG センサを用いた漏洩磁束法に着手した。大規模3次元画像再構成のための多次元 FFT の並列処理、ベクトル化等の最適化を実施し、表面欠陥や内部欠陥の場合においても順・逆解析が可能なプログラムを完成させた。また、内部欠陥、表面欠陥を対象にこれらのセンサを用いたデータ取得に着手した。特に FG センサを用いた場合は表面欠陥形状と漏洩磁束分布との間には密接な対応関係があることが分かった。

さらに、これらの順・逆解析方法を走査型プローブ顕微鏡の一種である磁気力顕微鏡を用いた材料キャラクタリゼーションにも適用した。探針の磁荷分布を様々変化させた場合の磁気力顕微鏡像への影響やその際の最適な計測方法を明らかにすることができた。

加えて、欠陥を検出できた場合、その後の伝播方向、挙動を明らかにするため3次元形状等複雑形状を有するき裂解析を行うためのプログラム作成に着手し、メッシュフリー有限要素法による3次元応力解析を行った。様々な3次元き裂において、き裂の伝播方向、速度を決定するために必要なき裂近傍の応力分布、応力拡大係数分布の算出が可能となった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 非破壊検査、渦電流探傷、先進磁気センサ、MFM、順・逆解析、並列処理、FFT、拡張有限要素法、き裂伝播

【テーマ題目22】 マイクロ熱流体の基盤技術に関する研究

【研究代表者】 市川 直樹

(マイクロ熱流体研究グループ)

【研究担当者】 市川 直樹、鈴木 章夫、黒田 雅治、森川 善富、加納 誠介、松本 壮平、松本 純一、高田 尚樹  
(常勤職員8名、他4名)

【研究内容】

生体に装着して各種状態を計測する化学センサは今後重要であり、そのために必要な、フィルム積層による柔軟かつ機能集積型のマイクロ化学分析システムの作製を検討している。マイクロ流体デバイス材料として広く用いられている PDMS (シリコーンゴムの一種) は、高い柔軟性と自己粘着性のためハンドリングが困難であり、高精度での位置合わせは難しい。これに対し、支持フィルムと専用位置決め装置を利用して、フィルムへのパターン形成、位置合わせ、積層を、安定した品質で複数回繰り返し行うプロセスを確立した。また、直径5 mm の円筒側面に連続してフィルムを積層し、3次元的な構造を持つマイクロ流路を作製することに成功した。

また、PDMS の親水性及び生体細胞等との親和性向上を図るため、紫外線照射による表面改質を引き続き検討した。ネットワーク構造を持つマイクロ流路を部分的に親水化することで、液体の表面張力による弁効果(ラプラスバルブ)を実現し、かつそれらの動作圧力を任意に設定可能とする新しいマイクロ流体デバイスの開発に成功した。

また、こうしたマイクロ流体デバイスの設計・評価に必要な流体シミュレーション技術に関して、新規的な解法(直交基底気泡関数要素安定化法)に基づいた圧縮性粘性流体解析法を提案した。この手法により、気体用マイクロポンプに用いるマイクロ流体ダイオード(非

可動弁)の各種形状に対する並列計算を系統的に遂行し、特に整流効果の高い新規流路形状と動作条件の発見に至った。この結果は、MEMS 技術により作成した実スケールのマイクロ流体ダイオードを用いた実験結果と定性的に一致することを確認した。

検出機構の開発として、液中での安定観察を目指し、プローブ用カンチレバーの駆動にファンデルボール型の自励発振を用いる AFM (原子間力顕微鏡)の開発を行っている。試作した AFM 機構と市販の AFM カンチレバーを用いて、大気中におけるカンチレバー振動の安定化の効果を確認した。また、液中での安定発振にも成功し、高い周波数分解能を有することを確認した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロ流体、MEMS、非線形力学

【テーマ題目23】 製造現場における安全・信頼性基盤技術の開発

【研究代表者】 市川 直樹

(マイクロ熱流体研究グループ)

【研究担当者】 市川 直樹、鈴木 章夫、黒田 雅治、森川 善富、松本 壮平、加納 誠介、松本 純一、高田 尚樹、前田 龍太郎、一木 正聡、高橋 正春、松原 一郎、申 ウソク、西堀 麻衣子  
(常勤職員14名)

【研究内容】

製造産業の安全性を高めるための予防安全技術として、常時モニタリングによる時系列データの解析から現在の状態の定量化及び将来の状態を予測する技術を開発する。具体的対象として、作業を阻害しない作業者のストレス・疲労度などの計測技術を開発し、高精度予測手法と合わせることで、安全性向上に資する技術開発を行う。

平成19年度の成果は以下の通りである。

高感度でかつ高い水素選択性を有するマイクロ熱電式水素センサ素子用の外部回路設計・試作を行い、小型プロトタイプの計測モジュールを作製した。実際に人の呼吸をサンプリングバッグに採取し、シリカゲル乾燥管を通して除湿した後、小型プロトタイプの計測モジュールで呼吸中の水素濃度を測定したところ、簡便な計測モジュールにも関わらず、同じ呼吸サンプルを既存のガス分析装置で分析した際の水素濃度と同等の結果が得られ、その有効性を実証した。

市販装置を利用した脈波と心電図の同時計測システムを構築し、安静時、軽動作負荷時、運動負荷前後等における脈波、心電図等の生体情報データを取得した。波形分析等の時系列データ解析を行い、粗視化による脈波揺らぎの指標化を提案した。運動疲労時と安静時とは脈波揺らぎに異なる結果が出始めており、傾向確認のため運動負荷前後に連続測定を行い、脈波、心電図等の生

体情報データを取得した。

人間の疲労やストレスの状態などを調べるために、精神疲労を与える1桁の加算課題を用いた実験を行い、その回答数の変化と、心電計により同時に測定した心電図の波形全体を用いた非線形時系列解析の結果の比較を行った。その結果、波形の複雑性を示すポイント相関次元が回答速度（単位時間あたりの回答数）と定性的に反比例の関係（すなわち、疲労してくると相関次元が高くなる）があることを見出した。

次いで、製造現場におけるリアルタイムの計測と解析に向けて、市販の超小型ワイヤレスセンサを用いて運動時や運転時など日常生活における生体データの取得及び解析を行った。その結果、データの分解能やサンプリング速度の不足により解析の信頼性が低下していることが分かり、重量、サイズ、動作時間は同程度で分解能・サンプリング速度を大きく向上させたワイヤレスセンサ（53×36×11 mm、48時間連続動作、16 bitAD、1024 Hz サンプリング）及び携帯電話による受信システムを試作し、通常的心電計と同程度の解析精度が得られることを確認した。さらに、移動窓を適用した移動ポイント相関次元法を提案し、試作ワイヤレスセンサと PC を用いて心電図の相関次元を100 ms ごとにリアルタイムで得ることに成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 安全信頼性、モニタリング

#### 【テーマ題目24】 マイクロプラズマ素子を用いたイオン発生技術の開発

【研究代表者】 平澤 誠一

（レーザー微細加工研究グループ）

【研究担当者】 平澤 誠一、（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

高効率な大気イオンの発生手法の開発は、環境中微量物質の分析・計測や、製造プロセスの高度化のために重要な役割を果たすものである。なかでもイオンを用いた静電気除去装置（除電器）は、放電による半導体部品の損傷やフラットパネルディスプレイ製造現場における歩留まりの低下をはじめとする様々な静電トラブルの解決手段として広く利用されている。これまでの、針型電極でのコロナ放電を利用した除電器は、電極先端での強い電界集中に起因した電極の摩耗や埃等の沈着により、長時間使用に伴ってイオン発生効率（すなわち除電性能）が低下するという問題を抱えており、その結果、使用者は頻繁な清掃等のメンテナンスを強いられていた。一方、本研究開発課題のベースであるマイクロプラズマ素子は、優れたメンテナンス性（埃が付着しにくい、また付着してもふき取れば元の性能に戻る）、イオンの安定性（3～4 kV の低い電圧でイオン発生）、イオン濃度の均一性など、従来技術には無い優れた特徴を有しており、これを応用することにより、画期的に高付加価値な除電器を

構築できることが期待される。本課題では、マイクロプラズマ素子の改良、印加電圧の波形や周波数の最適化などを通じて、高効率なイオン発生とオゾン発生の低減を両立させる基盤技術を確立することにより、除電器をはじめとした様々な装置に、当該素子を応用・展開することを目指している。

平成19年度は、フラットパネル用ガラス基板をはじめとする大面積での除電を対象とした Bar 型除電器の開発を重点的に行った。素子の長尺化を行うとともに、これに伴い生じる電源負荷を低減するために、素子の静電容量を抑制し、なお且つ空間的に均一なイオン分布を達成可能な素子形状の最適化を行った。電圧の印加方式や素子配置方式の検討を通じて、除電対象に近接設置が可能で、送風によるイオン輸送の必要のない新しいタイプの Bar 型除電器の試作に成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 静電気除去、イオン、マイクロプラズマ素子、除電器

#### 【テーマ題目25】 高生産性先端加工技術開発

【研究代表者】 松岡 芳彦

（レーザー微細加工研究グループ）

【研究担当者】 松岡 芳彦、平澤 誠一、吉澤 友一、福島 学（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

機械加工技術は高度に発達した高生産性技術であるが、有限の大きさを持った工具「刃」による接触加工であり、さらなる加工の微細化は難しくなっている。一方、レーザー発信器は、波長・パルス幅・繰り返し周波数・出力エネルギーに多様性が増し、レーザービーム加工の種類・対象が格段に拡がり、ミクロンサイズ、あるいはより小さい微細加工が可能になりつつある。本課題では、高度に完成された高生産性機械加工と、機械加工と同レベルの高い生産性をもち且つ機械加工が困難な材料にも適用可能なレーザービーム加工を融合させることにより、次世代技術である高生産性先端加工技術を確立することを目的として開発を行っている。

平成19年度は、前年度に引き続き、接触式の機械加工が苦手とするガラスやセラミックスなどの脆性材料の、パルスレーザーを用いた実用的な直接加工技術開発を行った。高繰り返し率のナノ秒 Nd:YAG レーザー（第四高調波：波長266 nm）を用いて、より高速での加工を実現するとともに、266 nm に吸収帯を持たない合成石英ガラスについても、吸収を持つ珪酸ガラスなどと同様の加工が実現可能であることが示された。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 直接微細加工、パルスレーザー、紫外光、ガラス、セラミックス



⑩【サステナブルマテリアル研究部門】

(Materials Research Institute for Sustainable Development)

(存続期間：2004. 4. 1. ～)

研究部門長：中村 守

副研究部門長：田尻耕治、坂本 満

主幹研究員：三輪 謙治、金山 公三

所在地：中部センター、九州センター

人 員：72名 (71名)

経 費：712, 078, 千円 (433, 824千円)

概 要：

サステナブルマテリアル研究部門は、材料及び部材に関わる研究開発によって、産業・社会の持続可能な発展の実現に貢献することを目指す。特に、エネルギー資源の節約と、化石燃料の燃焼に伴う二酸化炭素排出量の抑制による地球環境への負荷低減のための、材料及び部材に関わる研究開発、及び産業上大変重要でありながら、将来の安定供給に不安があるレアメタル資源対策のための技術開発に取り組んでいる。

具体的には、将来のエネルギー不足への対応及び地球温暖化の防止を目的とする研究においては、エネルギー消費削減に資する材料と部材に関わる研究開発として、自動車用超軽量材料としてのマグネシウム合金素材に関わる研究開発と、住宅における冷暖房のためのエネルギー消費の削減を目指した窓、壁等の建築材料及び部材に関わる研究開発を重点課題として実施した。

また、3番目の重点課題として、可採埋蔵量が少ない上に、極少数の国への埋蔵資源の偏在が著しいため、我が国の産業にとって重要でありながら、将来の安定供給に不安があるいくつかのレアメタル元素について、代替材料技術及び消費量削減技術の研究開発を推進した。

平成19年度は、各重点課題において力を入れたテーマは、以下の通り。

- ① マグネシウム合金素材については、鍛造技術の高度化と易プレス加工性板材の研究に取り組んだ。
- ② 省エネルギー住宅用材料技術については、調光窓ガラスの特性向上等の個別要素技術の高度化に取り組むとともに、実験用モデル建築物を利用した特性評価を開始した。
- ③ レアメタルの研究については、超硬合金工具に使用されるタングステンの使用量削減技術と代替材料技術の開発、及び銅合金に快削性を付与するビスマスの使用量削減技術の開発に、重点的に取り組んだ。

外部資金：

経済産業省 平成19年度中小企業地域新生コンソーシアム研究開発事業

「ナノ粒子を利用した高機能 Al 合金鋳物の研究開発」

経済産業省 平成19年度中小企業地域新生コンソーシアム研究開発事業

「住宅エクステリア用不焼成100 %リサイクル保水不燃建材の開発」

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「可視光光触媒の応用プロセス技術開発」

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「超はっ水ナノ分子ペーパー製造技術開発」

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「鉄系バインダ超硬合金を用いた難削材用乾式高効率切削工具の開発」

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「二輪車に搭載できる高強度ナノホイスラー熱電モジュールの開発」

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「摩擦攪拌を活用する革新的異種金属材料複合体創製技術の開発」

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業

「木質材料の微細構造制御による環境・工業両立型高機能部材の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 萌芽

「生体酵素の機能を模倣したナノ物質変換システムの開発」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 A

「木質材料の高機能化を可能とする超音波振動付加薬剤含浸・圧密技術の開発」

経済産業省 平成19年度産業技術開発事業（中小企業支援型）

「粒間・表面間相互作用の検査・計測機器の開発」

経済産業省 戦略的技術開発委託費  
「超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発」

経済産業省 戦略技術開発委託費  
「超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発及び代替材料開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的部材産業創出プログラム  
「マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「省エネルギーに繋がるバイオメテックプロセス実用化のための要素技術に関する調査」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「調光ミラーフィルムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「超硬工具向けタングステンの使用量低減技術開発に関する先導研究」

独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ東海／シーズ発掘試験  
「新規リン酸系プロトン導電体を使用した中温作動燃料電池の開発」

経済産業省 平成19年度地域資源活用型研究開発事業  
「沖縄産材を用いた高機能性木材に関する研究開発」

経済産業省 平成19年度地域資源活用型研究開発事業  
「徳島県産未利用徳島すぎを用いたハイブリッド木質材料の開発」

経済産業省 平成19年度地域資源活用型研究開発事業  
「新たな機能を付加した会津桐によるバリアフリー商品の開発」

財団法人石川県産業創出支援機構 平成19年度戦略的基盤技術高度化支援事業  
「温・熱間鍛造用高耐久性金型材料の開発」

財団法人科学技術交流財団 平成19年度戦略的基盤技術高度化支援事業  
「薄肉複雑形状で強度・放熱性・耐候性に優れた成型品の開発～半凝固材に最適化した成型法の開発～」

財団法人中部科学技術センター  
「振動プロセスによる高品質、高強度、高信頼性自動車用アルミニウム部品創製技術の開発」

財団法人中部科学技術センター  
「鉛フリー銅合金の減圧凍結システムによる低コストで無公害な鋳造技術の開発」

経済産業省 平成19年度地域資源活用型研究開発事業  
「養殖真珠の代替核となるセラミックス中空ボールの研究開発」

発表：誌上発表171件、口頭発表285件、その他40件

#### 環境適応型合金開発研究グループ (Advanced Magnesium Alloy Group)

研究グループ長：佐藤 富雄

(九州センター)

概要：

マグネシウム合金を輸送機器部材へ応用するためには、強度、耐熱性を始めとする諸特性の改善が必要であるとともに、コストを意識した合金開発が重要である。そこで当研究グループでは構造用マグネシウム合金の塑性加工におけるコスト低減のため、塑性加工性を改善した合金開発を行い、生産規模の押出し加工機での評価を行った。その結果、押出し圧力および押出し速度で15 %以上の改善が認められ、マグネシウム展伸部材の低コスト化に寄与できた。さらに押出し材の機械的性質も従来材に比して向上することが明らかになった。

一方、耐熱合金の開発においては Mg-Al-Ca-Si 系合金で、150 ℃程度まで室温強度を保持した耐熱性 Mg 合金を開発できた。また、マグネシウム合金を難燃化できたことによってその粉末化が安全且つ容易となり、粉末冶金法によって500 MPa 程度の引張強さを有する高強度合金を開発した。この合金を TIG 溶接における溶加材として用いると、約90 %の継ぎ手効率（母材：展伸材）を得ることができた。

研究テーマ：テーマ題目1

#### 凝固プロセス研究グループ (Solidification Processing Group)

研究グループ長：三輪 謙治

(中部センター)

概要：

輸送機器軽量化に関わる要素技術の研究開発として、マグネシウム合金の連続鋳造技術の開発、セミソリッドプロセスによるマグネシウム合金の高品質部材化技術の開発、及びマイクロエクスプロージョンプロセスによる金属材料の高性能化技術の開発を行った。マグネシウム合金の連続鋳造技術の開発においては、耐熱マグネシウム合金に対して、直径50φのピレットの組織微細化のための冷却制御の開発を行った。セミソリッドプロセスによるマグネシウム合金の高品質部材化

技術の開発においては、ランナレス成形法及び Cup-Cast 法とも高品質な部材を得る条件を明らかにすることができた。特に、Cup-Cast 法は縦型射出方式では技術的に困難を伴うことが明らかになったが、使用するスラリーの組織が細かいことから、流動性がランナレス成形法より向上すること等を明らかにした。

マイクロエクスプロージョンプロセスによる金属材料の高性能化技術の開発においては、マイクロエクスプロージョンプロセスによる AZ 系マグネシウム合金の組織微細化については、AZ31、AZ61、AZ91の微細化条件と微細化の程度を明らかにした。いずれも50  $\mu\text{m}$  程度と、従来の鋳造法では報告されていない程度の微細化を達成できた。また、金属ガラスの創製技術については、セミソリッド技術を活用した微結晶分散金属ガラスの創製に目途をつけた。

研究テーマ：テーマ題目 1

### 構造部材成形技術研究グループ

(Metal Forming Technology Group)

研究グループ長：山田 康雄

(中部センター)

概 要：

ポーラス金属の高性能化を目的として、スぺーサ法及びスラリー法を活用した研究を行った。スぺーサ法の研究においては、異方性気孔を有するポーラス金属を作製し、その気孔形態が機械的性質に及ぼす影響を明らかにした。また、スぺーサ法により得られる高空隙率ポーラスアルミニウム焼結体においては、アルミニウム粉末粒子表面にスズを蒸着することによりアルミニウム粉末粒子相互の連結・結合性が大幅に向上することが分かった。一方、スラリー法の研究においては、加熱で発泡と固化を同時に行う方法を発展させ、加熱方法及び添加剤を改良することによりスポンジ状の開気孔を有する多孔質成形体の製造法を開発した。さらに、成形プロセスを発展させることで、異なる気孔形態（スポンジ状気孔、レンコン状貫通孔、分散した閉気孔）を有するポーラス構造部材をそれぞれ作製することが可能となった。

研究テーマ：テーマ題目 1

### 金属材料組織制御研究グループ

(Microstructure Control of Materials Group)

研究グループ長：斎藤 尚文

(中部センター)

概 要：

軽量金属材料プロセスに関する研究として、クロスロール圧延、異周速圧延、摩擦攪拌プロセスによるマグネシウム合金の高機能化について検討した。具体的には以下のような成果が得られた。クロスロール圧延法を利用して AZ31マグネシウム合金板の集合組織制

御を行うことにより、冷間深絞り成形が実現可能となり、またクロス圧延材のエリクセン値は一方向通常圧延材のエリクセン値よりも13 %高い値を示した。異周速圧延において、せん断反転や大圧下率圧延を組み合わせることで、AZ31マグネシウム合金の組織の均一微細化、結晶底面の板面に対する傾斜、組織のランダム化を同時に獲得でき、室温でのエリクセン値が通常圧延材の2倍を示し、成形性の向上が確認された。さらに、AZ61や AZ80など高 Al 含有合金でも、異周速圧延による組織制御で成形性向上が可能であった。摩擦攪拌プロセスにより、AZ31圧延材において圧延面に対する底面の傾きを37~47°まで変化させた底面集合組織を作製することに成功した。この材料は母材と比較して低 r 値を示し、優れた変形特性を持ったマグネシウム板が得られた可能性を示唆している。

金属材料組織制御に関する研究では、AZ31合金の機械的特性や成形性に与える Mn 量の影響を調べた。その結果、AZ31合金に Mn が0.1mass %程度固溶するだけで、成形性は大きく低下することがわかった。ただし、Mn を添加しないと AZ31合金の耐食性は低下することが知られている。したがって、AZ31合金の特性最適化のためには成形性と耐食性を考慮した、Mn 添加量の最適化が必要である。

軽量金属材料の接合に関する研究では、高シリコン含有アルミニウム合金 ADC12薄板と Ca を含有した耐熱 Mg 合金の重ね合わせ FSW、AZ61押出材と AZ31圧延材の突合せ FSW に成功した。

研究テーマ：テーマ題目 1

### 高耐久性コーティング研究グループ

(Durable Coatings and Surface Modification Group)

研究グループ長：池山 雅美

(中部センター)

概 要：

今年度は、研磨せず研削しただけのマグネシウム合金 (AZ31) に DLC コーティングを行い、成膜時の原料ガスのガス圧と耐食性の関係について調べた。その結果、成膜時の原料ガス圧を1桁増すことにより、成膜速度が4倍程度向上すると共に、電気化学試験の腐食電流が1桁以上低下し、DLC コーティングにより未研磨の試料でも耐食性が向上することが分かった。

また、DLC 膜をコーティングした金型鋼 (SKD61) の機械的特性評価に、計測フロンティア研究部門で開発された顕微鏡観察下で圧子の接触状態を測定しながら圧入試験が出来る顕微インデンテーション法を用い、DLC コーティングにより弾性限界が2倍に向上し、金型鋼の塑性変形が DLC コーティングにより抑制されることが分かった。

さらに、DLC よりも高温での使用が可能と期待さ



れる BCN 膜について、ナノ積層膜の作製を可能にし、BCN 膜のナノ積層化で膜の硬度が約4倍に増加することを明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 環境応答機能薄膜研究グループ

(Energy Control Thin Film Group)

研究グループ長：吉村 和記

(中部センター)

概要：

多層薄膜を利用した省エネルギー効果の大きい窓ガラス材料として、調光ミラーガラスの研究を行なった。調光ミラー薄膜の研究においては、実サイズの調光ミラーガラス窓を作成し、実際の省エネルギー効果の実証が行えるようにした。また、全固体型の調光ミラーデバイスをフィルム基板上に作製する技術を開発し、「調光ミラーフィルム」を実現した。サーモクロミック調光ガラスについて引き続き研究を行い、調光薄膜に貴金属ナノ粒子のプラスモン共鳴効果を利用して、調光効果を低下せずに黄色発色の問題を解決した。新規な調光ガラスの研究として、内部に光学的微細構造を作り込んだ有機高分子による感温型調光素子の開発を行い、その重要な特性である室温近傍での動作と透過スペクトル制御性の面で大幅な向上を行った。さらに、新機能薄膜を実現するための基礎研究として、基板と薄膜及び積層薄膜間の界面の制御技術の開発を行った。その結果、酸化亜鉛薄膜のキャリア濃度を制御する技術を新たに開発し、電気抵抗の低抵抗率化を実現した。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 木質材料組織制御研究グループ

(Advanced Wood-based Material Technology Group)

研究グループ長：金山 公三

(中部センター)

概要：

樹木は、人工的なエネルギーを使用することなく、太陽エネルギーによる光合成で大気中の二酸化炭素を固定して成長する。そこで、地球温暖化対策として、また資源枯渇対策として有望な材料と位置づけられる。この材料の有効利用を促進するためには、①強度向上技術、②形状付与加工技術、③寸法安定性向上技術、④耐久性向上技術並びに評価・保証技術などが必要である。この中でも寸法安定性向上は、金属やプラスチック等のように既に工業部材として認知されて膨大に利用されている材料と比較して大きな隔たりが存在しており、研究の重要度が高いものである。通常は、フシや年輪構造のようなマクロレベル、あるいはミクロレベルとしても細胞の集合までが検討の対象であるが、

我々は X 線回折及び DSC (示差走査熱量分析) によって、分子レベルでの検討に取り組んだ。そして、雰囲気湿度変化、温度変化に伴って微細構造が変化することと、その変化が平衡に達するまでには「月単位、長い場合は年単位」の長時間を要することを見出した。

木質材料の有効利用を促進するためには、①強度向上技術、②形状付与加工技術、③寸法安定性向上技術、④耐久性向上技術並びに評価・保証技術などが必要である。この中でも寸法安定性向上は、金属やプラスチック等のように既に工業部材として認知されて膨大に利用されている材料と比較して大きな隔たりが存在しており、研究の重要度が高いものである。通常は、フシや年輪構造のようなマクロレベル、あるいはミクロレベルとしても細胞の集合までが検討の対象であるが、我々は X 線回折及び DSC (示差走査熱量分析) によって、分子レベルでの検討に取り組んだ。そして、金属等で見られる「時効現象」が木質材料にも生じることを確認した。これは寸法安定性向上を実現するための有用な発見である。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### メソポーラスセラミックス研究グループ

(Mesoporous Ceramics Group)

研究グループ長：田尻 耕治

(中部センター)

概要：

調湿材料・調環境材料等、主に建築用部材となる多孔質材料について、省エネルギー部材としての性能向上・製造コスト低減など応用の一層の促進を図るための研究を行い、同時に例えばデシカント材等として間接的に省エネルギーに貢献することを目標に、多孔質材料の機能や用途を拡大するための基礎技術の研究を行っている。

調湿材料については、高性能調湿材料として期待されるイモゴライト等アルミニウムケイ酸塩鉱物について、合成条件等の研究を行った結果、中湿度領域での吸放湿性能に特に優れた吸着材、その他各種吸着特性を持つ一連の新規吸着材料を開発した。合成イモゴライトも含めたそれらの吸着材について、水以外の物質の吸着性能についても評価を開始した。調環境材料については、種々の多孔質材料に担持した白金触媒のトルエン及び有機塩素化合物に対する酸化分解機能を検討した。また、排ガス中 VOC 低湿除去触媒として昨年度までに開発された白金超微粒子担持クリオゲル触媒について、大量合成法の開発を継続し、実使用環境類似条件での評価のための準備を行った。さらに、貴金属触媒の貴金属使用量削減のためのコアシェル型超微粒子の作製を行った。層間化合物を用いた微生物制御材料の実用化に向けての研究を行った。その他多孔質材料の新規機能開発に関する研究として、燃料電池

の性能・信頼性向上のため、電極等への応用を目指した無機酸化物多孔質体の研究と、そこでの反応を生かした電気化学反応を利用する排ガス浄化触媒への応用の研究、酸化亜鉛超微粒子上での紫外線発光出現を目指した研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 2

### セラミックス応用部材研究グループ

(Applied Technology with Traditional Ceramics Research Group)

研究グループ長：杉山 豊彦

(中部センター)

概 要：

窯業、陶磁器に関して蓄積した研究手法やノウハウを活用して、省エネルギーに役立つ建築部材の技術開発を行なう。外壁や庭、屋上などに用いられるセラミックス製ブロック等に、保水性、透水性、断熱性、防音性などの機能を付与したセラミックス建材を開発する。同時に廃棄物リサイクルの活用のための技術開発を行なう。また、陶磁器製造技術、釉薬関連、データベース構築などの基礎研究および基盤技術の応用研究を行なう。平成19年度は、保水性建材の機能発現メカニズムの研究を行った。pF 値の測定方法を検討し、試験体の特性を評価した。蒸発試験、吸水試験、気孔率測定、SEM 観察を行って、これらの関連を調べた。実証試験のために、実験棟の屋上の気象計測などの整備、データの検討などを行った。また、基盤的研究として釉薬データベースの構築、リサイクルセラミックスの研究、フィラー材料の開発などを行い、応用研究として陶磁器分野の技術革新史の検証、磁器の衝撃強度試験方法の標準化研究などを行った。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 金属間化合物材料研究グループ

(Intermetallic Materials Group)

研究グループ長：橋本 等

(中部センター)

概 要：

チタンシリコンカーバイド  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2$  を代表とする金属性セラミックスは、新規導電性マシナブルセラミックスとして期待されている。その組織は切削加工精度、強度、じん性などに影響を与えるため、組織制御法の確立を目指し、微細結晶粒  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2$  の合成法を検討した。まず、Ti/Si/TiC 混合粉末の加圧焼結による  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2$  の合成では、原料 Ti 粒子径と合成  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2$  の結晶粒径の間に相関関係があり、微細結晶粒  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2$  の合成に微細 Ti 粉末の使用が有効であることを明らかにした。さらに、Ti に代わり水素化チタン  $\text{TiH}_2$  を用いることにより、より微細な結晶粒の  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2$  を合成できることを明らかにし、平均結晶粒径を従来の半

分以下 ( $10.7 \mu\text{m} \rightarrow 5.0 \mu\text{m}$ ) にすることができた。また、Ti/Si/TiC 混合粉末の真空加熱による微細結晶粒  $\text{Ti}_3\text{SiC}_2$  粉末の合成条件を明らかにし、その加圧焼結によっても微細結晶粒のバルク材を合成できることを明らかにした。新しい金属性セラミックスとして、 $\text{Cr}_2\text{GaC}$ 、 $\text{Cr}_2\text{AlC}$ 、 $(\text{Cr},\text{V})_2\text{AlC}$  を、融点差の大きな原料混合粉末の熱処理により合成し、高純度バルク材が得られる原料組成を明らかにした。合成した  $\text{Cr}_2\text{AlC}$ 、 $(\text{Cr},\text{V})_2\text{AlC}$  について強度と変形モードの温度、ひずみ速度依存性を明らかにした。また、ポーラスアルミニウムのもつ高い耐エロージョン性と断熱性を活かした新たな用途開発の検討を行い、熱可塑性樹脂成形機への適用を図ることで大きな省エネルギーを実現できることを見出し、地域の企業と連携してその実用化への取り組みを開始した。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 相制御材料研究グループ

(Phase Engineering for Advanced Materials Group)

研究グループ長：小林 慶三

(中部センター)

概 要：

世界的な資源枯渇、価格高騰を受け、資源量の少ないレアメタルへの依存度を低下させた材料開発を行うため、非平衡状態を積極的に利用した代替材料および省使用化技術を開発する。

硬質相を構成する Ti 粉末と炭素粉末あるいはボロン粉末をメカニカルアロイング法で短時間合成し、メカニカルアロイング雰囲気に含まれる窒素や酸素も取り込んだ硬質粒子の合成を行った。短時間のメカニカルアロイング時に Fe や Co、Ni などを添加することで、非平衡状態の粉末が得られることが明らかとなった。また、化学量論組成より多い炭素を添加して短時間のミリングを行うことで、アモルファス化した炭素が焼結時に脱酸素して焼結体の強度を向上させた。

メカニカルアロイング法で作製した合金粉末は微細組織あるいは非平衡化しており、パルス通電焼結により固化成形するとポアが残存していても高強度であった。そのため、脆いセラミックスや金属間化合物を固化成形することができ、任意組成のスパッタ用ターゲットを作製できた。熱電材料として知られる  $\text{Fe}_2\text{VAl}$  ホイスラー合金を本技術で薄膜状熱電材料に加工することができた。薄膜状熱電素子はモジュールの小型化が容易であり、微小空間でのエネルギー変換につながるものと考えられる。また、 $\text{Fe}_2\text{VAl}$  ホイスラー合金の熱伝導性を低下させるため、メカニカルアロイング法により過飽和固溶体を作製して加熱時に粒界へ微細析出させる技術を開発した。今後、これらの  $\text{Fe}_2\text{VAl}$  ホイスラー合金の熱電特性を明らかにする必要がある。

研究テーマ：テーマ題目3

### 環境セラミックス研究グループ

(Ecological Ceramics Research Group)

研究グループ長：埤田 博史

(中部センター、瀬戸サイト)

概要：

太陽光などの無公害の光エネルギーを用いて有害化学物質を安全に分解・無害化する高機能性光触媒環境浄化材料とその性能評価法の開発を行い、環境浄化への応用を進めている。

今年度、酸化チタン/アパタイトハイブリッド光触媒粒子を炭にコーティングして作製した光触媒ブルー活性炭を用いて温室トマトの無農薬栽培などの光触媒の農業分野への応用を進めた。また、外壁などの洗浄が容易にできる低コストの光触媒クリーニング剤を開発して洗浄や抗菌防かび、脱臭への応用を進めると共に、瓦などの廃棄物を破碎した基材に染み込ませて低コストの光触媒水環境浄化剤を開発し、ヘドロなどを容易に分解でき水質を浄化できることを明らかにした。さらに、ゾルゲル法と紫外線照射法を併用した新たな可視光応答型チタニア系光触媒体の作製方法を見出した。光触媒環境材料の性能評価法の開発では、今年度、光触媒セルフクリーニング性能評価法の第1部水接角触の測定 (JIS R1703-1) と第2部湿式分解性能 (JIS R1703-2)、活性酸素生成能力測定による光触媒水質浄化性能試験法 (JIS R1704)、標準光源 (JIS R1709) が JIS として制定され、NO<sub>x</sub> 除去の試験法が光触媒で初めて ISO として制定された。さらに、光触媒材料の安全性の確立に資するために人工皮膚及びヒト培養皮膚への影響評価法の検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目3

### 電子セラミックス粉体研究グループ

(Electronic Ceramic Particles Group)

研究グループ長：都築 明博

(中部センター)

概要：

電子セラミックス製品等に使用されるセラミックス粉体の製造から成形・焼結プロセスに至るセラミックス粉体取り扱い技術に関して、資源・エネルギーの有限性に基づく持続的発展社会構築の観点に立った従来技術の見直し・技術課題の抽出・課題解決のための新規技術開発などに取り組んでいる。具体的には、粉体技術では、直流アークプラズマを相乗した火炎法について燃焼、反応温度の数値モデル計算や、発生ガス組成・炭素分析を進めた。マイクロ波・ミリ波技術では、真空中1450℃まで測定を実現し、窒化ケイ素焼結での1400℃以上での吸収の増大を実証した。無

鉛系圧電セラミックスに関してはチタン酸バリウム系について耐熱性を200℃まで向上させた。また、水系スラリーを用いたドクターブレード法による薄板成形に向けスラリー及び押し出し成形用セラミックス坯土の基礎的特性の蓄積を実施した。

研究テーマ：テーマ題目3

### 融合部材構造制御研究グループ

(Advanced Integrated Materials Group)

研究グループ長：松本 章宏

(中部センター)

概要：

鉄系材料との耐反応性に優れタングステンを使用しない新たな工具材料として、TiC-FeAl の作製を試みた。TiC 粉、Fe 粉および Al 粉からなる混合粉を通電加圧焼結することにより、焼結過程における燃焼合成反応を利用して TiC-FeAl を作製することができた。得られた TiC-FeAl は WC-FeAl に比して高硬度であるとともに、これまでに報告されている TiC-FeAl 研究例に比して高い機械的特性を有していた。また、TiCN、TiN との複合化を図り、焼結体の緻密化挙動、機械的特性について明らかにした。また、ニッケル使用量の少ない新しい水素吸蔵合金として研究している Ti-Zr-Ni 準結晶について、TiH<sub>2</sub>を用いた粉末合成により量産化が可能であることを明らかにした。得られた粉末の焼結過程における脱水素およびチタンとの複合焼結により割れのないターゲットを作製することに成功した。

研究テーマ：テーマ題目3

### 【テーマ題目1】輸送機器軽量化に関する研究

【研究代表者】中村 守 (研究部門長)

【研究担当者】佐藤 富雄、恒松 絹江、恒松 修二、井上 耕三、坂本 満、三輪 謙治、阪口 康司、田村 卓也、尾村 直紀、李 明軍、村上雄一朗、神谷 晶、山田 康雄、下島 康嗣、野 巧、千野 靖正、細川 裕之、斎藤 尚文、重松 一典、鈴木 一孝、渡津 章、袴田 昌高、黄 新ショウ、池山 雅美、斎藤 和雄、増田 晴穂、中尾 節男、朝比奈 正、加藤 清隆、園田 勉  
(常勤職員31名、他14名)

### 【研究内容】

自動車が消費する全エネルギー (生産、使用、廃棄に要するエネルギー) の90%が走行時に消費されるガソリン等の石油燃料に由来することから輸送機器の軽量化に焦点を当て、マグネシウム等の軽量金属を輸送機器の構造部材とするために必要な要素技術の開発を行う。

平成18年度は以下のような成果を得た。



①難燃性マグネシウム合金の溶解・鋳造において、晶出する化合物の組織制御を行うための溶解プロセスを考案し、これによるビレットを用いた実生産押出し加工機での押出し特性の評価を行った。押出し圧力および押出し速度は15 %以上の改善効果が認められるとともに押出し材の機械的性質も組織制御を行わない従来材に比して向上させ得た。このように組織制御合金の有用性を生産規模装置で実証した。②マグネシウム合金の連続鋳造技術において、耐熱マグネシウム合金に対して、直径50φのビレットの組織微細化のための冷却制御の開発を行った。セミソリッドプロセスによるマグネシウム合金の高品質部材化技術の開発において、ランナレス成形法及びCup-Cast法とも高品質な部材を得る条件を明らかにすることができた。マイクロエクスプロージョンプロセスによるAZ系マグネシウム合金の組織微細化については、AZ31、AZ61、AZ91の微細化条件と微細化の程度を明らかにした。③クロスロール圧延法を利用してAZ31マグネシウム合金板の集合組織制御を行うことにより、冷間深絞り成形が実現可能となり、またクロス圧延材のエリクセン値は一方方向通常圧延材のエリクセン値よりも13 %高い値を示した。異周速圧延において、せん断反転や大圧下率圧延を組み合わせることで、AZ31マグネシウム合金の組織の均一微細化、結晶底面の板面に対する傾斜、組織のランダム化を同時に獲得でき、室温でのエリクセン値が通常圧延材の2倍を示し、成形性の向上が確認された。さらに、AZ61やAZ80など高Al含有合金でも、異周速圧延による組織制御で成形性向上が可能であった。④高シリコン含有アルミニウム合金ADC12薄板とCaを含有した耐熱Mg合金の重ね合わせFSW、AZ61押出材とAZ31圧延材の突合せFSWに成功した。⑤鏡面研磨していないマグネシウム合金にDLCコーティングを行い、電気化学試験でその耐食性を評価した結果、腐食電流が1桁以上低下し耐食性の向上が確認できた。また、成膜時の原料ガス圧を1桁増すことにより、成膜速度が4倍程度向上させることが出来た。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】軽量合金、マグネシウム、耐熱合金、塑性加工

## 【テーマ題目2】省エネルギー型建築部材の開発に関する研究

【研究代表者】中村 守（研究部門長）

【研究担当者】吉村 和記、楠森 毅、田嶋 一樹、岡田 昌久、金 平、垣内田 洋、小畑 良洋、金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行、田尻 耕治、大橋 文彦、前田 雅喜、尾崎 利彦、堀内 達郎、犬飼 恵一、山口 渡、多井 豊、富田 衷子、杉山 豊彦、長江 肇、鈴木 和夫ほか

（常勤職員22名、他2名）

## 【研究内容】

民生部門のエネルギー消費の内30 %が空調に関わるものであることから、窓、壁、屋根等の高断熱化や調湿機能等の付与による省エネルギー化に係る部材技術を開発するとともに、生活者の感性をもパラメータとして取り入れた熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。

そのアウトカムとしては、2010年までに、以下の省エネルギー型建築部材の導入により、CO<sub>2</sub>を15万トン（炭素換算）削減することを目指す。（ケース1：現状ベース）または、2010年までに、以下の省エネルギー型建築部材の導入により、CO<sub>2</sub>を30万トン（炭素換算）削減する。（ケース2：2007年に法的規制が強化、税制優遇措置がとられた場合）また、具体的手法としては、①省エネルギー型窓ガラスの研究、②木質サッシの研究、③メソポーラス材料（調湿材料・調環境材料等）の研究、④廃棄物利用建築部材の研究、⑤省エネルギー効果の評価を行う。

平成19年度の進捗状況は下記の通りである。

①調光ミラーでは、80 cm×120 cm の大型調光ミラーガラス膜を作製し、建物の窓に実装した状態でのスイッチングに成功した。また、保護膜の追加により鏡状態と透明状態のスイッチング寿命を3000回以上まで向上させた。さらに、電気的にスイッチングできる全固体調光ミラーフィルムを新たに開発した。②サーモクロミック窓ガラスについては、従来から研究を行っているVO<sub>2</sub>系について屈折率と膜厚保の最適化をさらに進めるとともに、高分子を用いたサーモクロミックガラスを新たに開発した。③木質材料では薬液含浸、圧縮変形プロセスにおける細胞座屈は、樹種・温度と圧力の組み合わせにより不定位置で生じることを見出し、実験により定性的傾向を見出した。④調環境材料については、イモゴライト系材料の合成法の研究において吸着特性の非常に優れた新規吸着材の開発に成功した。また、プロセス排ガス中の有害物質分解機能の高い白金アルミナクリオゲル触媒を従来の10倍のスケールで作製する方法を確立した。⑤保水性材料については、焼却灰と廃瓦屑を原料として多孔質焼結体を作成し、保水性材料としての評価試験を行った。また、ルーフバルコニー用保水性建材の性能評価を行った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】調光窓材料、ヒートミラー、木質窓サッシ、調湿材料、保水性舗装材料

## 【テーマ題目3】新機能部材開発のための基盤技術の研究

【研究代表者】中村 守（研究部門長）

【研究担当者】橋本 等、朝比奈 正、孫 正明、小林 慶三、尾崎 公洋、多田 周二

西尾 敏幸、三上 祐史、埤田 博史、  
渡辺 栄次、深谷 光春、穂積 篤、  
三木 健、西澤 かおり、都築 明博、  
佐野 三郎、高尾 泰正、川上 省二、  
楠本 慶二、松本 章宏、加藤 清隆、  
下島 康嗣、細川 裕之

(常勤職員23名、他12名)

#### 〔研究内容〕

機能材料の高性能化・小型化による省資源・省エネルギー部材の基盤的な研究を行う。その中で、金属系では硬質な耐摩耗性部材及び、熱を電気や力に変えるエネルギー変換部材を開発する。また、セラミックス系では無鉛化を目指す圧電素子材料の探索と部材化技術の開発を行う。さらに光触媒の高機能化に関する研究及び標準化を進める。具体的には、資源生産性に優れる Ti と軽元素 (B,C,N 等) を主たる構成要素として、非平衡相からの微細結晶創製技術等を利用して新規な硬質材料を開発し、タングステン等の希少金属の代替化を検討する。さらに、同じプロセスにより希少資源への依存度の小さい熱電変換材料を開発し、その特性を調べる。また、酸化チタンの特性をさらに向上させる技術開発を行い、酸化チタンの用途を拡大するとともに環境浄化機能部材の作製とその性能評価試験法の開発を行う。鉛については環境規制を考慮し、無鉛化圧電素子の材料探索と試作、その性能評価を行うとともに銅鑄造材料における鉛フリー化技術の高度化を行う。これらの材料を省エネルギーで部材化するため、マイクロ波や通電を利用した電磁焼結技術の開発を行うとともに、形態を制御した粉末作製技術を開発する。

平成19年度の進捗状況は下記の通りである。

①粉末冶金法を利用したプロセス技術を利用したプロセス技術を開発して熱伝導を抑えた高強度ナノ結晶ホイスラー熱電モジュールを作製し、民間企業、大学と共同でモジュールの二輪車への搭載および実車走行テストに成功した。②高温用酸化チタン系熱電材料を粉末冶金プロセスで作製して特性評価を行った。また、板状形状記憶合金による温感アクチュエータを試作し、雰囲気温度による応答性を評価した。③ニオブ系等の圧電素材の探索を進め、チタン酸バリウム系鉛フリー圧電材料について、低コスト化と、200℃の耐熱性付与に成功した。④高機能光触媒クリーニング剤の開発を行った。光触媒セルフクリーニング性能評価法の一部は JIS 化され、ISO 化も進行中である。⑤焼結中に硬質相を合成する新しい焼結プロセスで微細組織の TiC 系サーメット合金を作製した。さらに本プロセスで硼化チタン粒子を複合化できた。⑥硬質な炭化タングステンの結合金属相として FeAl を利用し、抗折強度が、1.7 GPa 以上の新しい超硬合金を開発し、100 mm 径以上の大型成形体の試作に成功した。Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub>の5 μm 程度の微粒子を合成し、焼結しても従来の半分の結晶粒径を有する焼結体を作製す

る技術を確認した。この微粒効果により、機械的強度と寸法精度が従来に比して向上した。⑦組織微細化により鉛フリー銅合金の Bi 添加量を低減できることを見出し、凍結鑄造を組み合わせた新しい鑄造技術の研究に着手した。⑧透明導電膜として酸化亜鉛薄膜への Ga ドーピング濃度の最適化により耐久性の向上に成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 金属セラミックス、熱電変換材料、形状記憶合金、耐摩耗材料、超硬合金、青銅合金鑄物、鉛フリー化技術、光触媒、圧電材料

#### ⑪【地質情報研究部門】

(Institute of Geology and Geoinformation)

(存続期間：2004. 5. 1. ～)

研究部門長：富樫 茂子

副研究部門長：西村 昭、桑原 保人、宮崎 一博

主幹研究員：湯浅 真人、木村 克己、脇田 浩二

部門 付：村上 裕、須藤 茂、鹿野 和彦、  
中島 隆、吉川 清志、三田 直樹

所在地：つくば中央第7、つくば東、つくば西、中国センター

人員：128名 (126名)

経費：3, 526, 126千円 (870, 849千円)

概要：

##### 1. 研究目的

日本は、四方を海に囲まれ、大地震や火山噴火が頻発する数少ない先進国である。私たちが暮らし、産業活動をしている地球の環境を守り、地質災害による被害を少なくするためには、まず、足もとの大地の様子と成り立ちをよく知るための地球システムの深い理解が必要である。どこまで地球のことを理解することができたかによって、将来起きることの予測の精度が決まり、これに応じた対策をとることができる。

地質情報研究部門は、国の「地質の調査」を所掌する総合研究組織の一つとして、長期的視点にたち、陸と海の研究を一元的に実施する。これらを通じて、関連するユニットとともに、地質調査総合センターとして信頼性の高い地質情報の知的基盤を構築し発信する。知的基盤構築・発信及びその基礎基盤やフロンティアとなる研究については、部門全体で取り組む。同時に、人類と地球が共生し、安心・安全で質の高い生活と持続可能な社会の実現に向けて、以下の課題に本格研究として重点的かつ戦略的に取り組む。

##### 2. 重点課題

地質情報研究部門は産総研の地質分野の中核ユニットとして、国土の地質情報を取得・整備するとともに、理論モデル構築による的確な将来予測の実現を目指して、社会の要請に応える。そのために3つの研究領域と8つの重点課題を設定して、研究に取り組んだ。

#### 1) 島弧海洋地質情報

国土基本情報としての陸域と海域の島弧地質と知的基盤整備及び高度で多様な地質情報の整備・発信と標準化研究

- ・陸域地質及び地質図の調査研究

国土基本情報としての陸域の島弧地質と知的基盤整備

- ・海域地質及び地質図の調査研究、大陸棚調査

国土基本情報としての海域の島弧地質と知的基盤整備大陸棚画定の科学的根拠提示のための地質調査研究

- ・地質情報の統合と高度利用、地質標準に関する研究
- ・衛星画像情報に関する技術開発と情報の統合化に関する研究

#### 2) 地震・火山

地震・火山噴火などの地質災害の軽減や深部地質環境の利用に資する研究

- ・地震災害軽減のための地質現象のモデル化と科学的予測
- ・火山災害軽減のための地質現象のモデル化と科学的予測
- ・深部地質環境の地質変動とその影響の長期予測に関する研究

#### 3) 都市沿岸域

産業立地基盤としての都市及び沿岸域の地質災害軽減と環境保全に資する総合的な研究

- ・都市沿岸域における地質環境変遷の実態解明と地質プロセスのモデル化

これらの成果の概要は以下のとおりである。

- 1) 島弧地質海洋研究を基礎に、知的基盤である地質図の作成を着実に進捗させ、地質情報の統合を進めた。また、Web 公開した利便性の高い全国シームレス地質図の更新を行った。さらに、国の要請に基づき、大陸棚調査・衛星画像情報にも引き続き重点的に取り組んだ。

- 2) 活断層の地震発生長期予測手法の開発、火山地質図・火山関連データベースの整備や火山ガスの連続監視・マグマ熱水系の研究を進めた。また、地下水の超長期年代測定手法の高度化、深層地下水の水質形成機構解明手法の開発、活火山（成層火山）が周辺の地下地質環境に及ぼす影響評価手法を開発した。昨年度より開始した東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測網の緊急整備事業に関しては、本

年度は部門として特別の体制で臨み、観測網の設置が大きく前進した。

- 3) 都市・沿岸域の地質現象と生態系も含む地質環境の総合的研究においては、アジアデルタ・沿岸地球化学図・瀬戸内海やサンゴ礁域の生態系と環境変化等の研究を進めた。また、関東平野の沖積層の地下3次元地下地質構造モデルを提示し、地下地質情報データベースの設計・構築を開始した。

#### 3. 内外との連携

社会の要請に積極的に応えるために、発信する地質情報の信頼性の確保と利便性の向上を図り、国・自治体・産業界との連携を強化して、専門家集団としての提言などを行う。

他の関連ユニットとの連携を強め、産総研における地質調査総合センター（GSJ）としての機能を十分に果たす中核を担うとともに、産総研内外の連携を推進する。総合科学技術会議などの日本の科学技術政策の中で、産総研地質調査総合センターの果たすべき役割について検討し、必要な働きかけを行う。

研究によって形作られる地質情報はもちろんのこと、地球を理解する科学技術は、地質学的にも関連の深いアジアをはじめとする世界にとって共通の財産であり、地質情報研究部門は国際地球惑星年（2007-2009）や CCOP（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）等の国際組織や IODP（統合国際深海掘削計画）、ICDP（国際陸上科学掘削計画）などの国際プロジェクトを通じて世界に貢献する。また、地震・火山噴火・地すべりなどの緊急課題についても、地質調査総合センターとして迅速に取り組む。

#### 4. 中期計画の実施体制

第2期は、中期計画を達成するとともに、研究のポテンシャルを一層高めることと、対外的なプレゼンスの向上を含め、具体的な社会への貢献・アウトカムの内容を明らかにしつつその実現を目指す。これらを実現するために、3つの研究領域、8つの重点課題を軸とした21研究グループと1連携研究体による組織体制のもとに、マトリックス方式の研究体制により実施する。すなわち、組織上のグループの活動を縦軸にし、産総研の他のユニットや、所外の研究者やグループまでも含むテーマ（重点課題、知的基盤構築・発信、基礎基盤研究、各種プロジェクト）を横軸にして活動する。部門全体のコミュニケーションを促進する。

下記の重点プロジェクト（P）はマトリックス方式を採用し、プロジェクトリーダーの強いリーダーシップのもとに実施する。

- ・都市地質 P：都市沿岸域の地質災害軽減と環境保全に資する総合的な研究
- ・陸域地質図 P：国土基本情報としての陸域の島弧地



質と知的基盤整備

- ・海域地質図 P：国土基本情報としての海域の島弧地質と知的基盤整備
- ・大陸棚調査 P：大陸棚画定の科学的根拠提示のための地質調査研究
- ・衛星画像情報 P：衛星画像情報の整備と地質情報の統合のための研究

-----  
外部資金：

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「IT 強震計用センサー装置の標準試験方式の研究開発」

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「可搬型 X 線透視装置による土壌試料の粒度分布計測と元素分析」

経済産業省 地球環境研究総合推進費「空撮による漂流ゴミ収束域の調査」

経済産業省産総研室 公害防止等試験研究費「日本沿岸海域地球化学図による有害元素等のバックグラウンドと環境汚染評価手法の高度化に関する研究」

経済産業省 産総研室 公害防止等試験研究費「海洋ごみ対策の確立に向けた情報支援システムの構築に関する研究」

経済産業省 宇宙産業室 石油資源遠隔探知技術研究開発「石油資源遠隔探知技術の研究開発事業」

経済産業省 資源エネルギー庁 技術振興課委託費：海洋石油開発技術等調査「大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査に係る高度地質解析」

環境省中国四国地方環境事務所 平成19年度地球環境保全等試験研究費「瀬戸内海における超長期的生態系・景観モニタリング手法の研究」

文部科学省 科学技術振興調整費「統合化地下構造データベースの構築」

文部科学省 科学技術振興調整費「平成19年（2007年）能登半島地震に関する緊急調査研究」

文部科学省 科学研究費補助金「詳細な小地震解析による地殻内応力場の推定」

文部科学省 科学研究費補助金「付加体堆積物の初期変形－物質進化とその水理特性変化」

文部科学省 科学研究費補助金「ネットワークフィルターによるゆっくり地震の検出とその時空間分布のマッピング」

文部科学省 科学研究費補助金「衛星搭載合成開口レーダーによる氷河・氷床の季節変動と年々変動の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「ホタテガイ殻の酸素同位体比温度計の確立と鮮新世以降の季節変動の高精度復元」

文部科学省 科学研究費補助金「地質時代の地形変遷ダイナミクスを地層から高精度に復元するための基礎研究」

文部科学省 科学研究費補助金「内湾における河川プリュームの挙動と貧酸素水塊の形成過程に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「アナログ実験による脱ガス機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「瀬戸内海における海砂生態系の機能とその破壊からの回帰過程に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「熱帯域の高精度環境復元と高緯度氷床と低緯度域環境とのリンケージの評価」

文部科学省 科学研究費補助金「伊豆小笠原マリアナ弧の海底カルデラと島弧地殻の進化・安山岩の成因」

文部科学省 科学研究費補助金「生物起源炭酸塩の生成機構と精密間接指標の開発に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「2003年北海道日高洪水堆積物の海域での堆積過程と海底環境への影響の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「水槽飼育サンゴを用いた骨格環境指標の高精度化に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「沿岸域における懸濁物変動機構解明に向けた海中混合エネルギーの長期連続計測法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「有珠火山における噴火活動推移予測の高度化とマグマ活動の場の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「北太平洋高緯度域における第四紀後期の地球磁場変動：古気候研究とのリンケージ」

文部科学省 科学研究費補助金「大陸地殻の脆性－塑性遷移と細粒長石の塑性変形」

文部科学省 科学研究費補助金「地磁気エクスカージョンと気候変動・海水準変動の相関性についての研究」

文部科学省 科学研究費補助金「四国南東部の最終間氷期段丘面の複合編年」

文部科学省 科学研究費補助金「赤道太平洋の ENSO 現象に伴う水温躍層変動と円石藻群集変化に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「新生代後期における浮遊性珪藻類の進化過程の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「混合水域における高生物生産の変動と渦による栄養塩供給に関する研究」

国立大学法人東京大学地震研究所 財団等受託研究費「断層帯周辺における自然地震観測（稠密アレー観測）」

国立大学法人東北大学 財団等受託研究費「新環境基準に対応した水質汚濁リスク評価基本図の作成」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 財団等受託研究費「メタンの海洋生態系による固定・消費メカニズムの定量的把握に関する基礎的研究」

国立大学法人岡山大学 財団等受託研究費「固体・ガス状試料の安全性評価システムの開発のうち埋立処分に伴う溶出実験による安全性等」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 財団等受託研究費「備讃地域陸海域の水・栄養塩動態解明と農業への再利用技術の開発」

独立行政法人日本学術振興会 財団等受託研究費「平成19年度二国間交流事業協同研究・セミナー（メコンデルタの海岸沿岸域における変化と人間活動の影響に関する研究）」

独立行政法人日本学術振興会 財団等受託研究費「平成19年度二国間交流事業協同研究・セミナー（応力の擾乱が岩石の脆性破壊に及ぼす影響に関する実験的研究－ダム誘発地震への応用）」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 財団共同研究費「コバルト・リッチ・クラストの微地形把握と

採鉱技術の基礎的検討」

日本地質学会 財団共同研究費「地質科学分野におけるオンライン化の将来動向に関する研究」

社団法人瀬戸内海海上安全協会 財団共同研究費「瀬戸内海における船舶津波対策に関する調査研究」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 財団共同研究費「大水深基礎調査（資源ポテンシャル）に係る共同研究」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 財団共同研究費「大水深基礎調査（地質構造調査）に係る共同研究」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 財団共同研究費「大水深基礎調査（層序区分調査）に係る共同研究」

東電設計㈱ 共同研究費「土壌中のホウ素・フッ素の簡易分析手法開発に関する研究」

㈱四電技術コンサルタント 共同研究費「超音波を用いた藻場分布測定に関する研究」

芙蓉海洋開発㈱ 共同研究費「鉄鋼スラグ水和固化体による直立護岸の環境修復技術の研究」

財団法人住友財団 環境研究助成金「衛星データと陸域生物圏モデルによる全球炭素フラックスの推定；窒素循環モデルの導入」

社団法人東京地学協会 研究助成金「九十九里浜平野における相対海面変動の空間多様性：地中レーダーを用いた復元」

財団法人日本科学協会 平成19年度笹川科学研究助成金「波浪条件下における混濁流濃度と泥の堆積水深との関係の解明」

発 表：誌上発表257件、口頭発表638件、その他194件

## 島弧堆積盆研究グループ

(Sedimentary Basin Research Group)

研究グループ長：水野 清秀

(つくば中央第7)

概 要：

新生代堆積盆とその周辺の重複変形地域を主な研究対象とし、地質の実態把握と形成プロセスの総合的な

理解に努め、地質災害の軽減・産業立地・環境保全に寄与する地質情報を提供する。また、島弧複合地質、統合地質情報、火山活動、沿岸都市等の研究グループと密接に連携し、部門の重点研究課題である陸域地質図プロジェクト（地質図の研究）と都市地質プロジェクト研究を推進するほか、活断層研究センターの研究テーマや地震災害時の緊急野外調査なども担う。研究成果は、論文、地質図幅、データベース、普及広報活動等を通して積極的に社会に発信する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

#### 島弧複合地質研究グループ

（Orogenic Process Research Group）

研究グループ長：宮崎 一博

（つくば中央第7）

概要：

活動的島弧の長期的挙動及び安定性を解明するために島弧複合地質の研究を行う。島弧複合地質の研究では、付加体及びこれに関連する地質体・変成帯・深成岩体を研究対象とし、その形成において本質的な前弧域-海溝付近での堆積及び付加作用、沈み込み帯中-深部での付加・変形・変成作用、島弧地殻中-深部での変形・変成・深成作用などの複合的地質過程の系統的な調査・研究を行う。また、国土の基本地質情報整備のために部門重点課題として実行される陸域地質図プロジェクトに、その中核研究グループとして参画する。陸域地質図プロジェクトにおいては、島弧複合地質の研究成果及び既存の地質体形成過程に関する知見を融合・適合することにより高精度の地質図の作成を行う。研究成果は論文・地質図・データベースなどを通じて公表する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3、テーマ題目24

#### 海洋地質研究グループ

（Marine Geology Research Group）

研究グループ長：池原 研

（つくば中央第7）

概要：

日本周辺海域の海洋地質情報を整備公開するとともに、それらデータを基に日本周辺海域の活断層評価、古環境変動の解明、地質構造発達の解明を行うことを目的とする。第2白嶺丸を用いた音波探査、採取堆積物及び岩石を基本データとし、それらの解析によって海洋地質図及び表層堆積図を出版、インターネットでのデータ公開も進めている。さらに日本海東縁及び南海トラフ、千島海溝沿いの地震発生頻度を推定するために、既存データに加え、他機関データや調査船等を活用し、地震性堆積物の採取と年代測定を進めるとともに、地質構造の定量的解析を行う。日本海などの古

環境変動の研究では、他機関の柱状堆積物試料も用いて、岩相、微化石、化学組成などの解析を進める。

能登半島東方表層堆積図、能登半島西方海底地質図、日御碕沖表層堆積図、枝幸沖海底地質図をCD出版したほか、日向灘海底地質図、遠州灘海底地質図、石狩湾表層堆積図、石狩湾海底地質図の印刷準備をほぼ終えた。また、襟裳岬沖表層堆積図を完成させた。

海域活断層研究では、日本海溝陸側斜面、東海沖海域の調査航海に参加し、海底地質構造調査と海底の地震性堆積物を用いた地震発生履歴の調査を行ったほか、千島海溝、東海沖（南海トラフ東部）、琉球海溝北部、沖縄トラフなどにおいて既存試料の年代測定を進め、タービダイトの堆積間隔をまとめた。

日本周辺海域の古環境変動の研究では、十勝沖、オホーツク海、日本海、東海沖などの既存試料の分析を進め、東アジア冬季モンスーン変動、後氷期における北西太平洋亜寒帯域の海洋環境変化などについてまとめた。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5

#### 海底系地球科学研究グループ

（Seafloor Geoscience Group）

研究グループ長：飯笹 幸吉

（つくば中央第7、つくば西）

概要：

海底系の資源形成や地球環境影響等に関わる重金属元素等の挙動・循環の実態・過程を解明するとともに海底下の構造を解明することを長期目標とする。本年度は主に太平洋海域の海洋資源・地質情報の整備を含め、1）現世熱水鉱床・堆積性鉱床等の分布、成因等に関する研究、2）将来的な開発に向けた深海底資源等開発・利用と多目的海洋開発・利用技術の組み合わせ、複合的効果の検討に関する研究、3）海底湧出メタンの海洋環境に与える影響評価等の研究、4）各種センサーを用いた海底熱水活動地帯等の流体の出入りのある海底系における物質循環と元素固定の機構の解明に関する研究、5）大陸棚画定調査に関わる基盤岩等による海山等の形成史および潜在的な資源に関する研究を実施するとともに、国連に提出する科学報告書作成に資するデータ等の収集を行う

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10

#### 地球変動史研究グループ

（Paleogeodynamics Research Group）

研究グループ長：山崎 俊嗣

（つくば中央第7）

概要：

古地磁気層序、岩石磁気層序及び微化石層序学的研究を統合した高分解能年代スケールを基盤とし海陸の



地質及び地球物理学的情報を融合して、地質学的時間スケールの地球システム変動及びテクトニクスを解明することを目的とする。これにより、地球科学図、地球環境変動、地質災害、地質標準など当部門のミッション達成に貢献する。

平成19年度は、統合高分解能タイムスケールに関する研究、フィリピン海プレート周辺のテクトニス研究、海底近傍物理探査技術の研究及び、古地磁気・岩石磁気研究を、運営費交付金を用いて実施した。さらに、統合高分解能タイムスケールに関しては、科学研究費補助金による1課題を、古地磁気・岩石磁気研究に関しては、科学研究費補助金による2課題を実施し、フィリピン海プレート周辺のテクトニス研究の一部は石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)との共同研究として実施した。また、5万分の1及び20万分の1地質図幅の作成と、海洋地質図の付図としての重力・地磁気異常図の作成を担当した。

研究テーマ：テーマ題目11

#### 統合地質情報研究グループ

(Integrated Geoinformation Research Group)

研究グループ長：尾崎 正紀

(つくば中央第7)

概 要：

1/20万日本シームレス地質図をベースに、1/20万縮尺の地質図・地球物理図・地球化学図からなる統合データベースの構築を目指す。また、1/5万縮尺シームレス地質図作成等の大縮尺地質図データベース構築のための基礎研究を行う。これらの数値地質情報を利用した社会に役立つ情報を創出すると共に、地質情報の分かりやすい情報発信のための技術開発を行う。更に、アジアの地質情報の研究・整備・解析を行うと共に、野外調査を基礎にした地質学的・地球物理学的研究を実施する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目12、テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目15

#### 地球物理情報研究グループ

(Geophysics Research Group)

研究グループ長：大熊 茂雄

(つくば中央第7)

概 要：

当グループでは、国土の地球科学的実態解明のため、先端的な地球物理学の調査を、調査手法の開発・高度化を通じて実施し、知的基盤情報としての全国規模の地球物理図の作成及び同データベースの構築・公開により地球物理情報の発信を行う。また、重力変化の精密計測や地球物理情報に基づく地殻活動シミュレーション手法等の情報解析技術の開発を行う。これら地球物理情報の整備、情報解析技術の開発により、島弧地

下構造の解明や物性評価を通じて地質災害の軽減や地質環境問題等の社会的課題の解決に貢献する。具体的には、火山災害軽減のため、空中物理探査による火山体安定性評価手法の確立を目指す。また、これらの研究を世界レベルに保つよう努め、国内外で共同研究・協力を実施し、国・自治体・学会等にも貢献する。

研究テーマ：テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18

#### 地質標本研究グループ

(Mineralogy and Paleontology Research Group)

研究グループ長：利光 誠一

(つくば中央第7)

概 要：

広報部地質標本館を学術面から支援する研究グループである。長年の調査・研究により収蔵されてきた地質標本館登録・管理の多様な地質標本について、地質年代と古環境の標準的指標を導き、地球構成物質の多様性を解明する地球科学的研究を行っている。これにより、経済産業省及び産業技術総合研究所のミッションのひとつである「地質の調査」における基礎的・基盤的データを提供する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目19、テーマ題目20、テーマ題目21

#### 地質リモートセンシング研究グループ

(Geologic Remote Sensing Research Group)

研究グループ長：佐藤 功

(つくば中央第7)

概 要：

衛星データを活用し、地球科学情報の創出並びに知的基盤情報の拡充を通じて、国土の有効利用及び地質災害の軽減を研究目的として、地質リモートセンシングの研究を実施する。具体的には地質情報基盤の拡充と衛星画像情報の高度利用を目指し、火山衛星画像データベースの充実、岩相区分図や地盤変動図作成に関する研究のほか、衛星情報を基盤とする物質循環に関する研究を行い、防災や地球環境等の問題に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目22

#### 地震地下水研究グループ

(Tectono-Hydrology Research Group)

研究グループ長：小泉 尚嗣

(つくば中央第7)

概 要：

国の東海地震予知事業および地震調査研究業務を分担し、地殻活動と地下水変動の関係を解明するために、地下水等の観測・研究業務を行っており、地震および火山活動に関連する地下水変化における日本の中核的研究グループである。東海・近畿・四国地域を中心に、

全国に40以上の観測点を展開し、地下水の水位・自噴量・水温・水質・ラドン濃度等の観測とともに、一部の観測点では、歪・GPS・傾斜計等による地殻変動や地震の同時観測も行っている。これは、地震予知研究のための地下水観測網としては質・量において世界有数のものである。観測データは電話回線や携帯電話等を通じて当グループに送信され（一部重要データは気象庁にもリアルタイムで送られて東海地震予知のための監視データとなっていて）、地下水等の変動メカニズム解明のための研究が行われている。観測結果は、解析手法とともにホームページを通じてデータベースとして公開しており（<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/gxwell/GSJ/index.shtml>）、地震防災対策強化地域判定会（東海地震の予知判定を行う気象庁長官の諮問機関）・地震予知連絡会・地震調査委員会（地震調査研究推進本部）に定期的にデータを報告・説明している。

研究テーマ：テーマ項目23、テーマ項目24

#### 地震発生機構研究グループ

（Seismogenic Process Research Group）

研究グループ長：桑原 保人

（つくば中央第7、つくば東）

概要：

本研究グループは、地震被害軽減のための地震発生予測精度向上を目指し、第2期中期計画においては、地殻内、特に活断層近傍の応力状態や物質分布を評価・推定するための新手法の開発を行う。地震調査研究推進本部、測地学審議会の建議の指針に基づいた国の地震調査研究の一翼を担っており、グループの成果は国の地震調査、観測にフィードバックされる。地質学、地球物理学、地震学の各分野の研究者の融合により、新しい観点からの評価手法の開発を目指している。活断層深部構造・応力状態解明のための地震学的、地球物理学的構造調査、断層破砕帯の変形過程解明のための詳細な地質学的調査、地殻深部の高温高圧環境を実現できる世界有数の実験装置を使用した変形・破壊実験等を行っている。今年度は地震地下水研究グループとともに、補正予算による東南海・南海地震予知のための地下水等総合観測点整備にもプロジェクトに中核グループとして取り組む。

研究テーマ：テーマ項目24、テーマ項目25

#### 地殻構造研究グループ

（Tectonophysics Group）

研究グループ長：山口 和雄

（つくば中央第7）

概要：

内陸地震の発生地域において、地球物理学的な構造調査を行い、既破壊と未破壊の断層面の違い（不均質性）の検出を試みる。地表兆候の少ない平野部活断層

や基盤深度の地質構造線の実態解明のために地下構造調査を実施する。伏在断層の評価精度の向上を目指して、伏在断層の活動に伴う地表付近の変形構造の認定手法に関する調査研究を行う。地下水観測井周辺の構造調査を行う。基盤の研究として、マントル物質の物理化学に関する理論的な考察、深部の地震波速度不均質性の解析、反射法測線で観測した自然地震の解析、PS 変換波から S 波速度構造を求める簡易な方法の開発、実データによる地震波干渉法の適用性の検討等に取り組む。

研究テーマ：テーマ項目24、テーマ項目26

#### 火山活動研究グループ

（Volcanic Activity Research Group）

研究グループ長：中野 俊

（つくば中央第7）

概要：

中期的な噴火予測のため、活動的火山の噴火履歴・成長史を解明し、将来の活動様式・時期を予測するとともに、火山地質図を作成する。また、長期的な火山活動場変遷の規則性を明らかにするために、日本の第四紀火山活動の時間空間分布を明らかにする研究を実施する。また、火山噴火あるいは火山活動時においては、社会的要請に応えるための組織的かつ機動的な緊急調査を実施する。

研究テーマ：テーマ項目1、テーマ項目27

#### マグマ活動研究グループ

（Magmatic Activity Research Group）

研究グループ長：篠原 宏志

（つくば中央第7）

概要：

短期的火山噴火予知・活動推移予測の基礎となる、噴火機構・マグマ供給系の物理化学モデルの構築を目指し、マグマ系における化学反応・力学過程などの素過程の実験・理論的研究と活動的火山の観測・調査に基づくマグマ活動の把握及びモデル構築を行う。具体的には、火山ガス放出量・組成観測、放熱量観測、地殻変動観測など活火山の観測研究と、メルト包有物や斑晶組織・組成の解析によるマグマの性質と進化の研究、地質調査に基づく岩脈貫入や噴火時系列の解析、高温高圧実験やアナログ物質を用いた模擬実験などによる素過程の解析などを実施する。研究成果は火山噴火予知連にも報告され、火山活動の評価などの基礎資料としても用いられる。

研究テーマ：テーマ項目28、テーマ項目45

#### マグマ熱水系研究グループ

（Magma-Hydrothermal Systems Research Group）

研究グループ長：森下 祐一

(つくば中央第7)

概 要：

マグマ熱水系を含む広い範囲における同位体・元素の移動・分配素過程の解明を目標とし、マグマ熱水系における鉱物の溶解、移動、沈澱により流体や鉱物の同位体・化学組成が変化する素過程を研究する。特に、元素の移動・分配の場である熱水性鉱床地域で、同位体分析や流体包有物の解析等に基づき熱水系の進化過程を明らかにするなど、鉱脈、断層などに着目し、鉱物との反応等を手掛かりとして、熱水の挙動を描き出すことを目指す。

一方、岩石・鉱物の同位体・化学組成を均質と見なせない場合には、二次イオン質量分析装置 (SIMS) やレーザーマイクロプローブ装置を用い、微小領域における鉱物等の同位体・化学分析を行うことにより、地殻物質の地球化学的特徴の解明や流体との反応による影響の評価を行なうなど、地質不均質系の成因を解明する。また、地球環境の変遷や地球規模での地質現象の解明を行なうためには、太陽系の一惑星としての地球の成り立ちを研究することも必要となるため、SIMS 等を用いた惑星物質の形成機構に関する研究を行なう。

研究テーマ：テーマ題目29

#### 長期変動研究グループ

(Geodynamics Research Group)

研究グループ長：伊藤 順一

(つくば中央第7)

概 要：

日本列島における、地殻変動および火山活動の基礎的理解を深めることを目的として、第四紀火山の地質・岩石学・鉱物学的研究、変動地形学的手法による第四紀地殻変動の研究、断層解析による地殻応力場変遷史の研究を行う。これらの調査結果による知見や各種の調査手法開発による研究結果は、地質情報センターにおいて、深部地質環境研究コアのミッションとして実施される地質環境の長期変動予測や安定性評価手法の開発に応用される。さらに、原子力安全保安院による放射性廃棄物地層処分の安全規制のためのガイドライン作成等に活用され、国による安全審査を科学的にサポートする。

研究テーマ：テーマ題目24、テーマ題目28、テーマ題目30、テーマ題目31

#### 深部流体研究グループ

(Crustal Fluid Research Group)

研究グループ長：風早 康平

(つくば中央第7)

概 要：

日本列島各地における浅層-深層地下水、温泉、ガ

ス等を調査し、その起源、成因や流動状態を解明するための手法を開発することにより、深層に存在する地下水系や深部流体の実態を明らかにすることを目的とする研究を行う。具体的研究手法は、地下水・ガスの各種化学・同位体組成からわかる地下水やガスの物質収支および形成機構の解明、希ガス同位体組成等を用いた超長期地下水年代測定、地質や地質構造と深層地下水流動の関係を明らかにする GIS ベースの DB 開発などである。これらの調査結果による知見や各種地下水調査手法開発による研究結果は、地質情報センターにおいて、深部地質環境研究コアのミッションとして実施される深層地下水系の長期変動予測や安定性評価手法の開発に応用される。さらに、原子力安全保安院による放射性廃棄物地層処分の安全規制のためのガイドライン作成等に活用され、国による安全審査を科学的にサポートする。

研究テーマ：テーマ題目24、テーマ題目28、テーマ題目31、テーマ題目32、テーマ題目33

#### 沿岸都市地質研究グループ

(Coastal and Urban Geology Research Group)

研究グループ長：齋藤 文紀

(つくば中央第7)

概 要：

日本及びアジア・太平洋地域に分布する湖沼や汽水域を含む沖積低地から海岸沿岸域において、地球科学的手法を用いて、地質や沿岸環境情報に関するデータベースの構築、沿岸地質調査を行うための機器開発や環境評価の指標・技術開発などを行い、沖積低地から沿岸域における持続可能な発展や生活環境の保全と防災のために貢献することを任務とする。特に、地質分野重点課題の都市地質プロジェクトの一端を担い、大都市圏が位置する沖積低地に関する地下地質・堆積環境の高精度な調査・研究を実施し、都市の防災・環境保全・土地利用に資する地質データベースの整備を行う。また、経済成長が大きく、人口密集地帯である東南アジアから東アジアの海岸沿岸域の保全と防災に資するため、CCOP や IGCP 等の国際プロジェクトを主導し、現地研究機関と共同で研究を実施する。平成19年度は、分野戦略実現のための予算「大都市圏の災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究」の中核として推進するとともに、科学研究費補助金、JSPS 二国間共同研究、その他の外部予算等により、基盤的な調査技術の改良開発とともに、日本及びアジアの海岸沿岸域の環境変遷、人間活動の影響、環境保全、平野地質情報、津波などの防災関連研究を推進した。アジアデルタプロジェクトにおいては、CCOP や IGCP のプロジェクトで、バングラデシュ、タイ、インドネシアで会合を開催するとともに、ベトナムにおいてセミナーを実施し、300名近い参加があった。



またベトナム及び中国と二国間共同研究を推進した。  
研究テーマ：テーマ題目34、テーマ題目35、テーマ題目  
36

#### 沿岸海洋研究グループ

(Coastal Environment and Monitoring Research  
Group)

研究グループ長：湯浅 一郎

(中国センター)

概 要：

本研究グループは、疲弊した沿岸生態系を再生し、持続的な利活用が可能な活動空間を取り戻すため、沿岸域の水質改善や沿岸生態系の回復を目指す技術の開発及び実用化支援、沿岸海域の環境保全及び調査・観測・解析研究とそれに必要な技術開発、生態系を含む場の特性とその時間的変遷の解明等を行う。また、公開可能な調査・観測データ等をデータベース化し、インターネット等で広く社会に提供する。

平成19年度は、藻場の維持・保全及び新たな藻場分布測定技術に関する研究、沿岸生物生息場の物理環境、生息要因のモニタリング・評価技術の高度化、海洋ごみ対策のための情報支援システムの構築、海砂利採取による環境影響評価と回復過程に関する研究、瀬戸海域における栄養塩の動態解明の研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目37

#### 瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体

(Collaborative Research Team for Eco-technology of  
Seto Inland Sea)

研究体長：星加 章

(中国センター)

概 要：

瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体として、経済産業局や地域行政機関とも密接に連携を取りながら、大学や企業等との連携により沿岸海域の環境修復技術の開発及びその技術支援を目指す。また、公開可能な調査・観測データ等をデータベース化し、インターネット等で広く社会に提供する。更に防災と環境対策に向けた高潮・津波の影響評価に関する研究、藻場の保全と造成に関する研究を行う。

平成19年度は、停滞性の強い内湾奥部の水質・底質を改善し環境修復する要素技術、瀬戸内海大型水理模型を用いた津波・高潮の影響評価に関する研究を行った。また、スラグを利用した人工アマモ場におけるアマモの育成条件、アマモ種子輸送経路の概要を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目38

#### 物質循環研究グループ

(Biogeochemical Cycles Research Group)

研究グループ長：田中 裕一郎

(つくば中央第7)

概 要：

人類活動による地球表層環境への影響は、エネルギーおよび物質輸送を介して起こっている。人類活動により影響を受ける将来の環境を考えるため、人為的な影響の特に大きな都市環境および沿岸環境、影響が広範囲にわたる地球環境について、その環境変動幅と変動支配因子を明らかにすることが、本研究グループの研究目的である。そのため、本研究グループは、地球化学的、古生物学的及び海洋物理学的手法を用いて、4つの「環境」すなわち「都市環境」「沿岸環境」「外洋環境」「古環境」について、主に土壌汚染等による環境安全評価に関する研究、河川流域やサンゴ礁域の生物多様性の保全に関する環境モニタリング、海洋中深層の二酸化炭素の影響に関する物質循環と後期第四紀の温暖化した時代の西太平洋日本周辺海域の環境変動解析に関する研究を行い、将来の都市・沿岸・地球環境の予測手法を開発する。

研究テーマ：テーマ題目39

#### 地球化学研究グループ

(Geochemistry Group)

研究グループ長：今井 登

(つくば中央第7)

概 要：

地球化学情報の集積・活用と高度な分析技術の開発を目的とし、地球化学図作成、地球化学標準試料、地球化学情報のデータベース化、これらに必要な高度な分析技術の開発を行った。最近の環境汚染に対する関心の高まりを受けて、全国及び都市周辺の地球化学図を作成し地球化学図を利用した有害元素等のバックグラウンド値の評価を行うとともに、岩石標準試料の整備とデータベース化、標準値の設定を行った。

研究テーマ：テーマ題目40、テーマ題目41、テーマ題目  
42

#### 〔テーマ題目1〕陸域地質図の研究（運営費交付金：重点プロジェクト）

〔研究代表者〕宮崎 一博

(島弧複合地質研究グループ)

〔研究担当者〕宮崎 一博、中野 俊、星住 英夫、松本 哲一、川邊 禎久、古川 竜太、石塚 吉浩、石塚 治、及川 輝樹、水野 清秀、竹内 圭史、小松原 琢、長森 英明、植木 岳雪、中島 礼、工藤 崇、松浦 浩久、高橋 浩、中江 訓、西岡 芳晴、原 英俊、野田 篤、青矢 睦月、内野 隆之、尾崎 正紀、中川 充、巖谷 敏光、

吉川 敏之、利光 誠一、兼子 尚知、  
中澤 努、坂野 靖行、脇田 浩二、  
鹿野 和彦、木村 克己、田邊 晋、  
濱崎 聡志、柳沢 幸夫、大熊 茂雄、  
駒澤 正夫、栗本 史雄、高田 亮、  
斎藤 眞、宝田 晋治、下司 信夫、  
牧本 博、酒井 彰、宮地 良典  
(常勤職員53名(うち他研究ユニット13  
名)、他40名)

#### 〔研究内容〕

「陸域地質図の研究」の実施にあたっては、本部門・他研究ユニット及び外部研究機関の研究者との協力体制のもと、「火山活動」・「島弧堆積盆」・「島弧複合地質」・「統合地質情報」・「地質標本」の5つの研究グループが中心となって推進している。

20万分の1地質図幅については、中津・石垣島を始めとする11地域の地質調査を進捗した。中之島・宝島・魚釣島3地域の地質原図・原稿を完成した。

5万分の1地質図幅に関しては、加茂・新居浜を始めとする25地域の地質調査を当初計画に基づき進捗させた。御油・豊橋及び田原・大牟田の4地域の図幅について地質原図及び報告書原稿を完成した。

#### 〔分野名〕地質

〔キーワード〕地質図幅、20万分の1地質図、5万分の1地質図

#### 〔テーマ題目2〕島弧堆積盆の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕水野 清秀（島弧堆積盆研究グループ）

〔研究担当者〕水野 清秀、竹内 圭史、小松原 琢、  
宮地 良典、長森 英明、植木 岳雪、  
中島 礼、工藤 崇、中嶋 輝允、  
本郷 美佐緒、山口 正秋  
(常勤職員8名、他3名)

#### 〔研究内容〕

本年度は、関東平野、近江盆地、愛知・新潟・福島・愛媛・青森に位置する堆積盆などにおいて、標準層序の確立、堆積環境の推定、活構造の活動度の推定、地質構造発達史、火山活動場の変遷、地盤特性の解明などの研究を行った。主な成果は以下のとおりである。

- 1) 関西地質調査業協会との共同研究として、近江盆地のボーリングデータを取りまとめ、地下地質層序の概要を明らかにした。特に AT 火山灰降灰期～約16,000年前の最終氷期後期に腐植質堆積物が広く分布することがわかった。
- 2) 愛知県渥美半島に分布する第四紀層の年代を明らかにするため、地層中に挟まる火山灰の分析を行い、対比を検討した。2枚の火山灰が近畿地方の高塚山テフラ及び南九州起源の加久藤テフラに対比されることがわかり、それらを挟む海成層が海洋酸素同位体ステージ11及び9の海進堆積物であることが明らかにされた。

- 3) 新潟県南部に分布する鮮新・更新統魚沼層群の植物化石産出層準およびそれに基づく植生変遷と古地磁気層序との関係を明らかにするため、堆積物の古地磁気測定を行った。その結果、オールドバイ・ハラミヨ両サブクロンの範囲およびブリューヌクロンの下限の層準を正確に特定することができた。

- 4) 青森県八甲田一十和田地域の中新世以降の火山活動場の変遷を明らかにする目的で、野外調査や年代測定等を実施した。その結果、八甲田火山群に先行して2-1.4 Ma 頃に活動した新たな火山群の存在が明らかになった。またこれまで中新統とみなされていた火山岩が鮮新世の年代を示し、火山岩層序の一部見直しが必要となった。

#### 〔分野名〕地質

〔キーワード〕島弧、堆積盆、新生代、地下地質、古地磁気層序、広域火山灰、年代測定、火山活動

#### 〔テーマ題目3〕島弧複合地質の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕宮崎 一博

(島弧複合地質研究グループ)

〔研究担当者〕宮崎 一博、松浦 浩久、高橋 浩、  
中江 訓、西岡 芳晴、原 英俊、  
野田 篤、青矢 睦月、山本 由弘、  
内野 隆之、木村 希生  
(常勤職員8名、他3名)

#### 〔研究内容〕

島弧地殻の主要部分を構成する付加体及びこれに関連する地質体・変成帯・深成岩体の野外調査、試料の分析と解析を行い、様々な時間・空間スケールで進行する堆積及び付加作用・変形作用・変成作用・火成作用の解明を進め、以下のような成果を得た。1) 北部北上帯では、西縁部の地層（桐内層）の堆積年代が後期ペルム紀であることを明らかにした。2) 九州四万十帯の延岡構造線の活動時期を40-50 Ma と推定した。3) 三河地方領家帯温度圧力構造を再現する熱モデルを提案した。4) 四国中央部三波川帯において、主変形（東西引き伸ばし）後、南北短縮の重複変形を強く被った領域がある事を見出し、地質図上にこの領域の範囲を示した。5) 足尾山地松木岩体の化学組成がマントル起源玄武岩質マグマの結晶分化作用により説明できることを確認した。

#### 〔分野名〕地質

〔キーワード〕島弧、変成作用、付加体、火成作用

#### 〔テーマ題目4〕海洋地質図等基盤情報の整備と高度化（運営費交付金）

〔研究代表者〕池原 研（海洋地質研究グループ）

〔研究担当者〕池原 研、片山 肇、荒井 晃作、  
辻野 匠、井上 卓彦、上嶋 正人、  
野田 篤、村上 文敏、岡村 行信、

木下 泰正、呈 湘云、阿部 恒平  
(常勤職員9名、他5名)

#### 【研究内容】

日本周辺海域の地球科学的調査・研究を通じて、地殻を中心とした海洋地球に関する基盤的情報を系統的に整備し、広く社会へ提供する。第一期中期計画期間(平成13～平成16)では、海洋地質図14図の整備、海洋地質データベースの構築とインターネット公開、これらを支え発展・高度化させる基盤的基盤の研究に関して世界をリードする研究に取り組む。なお、海洋地球に関する基盤的情報及び科学的知見は、国や社会の持続的発展を支える基本的公共財として、産業立地を含む各種海洋開発・災害軽減・環境管理などに対する基盤的資料となる。

本年度は、これまでの調査航海の結果に基づき、海洋地質図の整備を進めた。その結果、能登半島東方表層堆積図及び能登半島西方海底地質図、日御碕沖表層堆積図、枝幸沖海底地質図をCD出版し、日向灘海底地質図、遠州灘海底地質図、石狩湾海底地質図、石狩湾表層堆積図を印刷中のほか、襟裳岬沖表層堆積図の原稿を完成させた。(海底地質図には重力異常図・地磁気異常図も添付)

データベースに関しては、海域地質構造断面(音波探査記録)データ、表層地層探査記録及び海底堆積物コア柱状図のデジタル化を進め、順次公開した。

【分野名】地質

【キーワード】海洋地質図、表層堆積図、データベース、日本周辺海域、第2白嶺丸

#### 【テーマ題目5】海域活断層の評価手法(運営費交付金)

【研究代表者】池原 研(海洋地質研究グループ)

【研究担当者】池原 研、片山 肇、荒井 晃作、辻野 匠、井上 卓彦、野田 篤、岡村 行信、阿部 恒平  
(常勤職員7名、他1名)

#### 【研究内容】

評価方法が確立されていない深海域の活断層の活動度を、音波探査プロファイル、タービダイト、潜水調査などに基づいて推定する手法を確立することを目標とする。当ユニットは日本周辺海域の海底地質図を作成するための調査を通じて日本で最も詳しい海底地質情報を有していることから、これらの調査を効率的に実施することが可能となっている。

今年度は、日本海溝陸側斜面域の地質構造調査と海底堆積物コアの採取を行い、地質構造と地震発生域との関係の検討とタービダイトによる地震発生間隔の推定を行った。また、日本海の表層地層探査記録を整理し、堆積速度の広域分布とその制限要因について検討した。このほか、千島海溝、日本海溝、相模湾、東海沖の堆積物コアの年代測定を進め、タービダイトの堆積間隔を推定し

た。相模湾では、数千年程度の期間において300年程度の地震発生間隔が推定でき、大正型関東地震の発生間隔を示している可能性が示唆された。

【分野名】地質

【キーワード】海域活断層、海底地質構造、南海トラフ、千島海溝、日本海溝、相模湾、地震発生間隔

#### 【テーマ題目6】現世熱水鉱床・堆積性鉱床等の分布、成因等に関する研究(運営費交付金)

【研究代表者】飯俣 幸吉

(海底系地球科学研究グループ)

【研究担当者】飯俣 幸吉(常勤職員1名、他1名)

#### 【研究内容】

島弧海底熱水系等における重金属資源形成に伴う元素の移動過程および濃集メカニズムの海域特性の解明の一環として、伊豆・小笠原弧に分布する明神海丘、ベヨネース海丘、明神礁カルデラにおいて、ハイパードルフィンによる調査を実施した。本年度8-9月の調査航海では、これまでの調査成果をもとに明神礁海底カルデラ中央火口丘西麓において9 mに達する硫化物チムニー群を伴う活動的な黒鉱鉱床を発見した。熱水活動域は水深900 m～800 mに少なくとも400 m×100 mの広がりを持ち、そこにはシンカイヒバリガイ、ユノハナガニ、コシオリエビなどの熱水生物群集が生息している。中央火口丘に伴う黒鉱鉱床の存在は、従来発見されていた現世の黒鉱鉱床がカルデラ形成時の断層周辺に分布しているのとは異なり、初めての産状である。

【分野名】地質

【キーワード】日本、海底、熱水、硫化物、黒鉱、海山、カルデラ、チムニー、シンカイヒバリガイ、ユノハナガニ

#### 【テーマ題目7】将来的な開発に向けた深海底資源等開発・利用と多目的海洋開発・利用技術の組み合わせ、複合的効果の検討に関する研究(運営費交付金)

【研究代表者】山崎 哲生

(海底系地球科学研究グループ)

【研究担当者】山崎 哲生(常勤職員1名)

#### 【研究内容】

海洋における石油・天然ガス開発技術、二酸化炭素隔離技術、メタンハイドレート開発技術、深層水利用技術、深海底鉱物資源開発技術等について分析を行い、これらの技術の多目的、複合的組み合わせの可能性を検討した。このうち、海底熱水鉱床開発と二酸化炭素海洋隔離、メタンハイドレート開発と二酸化炭素海洋隔離については、洋上プラットフォーム等を共通化する概念的検討結果を発表した。

【分野名】地質



〔キーワード〕 深海底、資源開発、二酸化炭素、海洋隔離、複合化、深層水、メタンハイドレート、銅、経済性、評価

〔テーマ題目 8〕 海底湧出メタンの海洋環境に与える影響評価等の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 山崎 哲生

（海底系地球科学研究グループ）

〔研究担当者〕 山崎 哲生（常勤職員1名）

〔研究内容〕

メタンガス漏出海域においてこれまで取得したデータを使用して、昨年度改良したメタン漏出域周辺における物質収支の定量的把握・評価モデルにより、メタンブルームの動的挙動を詳細に分析した。これにより非定常問題に対応するモデルへの改良につなげることが可能となった。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 海底、漏出、メタン、物質収支、定量、評価、モデル

〔テーマ題目 9〕 各種センサーを用いた海底熱水活動地帯等の流体の出入りのある海底系における物質循環と元素固定の機構の解明に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 中村 光一

（海底系地球科学研究グループ）

〔研究担当者〕 中村 光一（常勤職員1名）

〔研究内容〕

平成19年5月28日～6月7日ならび7月1日～8月10日に実施されたスウェーデン砕氷船オーデン号を用いた米国 Woods Hole 海洋研究所による北極海ガッケル海嶺航海で海中に広く広がる熱水ブルームを CTD、ROV、AUV に搭載した酸化還元電位計、粒子粒系分布観測装置などで計測を行った。海底において高温の熱水活動を特定するには到らなかったが、ガッケル海嶺上の東経7.5度の超塩基性岩地域では現在の熱水活動の徴候はないこと、東経85度の火山噴出岩地域では低温熱水に起因すると考えられる熱水ブルームが広く分布することなどを酸化還元電位計測によって明らかにした。平成19年12月31日～平成20年1月17日米国 Woods Hole 海洋研究所による米国調査船 Knorr 号を用いた南大西洋海嶺調査航海に参加し、熱水ブルームの観測を行った。CTD-酸化還元電位計測で起源不明であった熱水ブルームを4,000 m 付近の超深度に絞り込んだが、AUV による海底での特定までには到らなかった。平成20年3月2日～3月26日の独調査船ゾンネ号による沖縄トラフの液体二酸化炭素湧出を伴う海底熱水系の研究を行った。二酸化炭素液滴の流出時の温度を計測し、温度、圧力変化に伴う相変化において潜熱を考慮することの重要性を示すデータなどを取得することができた。与那国第四海丘海底熱水活動域の

東への広がりを確認し、堆積物中に液体二酸化炭素を貯めるにあたって海水よりも密度の低い液体二酸化炭素を保持する帽岩の形成機構を明らかにすることができる試料とデータを取得した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 海底熱水活動、熱水ブルーム、液体二酸化炭素、海嶺、北極海、沖縄トラフ

〔研究テーマ10〕 大陸棚画定調査に関わる基盤岩による海山等の形成史および潜在的な資源に関する研究（運営費交付金：重点プロジェクト）

〔研究代表者〕 西村 昭（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 西村 昭、湯浅 真人、岸本 清行、

棚橋 学、石塚 治、下田 玄、

上嶋 正人、飯笹 幸吉、森尻 理恵、

斉藤 英二、石原 丈実

（常勤職員11名）

〔研究内容〕

部門プロジェクトである本課題は、海底系地球科学研究グループをコアグループとして以下の2課題を実施している。1. 国の大陸棚画定調査の内の基盤岩採取の一環として調査航海を含む産総研の分担調査および同海域データの整備。2. 国連へ提出する大陸棚限界確定報告書の作成（国連提出情報素案作成部会への参加）。

1. 大陸棚画定調査の一環として、第2白嶺丸の航海（07GH;6.19-7.18.）において、茂木海山とその周辺海域、任弘海山とその周辺、第1鹿島海山、第2鹿島海山、第3鹿島海山、第5鹿島海山、香取海山、常磐平頂海山から基盤岩を採取するとともに、マンガンクラスト、堆積物の試料を得た。この航海により、05GHで基盤岩を採取できなかった海山から、基盤岩の試料を得ることが出来た。基盤岩について、化学処理に先立つ風化物の除去や海水による影響の排除は完了した。
2. 国連提出情報素案作成部会（各省庁の代表者の構成する国連提出情報作成委員会のもとに平成17.1に発足した作業部会）に参加し、定例会、及び WG 会合において活動した。国連提出の大陸棚限界情報の作成にむけて、日本周辺海域における大陸棚延長シナリオとりまとめ作業を進めるとともに、素案として申請に関する記述内容の検討を行った。また、国連に大陸棚限界情報を申請したオーストラリア等について国連本部において平成20年3月末に開催された「大陸棚の限界に関する委員会」で関連情報の収集を行ったほか、アメリカ地球物理連合会議（AGU）において関連学術情報の収集を実施した。さらに、平成19年9月に北海道大学で開催の日本地質学会において、大陸棚画定調査研究のブース展示により宣伝活動を行い、関連研究成果発表を学会等において行った。

〔分野名〕 地質

【キーワード】 海洋地質調査、大陸棚画定、大陸棚限界、国連

【テーマ題目11】 地球変動史の研究

【研究代表者】 山崎 俊嗣（地球変動史研究グループ）

【研究担当者】 山崎 俊嗣、柳沢 幸夫、上嶋 正人、岸本 清行、高橋 雅紀、渡邊 真人、小田 啓邦、望月 伸竜、川村 紀子、井上 聖子（常勤職員7名、他6名）

【研究内容】

(1) 新生代統合高分解能タイムスケールの研究

新第三紀における微化石層序（珪藻、放散虫、有孔虫、貝形虫）、古地磁気層序、火山灰層序および放射年代など、個々の年代層序の精度と確度を向上させるとともに、複数の年代層序を複合して年代層序の高度化をはかり、それを基に新第三紀複合年代尺度の標準化を行うことを目的とする。

今年度は新潟大学と共同で、テフラ層序と珪藻化石層序の統合を進め、中新世でも厳密な層序対比ができる広域テフラ層を5層見出した。また、北西太平洋地域に適用可能な鮮新・更新統珪藻化石層序の精密化を目的として、ODP Site 578, 579, 881の試料の予察的検討を行った。さらに、科学研究費補助金による研究課題「新生代後期における浮遊性珪藻類の進化過程の研究」を実施した。本研究については別項に報告されている。

(2) フィリピン海プレート周辺のテクトニクス研究

過去から現在までのフィリピン海プレートの運動を、高分解能タイムスケールに基づく陸域の地質学的情報と海域の地球物理学的情報を総合して復元する。そして、プレート運動が日本列島のテクトニクスを支配してきたことを明確にすることを目的とする。

平成19年度は、四国海盆が拡大していた27-15 Maの期間に、西南日本に対してフィリピン海プレートが沈み込んでいた場合と沈み込みが生じなかった場合、さらにフィリピン海プレートではなく太平洋プレートが沈み込んでいた場合に想定される地質現象について思考実験を行い、西南日本に沈み込むフィリピン海プレートの形状や西南日本に第四紀火山が少ないことが、四国海盆の拡大方向に対する制約となる、すなわち四国海盆は西（九州付近）から東に拡大したことを明らかにした。また、JOGMEC との共同研究では（別項）、フィリピン海プレートが中期中新世にはほぼ現在の緯度に達していたことが確認された。

(3) 海底近傍物理探査技術の高度化

産総研独自開発の海底近傍物理探査システム DAI-PACK を用いた観測と解析により、これまででない高精度で深海底の地質構造を議論できることが証明されつつある。今年度は、明神カルデラ等での ROV/AUV 航海でデータを取得し、熱水域での精密

地質調査に寄与するとともに、日本海富山トラフ東部のメタンハイドレート胚胎域における深海底表層堆積層の微細構造を調査し、ハイドレートブロックの分布を明らかにした。データの量の増加に伴い、特に ROV の測位データ補正などの前処理技術の改善・効率化が求められる。この目的のために、深海精密音波探査装置 DAI-PACK とは独立に取得される ROV/AUV などの測位データを、DAI-PACK データの処理ルーチンに効率的に読み込み・編集するためのソフトの整備を行った。

(4) 古地磁気・岩石磁気研究

地球史における地磁気変動の実態解明を究極の目標とする。とりわけ、数千年～数十万年オーダーの古地磁気強度・方位の永年変動及び地磁気エクスカージョンの実態解明を進め、これらを地質年代推定に役立てる。並行して、これらの基礎となる岩石磁気学研究を行う。

平成19年度は、約4000万年間地磁気逆転がなかった白亜紀スーパークロンにおける地磁気強度変動の実態解明へ向けて、ハワイ西方海域の磁気異常調査を実施した。小振幅ではあるが測線間で対比可能な磁気異常が見いだされ、地磁気逆転のないスーパークロンにおいて、磁気異常から地磁気強度変動に関する情報を得られる可能性が示された。また、関連する研究として、科学研究費補助金による課題「北太平洋高緯度域における第四紀後期の地球磁場変動：古気候研究とのリンケージ」及び、「地磁気エクスカージョンと気候変動・海水準変動の相関性についての研究」を実施した。これらについては別項目に報告がなされている。

【分野名】 地質

【キーワード】 複合年代層序、タイムスケール、フィリピン海プレート、テクトニクス、物理探査、古地磁気、岩石磁気

【テーマ題目12】 統合地質情報の研究（運営費交付金）

【研究代表者】 尾崎 正紀

（統合地質情報研究グループ）

【研究担当者】 尾崎 正紀、脇田 浩二、巖谷 敏光、斎藤 眞、宝田 晋治、伏島 祐一郎、井川 敏恵（常勤職員6名、他2名）

【研究内容】

1/20万シームレス地質図（100万凡例版・詳細版）を整備し、WebGIS 公開等を実施する。また、国際地質標準策定の会議に出席し国際的連携を図ると共に、世界地質図委員会において、標準凡例の構造要素について共同提案の素案を作成する。ベクトル地質図に関する JIS 原案や地質図用語集の作成の一部を担当する。また、地層名検索データベースを継続的に作成する。

本年度は1/20万シームレス地質図については、新規1/20万地質図幅「小笠原」及び「屋久島」地域のデータ

置き換えと、100万凡例版と詳細版についての全国的な部分修正を行った。統合データベースの基礎となる国際地質標準については国際地質標準の委員会等で活動し、地質図に関する JIS/TR 標準に関わる研究では地質図に用いる記号等を規格化する JIS A0204の改訂とベクトル地質図に用いる主題属性コードを規格化した A0205の作成に参加した。地層名検索データベースは追加・修正作業・改善を行い、その利活用として GIS を駆使した Google Earth 版山陰地学散歩を作成した。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕シームレス地質図、統合、数値地質図、標準化、データベース、JIS

〔テーマ題目13〕地質情報図の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕尾崎 正紀

（統合地質情報研究グループ）

〔研究担当者〕尾崎 正紀、脇田 浩二、中川 充、森尻 理恵、斎藤 眞、吉川 敏之、宝田 晋治、田邊 晋、井川 敏恵（常勤職員8名、他3名）

〔研究 内 容〕

現地調査を伴う既存地質図編集により、新しい大縮尺かつ広域のシームレス地質情報図を作成し、大縮尺地質図データベース構築する。

本年度は近畿中軸部を中心とした地域の1/5万地質図について、凡例の統一化と地質境界の調整を行い、1/5万縮尺のシームレス地質情報図（暫定版）の作成を開始した。都市部で作成する予定の1/2.5万シームレス地質情報図については、主体となる第四系の全国版統一凡例を作成した。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕シームレス地質図、数値地質図、地理情報システム

〔テーマ題目14〕地質情報利用技術の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕尾崎 正紀

（統合地質情報研究グループ）

〔研究担当者〕中川 充、斎藤 眞、森尻 理恵、吉川 敏之、伏島 祐一郎、川畑 大作、田邊 晋（常勤職員7名）

〔研究 内 容〕

社会に役立つ地質情報を創出する技術の研究を行う。

今年度は GIS を利用した効率的な野外調査データ収集法とその整理・活用法に関する試験を行い、ArcPad を利用した入力インターフェースのカスタマイズを行った。また、中越地域の未発生地域における地すべりポテンシャルマップを作成した。更に、地質情報統合化推進室と共同で、地質情報の標準化の基礎研究として情報標準化の理論や最新技術動向の検討と情報収集、

GeoSciML の標準化国際委員会への参加等を行った。また、地質情報一元化のために G-XML を用いた地質情報の標準化と表示システムの開発や、コンテンツ管理システムと機関リポジトリシステムの実装試験のために広範な情報収集と詳細な仕様検討に基づく実装実験を行った。他に、地質情報の利活用を促進させるために、ジオパークやジオツアー用主題地質情報図を作成し、関連委員会へ出席した。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕標準化、統合化、ジオパーク、ジオツアー、地すべり、データベース、GIS

〔テーマ題目15〕アジア地質情報の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕尾崎 正紀

（統合地質情報研究グループ）

〔研究担当者〕尾崎 正紀、脇田 浩二、中川 充、巖谷 敏光、森尻 理恵、斎藤 眞、吉川 敏之、宝田 晋治、伏島 祐一郎、川畑 大作、加藤 敏、井川 敏恵、奥村 公男（常勤職員9名、他3名）

〔研究 内 容〕

日本を含めたアジア地域の地質に関連した地質情報整備のための基礎研究を実施し、アジアの地質情報データベースの構築を行う。

今年度は、アジアの地質情報の研究・整備・解析のために、CCOP の枠組みの中で、GEO Grid と連携しながら、OneGeology プロジェクト推進の一翼を担う研究開発を進め、OneGeology-CCOP 国際ワークショップを開催してアジア各国の OneGeology 参加を推進した。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕アジア、地質情報、データベース、CCOP、OneGeology

〔テーマ題目16〕地球物理図の編集とデータベースの構築に関わる研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕大熊 茂雄

（地球物理情報研究グループ）

〔研究担当者〕大熊 茂雄、中塚 正、駒澤 正夫、村田 泰章、名和 一成、牧野 雅彦、上嶋 正人、金谷 弘、佐藤 秀幸（常勤職員7名、他2名）

〔研究 内 容〕

1. 重力基本図の研究：中国・四国地域の重力基本図を1図（松山）作成するとともに、中国・四国地域と近畿・中部地域で重力調査を実施した。
2. 空中磁気図の研究：岩手火山地域高分解能空中磁気異常図を作成した。
3. 地球物理データベースの研究：重力データの地形補正のため、WGS84に対応した日本周辺陸海域の



DEM の修正を行うとともに、日本測地系と WGS84 の両方に対応した地形補正プログラムを作成した。磁気データ解析エキスパートシステムの動作環境の整備とマウス操作による GUI 利用環境を構築した。日本列島基盤岩類物性データベースへ中国地方東部地域の物性情報228件の追加登録を行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地球物理図、重力図、空中磁気図、岩石物性、地球物理データベース

〔テーマ題目17〕火山地域の地球物理学的研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕大熊 茂雄  
（地球物理情報研究グループ）

〔研究担当者〕大熊 茂雄、駒澤 正夫、中塚 正、中野 俊、石塚 吉浩、松島 喜雄、杉原 光彦、高倉 伸一、佐藤 秀幸、大久保 綾子、茂木 透、小川 康雄  
（常勤職員8名、他4名）

〔研究内容〕

火山体安定性評価手法開発のため、バード方式ヘリボン空中磁気探査システムを新たに構築して富士火山東部地域で高分解能空中磁気探査を実施した。この結果、表層の溶岩流に加えて、伏在する溶岩流や岩屑なだれ堆積物の岩塊部に対応すると考えられる磁気異常分布が明らかとなった。有珠火山地域地球物理総合図の原稿を作成した。イタリア・ストロンボリ火山の磁気異常を処理・解析し、山頂火口周辺が相対的に磁化強度が低いことを明らかにし、地下の高温部や厚い火砕堆積物との関係を推定した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕火山、有珠火山、ストロンボリ火山、山体崩壊、空中物理探査、重力探査、火山地域地球物理総合図、火山災害の軽減

〔テーマ題目18〕情報解析技術の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕大熊 茂雄  
（地球物理情報研究グループ）

〔研究担当者〕名和 一成、大久保 綾子  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

1. 重力変化の精密計測に関する研究：シントレックス重力計を使って、1) 犬山観測所での超伝導重力計、絶対重力計 FG5との並行観測、2) 浅間火山観測所での FG5との並行観測、3) 産総研地下水観測点（豊橋東、井内浦、本宮三越）における連続観測を試みた。
2. 火山地域の地磁気時空間変化に係わる研究：熱水流動に伴うピエゾ磁気効果および熱磁気効果に関して、地形を考慮できるように数値シミュレーションプログ

ラムに改良を加え、2次元軸対称モデルを対象として数値計算を行った。大学が中心となって実施された桜島火山構造探査（空中磁気探査および MT 観測）の実施を支援し、桜島火山の2005年空中磁気探査データと2007年探査データに対して磁気異常変化抽出を行った結果とその有意性について議論・考察を行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕重力変化、地磁気変化、精密計測、地殻活動、シミュレーション

〔テーマ題目19〕古生物の記載・分類、環境指標、標準層序の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕利光 誠一（地質標本研究グループ）

〔研究担当者〕利光 誠一、中澤 努、兼子 尚知、長森 英明、中島 礼（常勤職員5名）

〔研究内容〕

各種動物化石の地質学的属性情報の標準化、環境指標及び年代指標の確立のため、古生代～新生代の動物化石の記載・分類やこれらを取り巻く標準層序、堆積相の研究を行った。古生代の標準層序、環境変遷の研究に関して、中国南西部や西南日本の古生代後期の石灰岩の岩相解析から、当時の海水準変動の様子を明らかにした。新生代第四紀の標準層序・環境指標の確立の研究として、埼玉県北部の江南台地で発見した火山灰の記載と対比から台地を変位させた江南断層の平均速度を再評価し、さらに北部フィリピン海海底の石灰岩コア試料解析からフィリピン海プレートの移動方向の変化による喜界海山の100万年前以降の急速な沈降を明らかにした。また、千葉県袖ヶ浦市の第四紀層から産出したカメ化石について記載・分類研究を行い、新種として報告した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕石灰岩、コア試料、海水準変動、古環境解析、古生物、層序、同位体

〔テーマ題目20〕多様な岩石類の鉱物科学的研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕坂野 靖行（地質標本研究グループ）

〔研究担当者〕坂野 靖行、角井 朝昭、奥山 康子、青木 正博、豊 遙秋（常勤職員4名（うち、他研究ユニット2名）、他1名）

〔研究内容〕

本研究では、日本列島に産する多様な岩石・鉱物標本について地質学的属性情報の標準化をはかることを目的として、構成鉱物の記載や化学組成等の検討を行った。今年度は、四国中央部三波川帯別子地域の含コランダムゾイサイト角閃岩よりクロリトイドを見出し、産状・鉱物組み合わせ・化学組成から、クロリトイドはコランダム+ざくろ石+水の反応により形成されたことを示し、この反応がおこった温度-圧力条件を推定した。また、三重県加太産の角閃石について記載研究を行い、この標

本が新種の鉱物であることを明らかにした。この新鉱物は、国際鉱物学連合の新鉱物・命名・分類委員会において、2008年2月に承認された。

【分 野 名】地質

【キーワード】全岩化学組成、X線粉末回折、記載、新鉱物

【テーマ題目21】地質標本データベースの研究（運営費交付金）

【研究代表者】利光 誠一（地質標本研究グループ）

【研究担当者】利光 誠一、角井 朝昭、兼子 尚知、坂野 靖行、中澤 努、長森 英明、中島 礼、奥山 康子、青木 正博、豊 遙秋（常勤職員8名（うち、他研究ユニット2名）、他1名）

【研究内容】

産総研地質標本館に研究試料として長年蓄積されてきた岩石・鉱物・化石などの地質標本は、「地質の調査」の研究成果を保証するファクトデータとして重要である。地質標本研究グループのミッションとして、これらの収蔵標本を軸にして標本情報の体系化と情報発信を進めてきた。本研究は RIO-DB によるデータベース公開と密接に関係して進めている。本年度は、新生代軟体動物等の標本カタログとして、地質標本館に寄贈された岡本和夫氏の化石コレクションの地質学的・古生物学的属性情報をとりまとめ、標本カタログとして地質調査研究報告に公表した。また、RIO-DB 課題として進めている日本産白亜紀アンモナイト DB に関して国際シンポジウムで進捗状況を紹介した。

【分 野 名】地質

【キーワード】地質標本データベース、地質標本館、登録標本、カタログ

【テーマ題目22】地質リモートセンシングの研究（運営費交付金）

【研究代表者】佐藤 功（地質リモートセンシング研究グループ）

【研究担当者】佐藤 功、浦井 稔、二宮 芳樹、佐々井 崇博（常勤職員4名）

【研究内容】

火山衛星画像データベースについては、これまで登録した東アジアの主要な49火山に、その他の915火山を追加し、全球の964火山の登録を完了した。また、これに新規取得されたデータを定期的に追加した。2007年4月にレユニオン島でフルネーズ火山が噴火した際には、ASTER による緊急観測を提案し、この緊急観測によってフルネーズ火山山頂の陥没量を明らかにした。地盤変動図の作成では、関東平野を対象に、利用可能な PALSAR データを用いて干渉 SAR 技術による変動把握を行った。千葉県のある里地域では、時間間隔が最も

長いペアを用いて解析した結果、水準測量で沈下が知られている場所で干渉 SAR でも確認された。また、ASTER 熱赤外データを用い、石膏に代表される蒸発残留鉱物マッピングの可能性について検討した。その結果、石膏や塩化カリウムが地表に晶出する領域をマッピング可能であることが分かった。

物質循環解明については、東アジア地域の衛星データを収集し、データの大量処理を行った。衛星プロダクトを複合的に利用するため、できるだけ多くの衛星センサから得られた高次プロダクト（今年度は、MODIS、TRMM、SRTM）を収集した。そして、東アジア地域の炭素収支解析につなげるため、収集したデータの大量処理を行った。炭素収支解析に必要な物理量への変換まで行ったので、次年度以降は処理したデータの精度検証を行う予定である。

【分 野 名】地質

【キーワード】リモートセンシング、画像データベース、画像解析、干渉 SAR 技術、岩石指標、モデルシミュレーション、物質循環

【テーマ題目23】地下水変動による地震・火山活動の予測（運営交付金）

【研究代表者】小泉 尚嗣（地震地下水研究グループ）

【研究担当者】小泉 尚嗣、高橋 誠、松本 則夫、佐藤 努、大谷 竜、北川 有一（常勤職員6名、他13名）

【研究内容】

本グループは、東海地震予知事業における地下水観測分野を担当し、また、「地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）の推進について（建議）」（文科省測地学分科会）においても、地下水総合観測による地殻活動モニタリングシステムの高度化等を分担している。平成19年度の主な成果は以下の通りである。

過去8-9度の南海地震の内、4回水位や湧出量が低下した松山市道後温泉の水位データを検討し、同温泉の水位は震度3以上の地震で地震動によって上昇するが、南海地震の時はそれに伴う大きな歪の増加（地面の伸び）の効果が勝って水位を大きく低下させることがわかった。国の東海地震予知事業の一環として引き続き前兆の地下水位変化検出システムを運用した。野島断層における第5回注水実験までの結果を検討した結果、地震後の透水性低下は平成15年前後にほぼ終了していることが判明した。台湾成功大学との共同研究「台湾における水文学的・地球化学的手法による地震予知研究」を引き続き推進し、台湾において第6回ワークショップを開催し連携を深めた。平成19年能登半島地震に伴う地下水変化を解析し、観測点ごとの地下水変化の特徴を把握した。

【分 野 名】地質

【キーワード】地震予知、地下水、活断層、地殻変動、地殻歪、地震、火山、東海地震、東南海

## 地震、南海地震

## 〔テーマ題目24〕 東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備（施設整備費）

〔研究代表者〕 小泉 尚嗣（地震地下水研究グループ）

〔研究担当者〕 小泉 尚嗣、高橋 誠、松本 則夫、佐藤 努、大谷 竜、北川 有一、関 陽児（地圏資源環境研究部門）、桑原 保人、重松 紀生、今西 和俊、木口 努、佐藤 隆司、山口 和雄、加野 直巳、住田 達哉、風早 康平、塚本 斉、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、角井 朝昭、下司 信夫、中島 隆、中江 訓、大坪 誠、及川 輝樹（常勤職員26名、他6名）

## 〔研究内容〕

東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測施設整備を、多数の研究員の協力を得て行った。平成19年度の成果は以下の通りである。

東南海・南海地震対象域に10点の新規地下水等総合観測施設を設置する作業やそのための調査を行った。東海の既存地下水観測施設を7点高度化した。また、観測網のデータを統合化するため、産総研側のデータ受信および表示・解析システムの高度化作業を行った。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 地震予知、地下水、地殻変動、地震、東南海地震、南海地震

## 〔テーマ題目25〕 地震発生機構に関する研究（運営交付金、重点支援研究員）

〔研究代表者〕 桑原 保人

（地震発生機構研究グループ）

〔研究担当者〕 桑原 保人、木口 努、今西 和俊、長 郁夫、佐藤 隆司、白井 信正、重松 紀生（常勤職員7名、他7名）

## 〔研究内容〕

本グループは、「地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）の推進について（建議）」（測地学審議会、平成15年7月、対象期間：平成16～20年度）において、内陸活断層の深部構造・応力場の解明、地震発生の素過程に関する実験的研究や、「今後の重点的調査観測について（－活断層で発生する地震及び海溝型地震を対象とした重点的調査観測、活断層の今後の基盤的調査観測の進め方－）」（平成17年8月、地震調査研究推進本部）においては、糸魚川－静岡構造線近傍で発生する微小地震の発生メカニズムの解明の研究を分担している。平成19年度の成果は下記の通りである。

フィールド研究として、内陸活断層の深部構造、応力場の解明のため、糸魚川－静岡構造線（糸静線）中部で設置した臨時の微小地震観測点8カ所の観測の継続・解

析を行ない、同断層帯の南部から中部にかけての地殻応力分布を明らかにした。新開発の浅部応力方位測定法を用いて中国の長大活断層系である Anninghe-Zemuhe 断層系で10カ所の測定データを解析し、断層周辺の応力分布を得た。活断層深部の応力状態を明らかにするため、紀伊半島東部の中央構造線に沿う東西約40 km の地域の地質調査、石英の微細構造の追加の解析を行い、変形のメカニズムが転位クリープであることを確認した。これにより、過去の応力場解析の有効性を確認した。

実験室での研究として、断層深部の環境での岩石物性測定手法の開発について、昨年度までの弾性波速度測定システムでは弾性波の出力が弱いため、システムの改良のための設計図を決定した。また、脆性－塑性変形遷移条件での岩石の摩擦構成則を確立するため、比較的低温でも脆性－塑性変形遷移挙動を観察できる蛇紋岩試料の800℃までの温度変化に対する挙動を把握した。岩石破壊実験では、圧電結晶を含まない岩石のすべり過程における AE と電・磁気信号発生機構を考察するために計測系を改め、岩石試料表面に小型 AE センサを貼り付けて岩石の固着・すべり実験を行った。実験結果から AE が電磁気信号に先行して発生していること、電・磁気現象がすべりに伴って発生していることなどすべり過程での信号生起順序等が明らかになった。

さらに、中国四川盆地の西南部にある隆昌ガス田における注水誘発地震データを収集し統計的な手法を用いて調べた。注水初期段階ではセルフトリガがメインであったが、後半では外部トリガが支配的な要素となった。また、間隙圧の増加と拡散による応力の変化に伴い地震の規模-頻度分布を示す b 値や空間分布を示す相関距離が顕著な変化を示した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 活断層、深部構造、地殻応力場、岩石破壊実験、すべり実験、誘発地震

## 〔テーマ題目26〕 地殻構造の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 山口 和雄（地殻構造研究グループ）

〔研究担当者〕 山口 和雄、横倉 隆伸、加野 直巳、牧野 雅彦、大滝 壽樹、伊藤 忍、住田 達哉、駒沢 正夫、稲崎 富士、横田 俊之（地圏資源環境研究部門）（常勤職員9名、他1名）

## 〔研究内容〕

2003年宮城県北部地震震源域の反射法解析結果と反射法実施時に取得した余震記録を照合し、この地震は従来震源断層として考えられてきた石巻湾断層ではなく、旭山撓曲の下部延長に近いところで起きた可能性が高いことを示した。2006年中越地震震源域南隣の十日町市周辺の反射法データを地質解釈し、十日町盆地東縁断層は魚沼層群内の根無し断層であり、西縁断層が主断層であることが分かった。関東平野の中深層地盤の地下地質・構



造に関する研究の一環として、加須低地と荒川低地の2箇所で新規の反射法調査と、菖蒲坑井で VSP 調査を実施した。加須低地のデータの予備的解析によれば、清水・堀口(1981)が微地形に基づいて推定した久喜断層と考えられる地層の変形は、今回の調査測線の範囲内には見られないようである。関東平野の既存反射法データを再解析し、反射・重力・磁力データを併せて構造解析した。防災科技研のつくば南観測井の南北で異なる方向の構造トレンドを見出し、鴻巣市周辺では綾瀬川断層の北方延長が西側に急激に折れ曲がること示した。養老断層の数10 m までの極浅部の詳細な変形構造を、P 波・S 波の反射法で調査した。四国・紀伊半島の8箇所の地下水観測施設周辺で反射法による構造調査を実施した。反射法実施中に観測した自然地震と、F-net データに対して地震波干渉法の適用を試みた。

【分 野 名】地質

【キーワード】不均質、断層面、地球内部、地下構造、平野部

【テーマ題目27】火山活動の研究（運営費交付金）

【研究代表者】中野 俊（火山活動研究グループ）

【研究担当者】中野 俊、星住 英夫、川辺 禎久、石塚 治、下司 信夫、古川 竜太、石塚 吉浩、松本 哲一、及川 輝樹、中川 光弘（常勤職員9名、他1名）

【研究内容】

国の火山噴火予知研究を分担し、活動的火山の噴火履歴を明らかにするとともに火山地質図を作成し、日本の第四紀火山活動の時間空間分布を明らかにする研究の実施を目的としている。平成19年度においては、十勝岳火山及び樽前火山の火山地質図作成のための調査を実施した。また、第四紀火山の時間空間分布を明らかにするために、中部九州の第四紀火山岩類の年代測定を実施した。

【分 野 名】地質

【キーワード】活火山・噴火履歴・火山地質図・第四紀火山活動

【テーマ題目28】マグマ活動の研究（運営費交付金）

【研究代表者】篠原 宏志（マグマ活動研究グループ）

【研究担当者】篠原 宏志、高田 亮、田中 明子、斎藤 元治、松島 喜雄、東宮 昭彦、森 健彦、鬼沢 真也、竹内 晋吾、並木 敦子（常勤職員6名、他4名）

【研究内容】

火山熱水系のモデル化に向けて、マグマからの脱ガスの拡散に対して、山体の透水係数、地下水の分布が及ぼす影響を数値シミュレーションにより考察した。特に脱ガスが地下水位下で起こる場合、周囲の地下水の流入により温度圧力状態がかなり変化することが確認された。火山の熱的活動を把握するため、昨年度に引き続き携帯

型赤外カメラによる空中赤外熱映像の撮影法を開発し、桜島、薩摩硫黄島、口永良部島の火山で観測を行った。この観測で得られたデータを正射投影しモザイク合成するソフトウェアを作成し、広範囲で精密な地表面温度分布を取得することができた。

富士山、箱根、薩摩硫黄島、口之永良部島において連続地殻変動観測を実施した。富士山・口之永良部島では電話回線などによるデータ回収を行い、準リアルタイムの連続観測を実施した。噴気ガスの共鳴現象を利用して、沸騰源もしくは脱ガス源の深さを探索する新たな計測装置を作成し、機器特性を明らかにすることを進めた。

有珠火山地質図改訂版を完成・出版した。有珠火山の歴史時代のマグマ組成変化を説明できるマグマ混合過程を見出し、1663年噴火時とそれ以降では混合した高温マグマの組成が異なること、1977年噴火時には新たなマグマが出現したこと、などが分かった。噴火・脱ガス過程の解明のために、三宅島2000年噴火噴出物中のカンラン石のメルト包有物（57試料）の化学分析を実施した。Mg に富むカンラン石内のメルト包有物（試料数31）のほとんどは2000年噴火マグマよりもより未分化な組成をもち、分化したメルト包有物（試料数26）より高いH<sub>2</sub>O 濃度（2-3.5wt. %）を持つことを明らかにした。

インドネシアのロンボク島で、大規模噴火に至る火山群の時空分布の特徴を、K-Ar 年代測定により、明らかにした。火山活動を規定するリソスフェアの rheology に敏感な量に着目し、それと地殻内の温度構造を定量的に関連づけ、これらの関係には地域性があることを明らかにした。また衛星干渉 SAR 手法を用い Long Valle Caldera の地殻変動量を検出し、既存のデータと調和的であることを明らかにした。サイフォン原理を利用して、注射器を使用しないで手軽に定量的にできる岩脈貫入のアナログ法を開発した。

火山に関する多様な研究成果の発信手法の検討を行い、薩摩硫黄島を対象とした web 公開版の火山研究解説集を公表した。

【分 野 名】地質

【キーワード】火山、マグマ、噴火予知

【テーマ題目29】マグマ熱水系に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】森下 祐一

（マグマ熱水系研究グループ）

【研究担当者】森下 祐一、小笠原 正継、濱崎 聡志、清水 徹、倉橋 映里香、堀江 憲路、福山 繭子、斎藤 元治（常勤職員5名、他4名）

【研究内容】

地球科学では多種の微細な鉱物からなる岩石試料や、鉱物内に複雑な構造を持つ試料を扱う必要がある。このような地質試料を簡単な系で代表させることは困難であ

り、複雑な系から成る地質不均質系を解明するためには、微小領域において現象の本質を研究する必要がある。このため、高感度・高質量分解能の大型二次イオン質量分析装置（SIMS）を研究手法として幅広い分野の課題に対応し、火山の噴火メカニズム研究や鉱物資源探査等の社会的に重要な課題を見据えつつ、分野横断的な研究も行う。

マグマ熱水系における流体の性質を推定する目的で、光竜鉱床及び菱刈鉱床鉱脈組織の肉眼・鏡下観察結果をまとめ、鉱化熱水系の規模及び深度を主因子として鉱脈組織が明瞭に異なることを明らかにした。また、光竜鉱床の金銀鉱石及び北海道の鉱石・鉱物の代表的産状を明らかにした。

微小領域における定量手法の開発では、標準試料となるAuイオン注入黄鉄鉱試料を新たに作成し、その分析を行なった。これにより、昨年度よりも確度が高い、安定した分析が可能になった。この金の定量手法を、南アフリカ共和国の始生代クライパングリーンストーン帯縞状鉄鉱層地域に胚胎する、カラハリゴールドリッジ金鉱床に適用した。この成果を国際研究集会で口頭発表したところ、資金提供型共同研究の申し入れがあり、契約書を作成中である。また、同手法を九州の四万十累層群を基盤とする菱刈鉱床に適用し、予察的な成果を国際研究集会で口頭発表した。

火山性流体の発達過程を明らかにするために、伊豆半島西部の第四紀火山および雲仙火山の掘削試料を対象にして、地質調査ならびに同位体分析等を行い、伊豆半島西部の火山性酸性変質帯に関する投稿論文が受理された。雲仙火山については、炭酸塩鉱物の酸素・炭素同位体組成から、1100-1200 m 以深では大規模な一つの熱水系、それ以浅では浅所地下水の影響の可能性が示唆され、火山体内部における熱水系の特徴を明らかにした。

火山の噴火メカニズム研究では、メルト包有物のSIMSによる水素、炭素濃度測定に必要な、安山岩、デイサイトおよび流紋岩組成のガラス試料（25個）を、JA3、薩摩硫黄島火山岩およびJR1を用いて高圧実験により作成した。これらの各試料につきFTIR測定を複数回（2～15回）行い、水素および炭素濃度（ $H_2O=1-4$  wt. %,  $CO_2=100-400$  ppm）を決定した。

鉱物中の希土類元素の挙動を明らかにする研究では、燐灰石とモナズ石に関して、SIMSを用いた希土類元素定量分析法を確立するために、標準試料の選定を行い、分析に適した標準試料を選定した。燐灰石中の希土類元素濃度は、主成分元素組成と関連して変化するが、特に、重希土類元素濃度は、NaやMnの混入に関連していることが明らかになった。熱水変質作用がアルカリ環境下で生じた際、燐灰石は安定に存在できるが、楔石やジルコンは変質し、鉛や希土類元素を結晶中に取り込む。このような反応の中でジルコンはウランを結晶中に取り込むが、楔石はウランを放出することが明らかになった。

また、レーザーマイクロプローブ ICP-MS 装置を用い、微小領域におけるガーネットやジルコン等の化学分析結果を解析した。特にベトナム産の大型ジルコン結晶の微量成分組成を明らかにし、フィッシュトラック年代測定用標準試料としての妥当性をまとめた。

地球の成り立ちを研究するためには、「太陽系の一員としての地球」との視点が必要であり、SIMS等を用い、惑星物質の形成機構に関する研究を行った。初期太陽系固体物質の形成年代を特定するため、始原的炭素質コンドライト隕石（CO, CR）に含まれるコンドリュールについてSIMSを用いて $^{26}Al$ 年代測定を行った。得られたデータが正しい年代情報を示すことを保証するためには、母天体上で変成を受けていないことが重要である。そこでコンドリュール中の斜長石について元素分析を行ない、コンドリュールに含まれる斜長石においてMgが不均一な分布を示すことが明確になった。斜長石中のMg含有量が相対的に高い（～1wt. %）ことを考慮すると、この不均質はコンドリュールが固化する際の火成的要因に基づくと考えられ、年代情報は変成作用の影響を受けていないと結論づけた。この成果をまとめた論文が受理された。

SIMSを用いた外部との共同研究としては、コンドリュールのO、Mg同位体比測定等に基づく、コンドリュールの起源に関する論文が公表された。また、中国北部クラトンにおいて、微量元素のSIMS分析に基づくリソスフェアの進化を議論した論文が公表された。

北東アジアの鉱物資源情報とその他の地球科学情報の編集と解析に関する国際共同プロジェクトのメンバーとして、分担部分の報告書原稿の修正を行い、2回の国際会議で発表した。

【分野名】地質

【キーワード】 マグマ熱水系、熱水変質帯、二次イオン質量分析装置、SIMS、同位体分析、金の定量分析、隕石、年代測定、メルト包有物

【テーマ題目30】長期変動の研究（運営費交付金）

【研究代表者】伊藤 順一（長期変動研究グループ）

【研究担当者】伊藤 順一、宮城 磯治、桑原 拓一郎、大坪 誠、Nguen Hoang  
（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

東北日本における小規模な噴火活動史を明らかにするために、安達火山および焼石岳周辺において地質調査を行い、火山灰層序の確認を行った。また、森吉山西部の単成火山の噴火年代を明らかにするための地質調査及び年代測定用試料の採取を行った。これらの調査結果は、日本列島における第四紀火山活動史に関する基礎資料として、主に火山活動予測、火山の周辺への影響評価などの目的で活用される予定である。日本列島における長期

的間マグマ活動史に対する岩石学的モデルの構築を目指して、北上山地に露出する高 Mg 安山岩の採取を行った。これまでに採取していた北関東地域の高 Mg 安山岩と合わせ、全岩化学・同位体組成分析を実施した。

新潟県中越地震の発生に対応する形で、本地域の活褶曲構造をもたらししている地下深部の断層運動を解析するための現地調査を実施した。地表の被害状況と地質構造との関連等か、震源域から離れた地域においても大きな被害が発生している地帯を認定し、地質構造との関連について検討を行った。これら調査結果は、地震調査委員会のほか、防災対応機関（経済産業省等）において報告を行った。

【分 野 名】地質

【キーワード】長期変動、単成火山、中越地震

#### 【テーマ題目31】長期的地質及び地殻変動の研究：深部地質環境研究コア（運営費交付金）

【研究代表者】伊藤 順一（長期変動研究グループ）

【研究担当者】伊藤 順一、宮城 磯治、桑原 拓一郎、大坪 誠、Nguen Hoang、渡部 史郎、牧野 雅彦、住田 達哉、松本 哲一、風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、安原 正也、大和田 道子、稲村 明彦、大場 武、宮下 由香里、小林 健太、高橋 美紀、間中 光雄、高橋 学、竹田 幹郎  
（常勤職員17名、他8名）

#### 【研究内容】

岩手火山地域において精密重力観測を行い、山麓部に湧水群を形成するの浅層地下水系に対する検討を行った。また、北海道東部地域の巨大カルデラ火山の噴火履歴と地下水系に対する検討のために、爆発的な噴火活動史解明のための野外地質調査と噴出物分析用試料を採取した。また、巨大噴火準備過程におけるマグマ変遷に対する岩石学的モデルの必要となる、塩基性火山岩類および爆発的噴火堆積物の試料採取を実施した。これと共にカルデラ火山周辺の地下水系の解明のための河川・湧水・温泉水調査及び水試料採取を実施した。

地殻変動に関する研究では、青森県の太平洋沿岸域の隆起沈降活動の変遷を明らかにするための野外地質調査を実施し、該当地域の段丘編年に重要となる鍵テフラの同定と、年代測定用試料を採取した。また、北部関東、房総地域において地殻応力場変遷を検討するための野外地質調査を行った。これとともに、熊の地域で掘削されたボーリングコアを用い、長期的な応力場変遷を明らかにした。

変動地形学的特徴が不明確な断層の活動性を検討するために、鳥取県西部地域において現地討論会を行った。

【分 野 名】地質

【キーワード】長期変動、火山活動、隆起・侵食活動、

地下水変動、断層活動

#### 【テーマ題目32】深部流体の研究（運営費交付金）

【研究代表者】風早 康平（深部流体研究グループ）

【研究担当者】風早 康平、安原 正也、高橋 正明、塚本 斉、森川 徳敏、高橋 浩、大和田 道子（常勤職員6名、他1名）

#### 【研究内容】

活動的火山である浅間山、阿蘇、桜島、薩摩硫黄島において、COMPUSS システムを用い火山噴煙の SO<sub>2</sub>放出量の観測を実施した。また、雲仙および北千島エベコ山において噴気ガス（水蒸気）放出量観測を実施した。これらのデータと噴気の化学組成を基に各種化学物質の噴煙による放出量を求めた。これらの観測結果は、火山における物質収支の基礎資料とし、主に火山活動予測、火山の周辺への影響評価などの目的で活用される予定である。

山形県寒河江地域ならびに新潟県中越地域での現地調査を実施し、人間の生活圏である浅層地下水中において深部起源水が広域に拡散する現象を確認した。今後、深部起源水の上昇プロセスの解明ならびに上昇量の定量化を目標とした研究を実施する。また、関東山地地域にある八塩、磯部、荒船の高塩濃度温泉の詳細な起源解明を目的とし、B 濃度、Cl 濃度、酸素同位体組成等の検討を行った。その結果、荒船と八塩は「有馬型」的であるが、磯部は「油田鹹水」的である可能性を指摘できた。これまで関東山地北部の温泉群は一連のものとして扱われて来ているが、中央構造線沿いの温泉と、西南／東北日本弧間堆積盆のハーフグラベン内の温泉とでは起源が異なっており当然であると考えられるので詳細な検討を行う予定である。薩摩硫黄島において、各種トレーサーを用いた手法を相互比較するため、地下水、温泉水、火山ガスを対象とした合同水文調査を行った。今回検討を行った各種トレーサーについては、レビューとして学会誌にまとめた。

【分 野 名】地質

【キーワード】火山、深部流体、地下水

#### 【テーマ題目33】深層地下水の研究：深部地質環境研究コア（運営費交付金）

【研究代表者】風早 康平（地質情報研究部門）

【研究担当者】風早 康平、安原 正也、高橋 正明、塚本 斉、森川 徳敏、高橋 浩、大和田 道子、稲村 明彦  
（常勤職員6名、他2名）

#### 【研究内容】

中国地方西部（岡山県全域、鳥取県西部、島根県東部域等）において地下水、湧水、温泉水の集中的な採取作業を行い、深層地下水の起源や深部流体混入プロセスの解明のための化学分析を行った。その結果、宍道湖周辺



のみならず、山間部においても比較的高濃度の塩水が存在することがわかった。また、島根県三瓶山付近に存在する  $\text{CO}_2$  を含む塩水については火山性であるのか非火山性の深部流体起源であるのか、各種同位体組成を分析することにより明らかにする予定である。

北陸地方および北海道東部地域において、温泉水、河川水、ガス等の試料採取、流量の観測を行い、これまでに採取した試料と併せ、化学・同位体組成分析を進めた。

一方では、阿武隈花崗岩地域において地下水調査を実施し、従来の調査で比流量異常とされていた地点に異常がないことを確認できた。また、同地域内の白沢掘削サイトの異常高圧を示す裂隙水の湧水圧・水質などの継続調査を行った。徐々に、水頭は低下しているが、水質等に変化はなく、氷河期に涵養されたと考えられる亀裂地下水の賦存量が莫大であることを指示する結果を得た。

【分 野 名】地質

【キーワード】深層地下水、起源、深部流体

【テーマ題目34】アジアの海岸沿岸地域における基礎地質情報と環境保全に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】齋藤 文紀

（沿岸都市地質研究グループ）

【研究担当者】齋藤 文紀、村上 文敏、七山 太、田村 亨（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

東南アジアから東アジア沿岸域の保全と防災に資するため、これらの地域を対象に、CCOP-DelSEA プロジェクト「東南アジアと東アジアのデルタにおける統合的地質アセスメント研究」と地質科学国際共同研究(IGCP)-475「モンスーンアジア太平洋地域のデルタ」プロジェクトを推進するとともに、関係国と連携して国際共同研究を遂行し、海岸沿岸域における基礎地質情報の収集と解析を行った。平成19年度は、IGCP-475の第4回年会を平成20年1月にバングラデシュで開催し、170名を超える参加があった。CCOP-DelSEA プロジェクトの会合は、沿岸侵食に焦点をあてて、5月にタイのバンコクで、12月にインドネシアのバンドンで開催した。上記の国際プロジェクトや、ベトナム科学技術院(VAST)と産総研との共同研究に関連して、7月にベトナムのハノイの海洋地質地球物理研究所において、デルタセミナーを開催し、約70名の参加があった。

【分 野 名】地質

【キーワード】アジア、デルタ、沿岸、平野、地球環境

【テーマ題目35】大都市圏が位置する平野地下地質の調査・研究（運営費交付金）

【研究代表者】木村 克己

（沿岸都市地質研究グループ）

【研究担当者】田辺 晋、小松原 純子、竹村 貴人、

木村 克己、木村 治夫

（常勤職員4名、他4名）

【研究内容】

地質分野重点課題の都市地質プロジェクトの研究として、首都圏東部の中川低地南部から東京低地、および荒川低地に分布する沖積層を主な対象として、その地下地質構造と堆積環境、土質工学的特性を明らかにし、それらを基礎に沖積層の堆積モデルと地震時の地盤振動特性の評価を行うことを目的に、ボーリング調査・コア解析、ボーリングデータの収集・数値化や3次元モデル構築・表示ツールの開発、軟弱地盤の力学試験等の調査・研究を実施している。今年度は、2地点でのオールコアボーリング調査（東京都江東区潮見地区70 m 長と埼玉県戸田市上戸田地区53 m 長）とコア解析、東京低地臨海部と荒川低地下流部地域についてボーリング資料の収集と約2000本のボーリング柱状図の数値化・データベースの更新を行った。土質工学的な研究では、中川低地の春日部コア（GS-KBH-1）の沖積粘性土試料について、等方圧密過程におけるベンダーエレメントを用いたS波速度の測定、基礎物理試験、化学量測定試験、標準圧密試験によって土質力学特性を評価した。また、東京都によって取得された既存反射法地震探査データの再解析を行い、荒川低地地下に東傾斜で高度差150~200 m の傾斜不整合、武蔵野台地地下に東西方向の褶曲構造が存在するなどの知見を得た。

【分 野 名】地質

【キーワード】平野、沖積層、3次元地質モデル、ボーリングデータ、土質試験、反射法探査、データベース

【テーマ題目36】海岸沿岸域の地質調査と環境調査のための調査解析技術の研究（運営費交付金）

【研究代表者】齋藤 文紀

（沿岸都市地質研究グループ）

【研究担当者】村上 文敏、七山 太、田村 亨、西村 清和、齋藤 文紀

（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

地中レーダーや浅海用のマルチチャンネル音波探査機器、コンパクトサイドスキャンソナーなどの野外における調査機器の開発と改良、及び堆積物の解析手法の高度化の研究を行っている。平成20年度は、民間企業と共同開発した高分解能マルチチャンネル音波探査装置を能登半島地震および中越沖地震発生後の海底活断層調査で使用し、本装置が沿岸域活断層調査に有効であることを確認した。地中レーダーによる探査は、昨年度に引き続き海岸平野の海浜堆積物に適用し、九十九里浜平野の完新世での地殻変動量の評価に活用した。また、九十九里浜平野とベトナムメコンデルタでは、海岸線移動について

GIS による解析を試みた。また、地中レーダーの沿岸湿原探査への適用を道東の霧多布湿原を例として検討した結果、湿原地域の透過深度は7 m 程度と良好であり、泥炭層を透過し、さらに下位の海浜層の内部堆積構造まで解析することができた。コンパクトサイドスキャンソナー(SSS)およびサブボトムプロファイラ(SBP)の海域実験を行い、沿岸域における SSS および SBP の曳航法を確立した。またアナログ式地層探査機のデジタル化についてとりまとめ、論文投稿した。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕沿岸、平野、地球環境、マルチチャンネル音波探査、地中レーダー

〔テーマ題目37〕沿岸生物および物理環境のモニタリングと評価（運営費交付金）

〔研究代表者〕湯浅 一郎（沿岸海洋研究グループ）

〔研究担当者〕星加 章、高杉 由夫、湯浅 一郎、橋本 英資（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

海田湾に設置した海上浮体実験室において得られた、流動・水質等の長期環境モニタリングの結果から、底質分布に注目して解析した。その中で底泥粒子の輸送過程を解明し、海田湾における底質分布を決定づけるのは、河口循環流の働きが大きいことが明らかとなった。また広島湾の水温・塩分・濁度・水質等（7項目）についてデータを整理し、水平分布図として過去5年度分を Web で公開した。

海岸生物の長期変遷の要因を把握し、沿岸生態系の健全性を維持する方策を見いだすために、呉周辺の海岸生物についてベルトトランセクト法、及び個体数を計測する水平モニタリングによる調査を継続し、2007年は7月30日から8月2日、呉周辺の6定点で実施した。この他、宇品、似島、竹原など12点でカメノテ、イボニシに関する生物調査を行った。呉周辺では1990年代半ばから種類数がやや増加しているが、2004年からカメノテが見つかって来た宇品、似島など広島湾の最奥部でも、個体数が増加していることが確認され、呉周辺だけでなく相当広範囲にわたるカメノテの回復が続いていることを確認した。また造礁サンゴの一種であるキクメイシモドキが岩戸、戸浜で定着していることが確認された。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕沿岸生物調査、物理環境、沿岸生態系、長期モニタリング

〔テーマ題目38〕藻場の保全と造成に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕星加 章（沿岸都市地質研究グループ）

〔研究担当者〕星加 章、谷本 照己（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

アマモ場の保全と造成のための要素技術について検討した。海砂に替わる人工アマモ場基盤材として高炉スラグの適応性を調べるため、広島県三津口湾において各種高炉スラグや浚渫土との混合から成る人工基盤に移植されたアマモの生育について、移植後4年目のモニタリングを行った。アマモ生育について基盤材に含まれる有機物と栄養塩の観点から検討した結果、アマモ移植初期からの活発な生育のためには、スラグに浚渫土を混合して栄養塩や有機物等を含ませる必要があること、およびスラグ100 %の場合では、初期におけるアマモの育成は悪いが時間の経過と共に栄養塩等のアマモの育成条件が整い、移植後3年目あたりから株数が増加し、4年目においても株数が増加することを確認した。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕アマモ場造成、高炉スラグ、浚渫土

〔テーマ題目39〕沿岸・外洋域の環境変遷及び物質循環に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕田中 裕一郎（物質循環研究グループ）

〔研究担当者〕田中 裕一郎、丸茂 克美、鈴木 淳、長尾 正之（常勤職員4名、他12名）

〔研究内容〕

金属鉱床地帯などから供給される有害重金属の土壌や河川から沿岸域における挙動のモニタリング手法の開発のために、有害重金属の存在形態分析を行うことを目的とし、六甲花崗岩中のタングステン鉱床、有馬層群中の多田銀山、および生野層中の生野銀山を起源とする重金属がどの程度河川水中に溶出しているかを河川水の分析により把握し、岩石、土壌、河川堆積物、河川水の間の重金属の移行量の分析を行った。これらの地域から採取した岩石、土壌、河川堆積物、河川水について化学分析を行い、岩石や土壌中の重金属の河川への移行量は少ないものの、フッ素は移行量が多いことが明らかとなった。さらに河川水の重金属とフッ素の分析に関しては簡易分析法の開発に成功した。

また、廃棄物処理、再資源化に伴い生成される焼却灰について、危険化学物質の拡散と、副生成物の影響を含めた環境安全評価に関する実験や計測を行った。焼却灰について35元素を分析対象として各種土壌試料の混合反応実験を行い、土壌の特性による酸化還元条件が、重金属類の溶出に影響を与えることを明らかとした。

沖縄県石西礁湖の外洋側縁辺部をモデル海域として、塩分等の水質観測を行い環境モニタリングの基礎データを集積、検討した。また、サンゴ骨格の重金属元素分析手法をインドネシア・ジャカルタ沖の試料に応用して、過去60年間の鉛濃度の変化を明らかにした。鉛濃度に増加傾向は見られるものの、北半球の小笠原などの分析例に比べて低いレベルで推移していた。さらに、古環境指標の高度化研究の一環として、サンゴ飼育実験を実施し、サンゴ骨格の酸素炭素同位体比組成に与える光量の影響

について定量的な解析を行い、炭素同位体比変動から光量成分を抽出する補正方法を検討した。

炭素循環に関連した物質循環変動を解析するため、北西・赤道太平洋における生物起源炭酸塩沈降粒子の沈積量変動と ENSO 現象との関係の解析を行った。その結果、赤道太平洋における生物起源炭酸塩沈降粒子の沈積量変動は、ラニーニャ現象時期は、西赤道太平洋域で極端に少なく、中央域でも比較的高いことが明らかとなった。また、後期第四紀にける地球環境変化と親潮、黒潮混合海域の栄養塩、一次生産等の物質循環との関係の解析を行い、親潮と黒潮の混合域が、親潮域よりも栄養塩供給量および一時生産量が高いことが明らかとなった。さらに、生物起源炭酸塩沈降粒子の海水中での溶解実験を行い、海水中の炭酸カルシウムの飽和指数の解析から 4000 m 以深と同様の海水状態で急激に溶解することを明らかにした。

【分 野 名】地質

【キーワード】有害重金属、土壌、沿岸、地球温暖化、炭素循環、気候変動、古海洋学、サンゴ礁

【テーマ題目40】地球化学図の研究（運営費交付金）

【研究代表者】今井 登（地球化学研究グループ）

【研究担当者】今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、太田 充恒、久保田 蘭、寺島 滋（常勤職員5名、他2名）

【研究 内 容】

全国及び大都市周辺の地球化学図を作成し、有害元素の広域分布と地域的地質特性等諸要因を総合的に解析してバックグラウンド値の評価を行う解析・評価法を検討した。神奈川県周辺地域から河川堆積物と土壌試料の採取を行った。これらの試料を分析して化学組成を求め、そのデータを基に地理情報システム上に元素の分布と各種の背景データを重ね合わせ、両者の相関と統計解析を行った。

【分 野 名】地質

【キーワード】地球化学図、河川堆積物、環境汚染、有害元素

【テーマ題目41】地球化学標準試料の研究（運営費交付金）

【研究代表者】今井 登（地球化学研究グループ）

【研究担当者】今井 登、御子柴 真澄、太田 充恒、岡井 貴司、久保田 蘭、寺島 滋（常勤職員5名、他1名）

【研究 内 容】

あらゆる地質関連試料の分析の基礎となる地球化学標準試料として太平洋で採取された海底質試料を調整して、地球化学標準試料 JMs-3 を作製した。この試料の主成分及び微量成分元素について共同分析を行って標準値を

設定した。また、分析法の検討として既調製試料の主・微量成分の精密分析を実施し、標準試料の各種情報をデータベースとしてインターネット上で公開した。さらに、標準試料の ISO 対応のため ISO に準拠した標準試料の作成法の検討と ISO 認証値を得るための共同分析等の作業を行った。また、ISO 対応のためのシステムの作成と書類の整備を行い、地球化学標準試料生産者としての ISO 認定を取得した。

【分 野 名】地質

【キーワード】標準試料、岩石、鉱物、堆積物、化学組成、同位体

【テーマ題目42】地球化学の研究（運営費交付金）

【研究代表者】今井 登（地球化学研究グループ）

【研究担当者】今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、太田 充恒、久保田 蘭、寺島 滋、（常勤職員5名、他2名）

【研究 内 容】

地殻における元素の地球化学的挙動解明の研究として、日本の土壌・堆積物における微量元素の研究、炭酸塩中の元素の挙動と分析法の研究、火成岩の地球化学的研究、鉄・マンガン水酸化物中の元素の挙動の研究を行った。

【分 野 名】地質

【キーワード】地球化学、土壌、炭酸塩、火成岩、鉄・マンガン水酸化物

【テーマ題目43】火山学の評価に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】須藤 茂（地質情報研究部門）

【研究担当者】須藤 茂（常勤職員1名）

【研究 内 容】

火山研究の成果のうち、アウトカムの評価検討を行うため、岩手山及び雲仙について、周辺住民に対するアンケート調査を実施した。岩手山の噴火未遂事件に対しては、噴火しないのに噴火するようなことを言われて迷惑であったと答えた住民は1割弱であり、約8割は、噴火はしなかったが、噴火の災害について考える機会ができてよかったと答えた。一方現在は、噴火することが確実なときにだけ情報を出して欲しいと思っている住民は6分の1であり、6割は、噴火する可能性があるならば確実でない段階でも情報を出して欲しいと答えた。雲仙の噴火活動中の火山研究者の活動に対しては、適確な情報を出していたと評価した回答者は4割であった。一方、現在は、噴火することが確実でない場合でも可能性があるのなら情報は出して欲しいという回答者は9割であった。各調査・研究機関の印象については、産業技術総合研究所は、旧所名である地質調査所よりも知名度がはるかに低く、機関として最低の認識度であった。次の噴火の時期、場所、規模などを火山研究者は適確に予知してくれると思うかとの設問に対して、「そう思う」と答えた住



民が岩手山46 %、雲仙48 %、思わないが岩手山45 %、雲仙41 %であった。ほかの質問事項も考え合わせると、岩手山では、研究者の間違った判断によるダメージが、住民の一部にのみ限られ、経済的、精神的被害が地域全体としてはそれほど大きくならなかったことがよい評価につながり、また雲仙では、当時の火山研究者が、「活動の推移を注意深く見守った」ことは認めるが、被災の場所や時期を十分に住民に役に立つだけ適確に予測できたわけではなかったのではないかという評価がなされたものと解釈できる。

【分 野 名】地質

【キーワード】評価、火山学、火山災害、噴火予知、岩手山、雲仙、アンケート調査

【テーマ題目44】島弧における大陸地殻の形成と発達  
(運営費交付金)

【研究代表者】中島 隆(地質情報研究部門)

【研究担当者】中島 隆(常勤職員1名)

【研究 内 容】

西南日本白亜紀花崗岩類および変成岩類の化学分析・同位体比分析、ならびに含まれるジルコンの ICP 質量分析計による U-Pb 年代測定を行ない、花崗岩類の主たる起源が上部地殻のリサイクル物質でなくマントル由来の下部地殻物質であることを明らかにした。結果は国際学会で発表した。

東南海地震に関連する地震地下水プロジェクトで得られた熊野酸性岩の600 m ボーリングコア試料について系統的な化学分析・同位体比分析を行ない、岩体を作ったマグマの性格を議論した。また、現在掘削中のサイトでのコア観察と野外調査を行なった。すでに学会発表4件。現在研究チーム全員による熊野酸性岩コアの論文を執筆中。

伊豆弧-本州弧会合部に位置する甲府花崗岩の化学的性質・放射年代から、島弧花崗岩の成因と伊豆弧の衝突史を解明し、国際誌に発表した。また、北海道日高帯のトッタベツ岩体の構造を調べ、花崗岩マグマの成因とマグマだまりプロセスを解明して、これも国際誌に発表した。

国際共同推進資金による中国地質調査所との共同研究の一環として、中国南東部に分布する後期中生代花崗岩類の調査を行なった。

【分 野 名】地質

【キーワード】白亜紀、花崗岩、ミグマタイト、ジルコン、年代測定、熊野酸性岩、ボーリングコア、化学分析、同位体、甲府花崗岩、伊豆弧、トッタベツ岩体、日高帯、中国

【テーマ題目45】CCOP 火山災害軽減プロジェクト  
(運営費交付金)

【研究代表者】高田 亮(マグマ活動研究グループ)

【研究担当者】高田 亮(常勤職員1名)

【研究 内 容】

アジア太平洋諸国で若手の研究者を中心に、互いに噴火経験の情報を共有化するために、CCOP プロジェクトとして、火山災害軽減のための野外ワークショップを2004-2007年の期間、毎年開催している。第4回は、フィリピン地震火山研究所が現地組織者となり、2007年11月5日-11月9日に、フィリピンのマニラ・ケソンシティーで開かれた。フィリピンから44名、インドネシアから2名、パプアニューギニアから1名、CCOP 事務局から1名、産総研から3名の合計51名が参加した。各国の活動的火山の状況と災害軽減のためのプログラムが紹介された。野外巡検はマヨン火山で行われた。

【分 野 名】地質

【キーワード】CCOP、噴火、火山災害、ワークショップ、インドネシア

⑮【環境管理技術研究部門】

(Institute for Environmental Management  
Technology)

(存続期間：2004. 5. 1～)

研究 部 門 長：原田 晃

副研究部門長：小林 幹男、田尾 博明

主 幹 研 究 員：竹内 浩士、飯田 光明

所在地：つくば西、つくば中央第5、つくば北センター  
人 員：89名(87名)

経 費：1,553,859千円(627,502千円)

概 要：

#### 1. 部門のミッション

環境管理技術研究部門では、持続的発展可能な社会の実現に向け、経済産業の発展と安全・安心な環境を両立させるため、産業起源の環境負荷のマネジメントに関する科学技術研究開発を行い、環境技術産業の振興・創出を図るとともに環境関連政策の立案・実効へ貢献することをミッションとしてきた。また、爆発安全研究コアでは、化学物質の燃焼・爆発の安全に係わる総合的な研究を実施し、公共の安全確保や産業保安技術の向上等に貢献することで、＜安心・安全で質の高い生活の実現＞に資することを基本ミッションとしてきた。

#### 2. 研究開発の方針

社会的・政策的ニーズおよび緊急性の高い研究課題として、環境診断、有害化学物質のリスク削減、都市域の資源循環・廃棄物リサイクルおよび地球温暖化対策技術評価などを第2期中期における部門の重点課題に設定し、研究を行ってきた(3. 参照)。

「製品」に繋がる「第2種基礎研究」の実践とと

もに新規技術シーズを創出する「第1種基礎研究」を推進してきた。

さらに、本年度は、爆発安全研究を行う研究者群も研究コアとして、当部門に参画した。当該研究コア内の研究グループにおいては、化学物質のフィジカルハザードに関する社会的・政策的ニーズに対応した安全研究も実施してきた（3. 参照）。

### 3. 重点研究課題等

#### 〔重点課題1〕環境診断技術の開発

環境を監視し、その機能を調べるための、①環境負荷物質の連続監視技術と、②環境負荷物質に対する自然浄化機能の診断技術を開発する。また、生体への影響を評価するため、③生体内化学物質の高感度分析装置と、④生体内で化学物質により発現される遺伝子のセンシング技術を開発する。これらの技術開発を通して、将来、誰もが容易に身の回りの生活環境情報にアクセスできる社会、自然の浄化機能を活かした安全で安心な社会、生体診断やトキシコゲノミクスなど次世代の環境診断産業において国際競争力を有する社会の創出に貢献する。

#### 〔重点課題2〕有害化学物質リスク削減技術の開発

有害化学物質のリスク削減に向けて、適切な排出低減技術に取り組む。すなわち、小規模発生源からの化学物質および難分解性・難処理性物質の排出低減技術を開発する。極微量でも有害性／蓄積性のある物質や非意図的生成物に対して低濃度・広域に対応できる技術開発および自然の浄化機能を強化したパッシブな新技術の開発を目指す。未規制物質・非意図的生成物を含めた総合的な化学物質リスク管理を目指して、製造から使用、廃棄に至る各ステージで排出、環境中挙動の評価手法を構築する。ナノ物質やバイオマス燃料等、今後利用が盛んになるだろう物質、技術についても、環境への影響を評価する手法を検討する。産総研国際戦略構想に沿い、アジア環境エネルギーパートナーシップを構築する。

#### 〔重点課題3〕都市域最終処分量削減技術の開発

都市域における廃棄物最終処分量の削減に向け、資源の循環・再利用を増進する技術を開発する。小型電気電子製品を主な対象とし、高度選択粉砕、多素材同時分離回収、多元素同時抽出／採取／除去、有価物再生などの工程から成るプロセスを開発する。また、このリサイクル技術システムについてエネルギー消費、コストパフォーマンス、社会受容性を含めた、地域社会への適合性を評価する手法を開発する。

#### 〔重点課題4〕地球温暖化関連物質の環境挙動解明と

#### 二酸化炭素対策技術評価

京都議定書の第2約束期間（2013年以降）をも視野に入れ、温暖化関連物質に関して将来排出シナリオ、環境影響評価、削減効果の科学的検証および国際的活動への貢献を行う。フィールド観測に基づく温暖化物質の挙動の定量的解明、CO<sub>2</sub>など地球温暖化関連物質の大気、海洋、植生圏での循環モデルに基づいて、陸域生態系及び海洋での炭素吸収・放出量評価手法を開発する。当部門が先導する逆問題解法に基づいて CO<sub>2</sub>放出・抑制シナリオや排出抑制効果の評価・監視手法を開発する。また、二酸化炭素海洋隔離に対しては、現場観測と室内実験を実施し、海洋循環モデル・生態系モデルと組み合わせた評価を行う。また、メタン、亜酸化窒素等の温暖化気体の海洋中動態を調査し、将来の海洋環境変化や海洋利用に対する評価手法を開発する。国内外との研究協力を通して成果の相互利用と標準化などを行う。

#### 〔爆発安全研究コア研究課題〕

行政対応、国際対応の課題に重点的に対処することで、産業や公共社会並びに国際通商等における安全確保に貢献する。研究コアで実施している研究は大別して次の通りである。①燃焼・爆発安全に関する基礎・基盤研究。②化学物質の燃焼・爆発の試験・計測方法等に係わる研究。③公共の安全確保や産業保安向上のために要請される行政ニーズ対応研究。

#### 外部資金

経済産業省 技術振興課委託費 平成19年度試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係るもの）

「高い分子移動拡散性を有するマイクロメソ多孔体を利用した VOC 処理技術の開発に関する研究」

「臭素系難燃剤の簡易迅速分析法の開発と放散過程の解析」

「二酸化炭素海洋隔離による海洋物質循環過程への影響評価に関する研究」

「環境中での嫌気性アンモニア酸化活性の測定と廃水及び自然浄化の最適条件の研究」

「都市域における局所的高濃度汚染の高精度予測手法に関する研究」

「パーフルオロカルボン酸類の環境中変換・除去過程に関する室内実験研究」

「高残留性人工フッ素化合物の環境動態メカニズムの解明と安全性評価に関する研究」

「固定発生源 PM10/PM2.5/CPM 測定方法の開発に関する研究」

「固定発生源由来複合揮発性有機化合物分解技術に関する研究」

「有害試薬フリー・オンサイト水質モニタリング装置の開発」

「アジア陸域炭素循環観測のための長期生態系モニタリングとデータのネットワーク化促進に関する研究」

「二酸化炭素海洋隔離による海洋物質循環過程への影響評価に関する研究」

経済産業省 技術振興課委託費 平成19年度試験研究調査委託費（地球環境研究総合推進費に係るもの）

「福江・沖縄・小笠原におけるエアロゾルの変動の観測と放射強制力の推定」

経済産業省 技術振興課委託費 産業技術研究開発委託費

「新規 POPs 候補物質の分析法の標準化」

「光触媒材料のバイオフィルム抑制効果評価方法に関する標準化」

「発熱分解エネルギー測定に関する標準化」

経済産業省受託研究費 平成19年度原子力発電施設等安全性実証解析等

「原子力発電施設等社会安全高度化原子力施設内非放射線災害防止調査」

経済産業省 平成19年度原子力試験研究委託費

「深部岩盤掘削時の高精度破壊制御技術に関する研究」

「再処理工程に係るエネルギー物質の爆発安全性評価技術に関する研究」

「化学災害の教訓を原子力安全に活かす E ラーニングシステムの開発」

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）

「海水中炭酸系物質測定装置の実証評価」

「表面剥離粉砕特性評価装置の実証評価」

経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業（財団法人北海道中小企業総合支援センター）

「炭鉱ガス管理技術に基づく新方式メタンガスセンサの開発」

経済産業省 平成19年度地球温暖化問題対策調査

「二酸化炭素隔離技術の普及方策に関する国際的動向調査」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委託

託 我が国の国際的リーダーシップの確保

「次世代のアジアフラックスへの先導」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委

託 重要課題解決型研究等の推進

「生物化学テロにおける効果的な除染法の開発」

「テロ対策のための爆発物検出・処理統合システムの開発」

文部科学省 科学研究費補助金

「海洋生物が生成する温暖化気体の発生量と組成解明」

「硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌による堆積物からの硫化物の溶出抑制機構」

「ラドンを用いた複雑地形を含む安定大気境界層中の物質輸送の研究」

「ナノバブルの安定化及び崩壊メカニズムの解明に関する研究」

「マイクロプラズマを用いたナノバイオインターフェイスの創製」

「界面動電現象を用いた複合汚染土壌の原位置浄化に関する研究」

「酸素安定同位体測定による森林生態系における炭素循環の研究」

「海洋表層における生元素の形態別微細変動と微生物プロセスとの相互作用」

「無機炭酸利用能を持つ細菌群集の海洋物質循環課程への関わり」

「還元反応に基づく生体蓄積性有機フッ素化合物の非焼却分解・無害化システム」

「X 線励起による金属酸化物表面の高度親水化現象の機構解明と応用」

「次世代汎用 CFD のための安定成層 SGS モデル・植生キャノピーモデルの開発」

「還元反応に基づく生体蓄積性有機フッ素化合物の非焼却分解・無害化システム」

「電気化学活性団修飾核酸プローブに基づくラベル化フリー遺伝子検出法」

「感性バイオセンサの開発」

「富士山山体を観測タワーとしたエアロゾル諸特性」

「水添加による水素の燃焼・爆発反応の抑制効果」

環境省 平成19年度廃棄物処理等科学研究費補助金

「廃棄物系バイオマスと熱硬化性樹脂の共処理による有用資源の回収と燃料の製造」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業

「貴金属リサイクルのための新金属分離回収プロセス開発」

「先端電子機器に含まれる有害化学物質の溶出試験法開発と国際標準化」

「マイクロ抽出分離／表面ソフトイオン化質量分析法による潜在的有害性高分子量化合物の解析技術」



「光触媒能を有する多色調光材料の開発」  
 「触媒機能を付与した吸着剤と酸素プラズマの複合システムによる低濃度 VOC の低温完全酸化技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究協力事業「提案公募型開発支援研究協力事業」助成  
 「難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物処理による合理的分解技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
 「有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／直接加熱式 VOC 吸着回収装置の研究開発」  
 「ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクターゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」  
 「廃棄物系バイオマスからの液体燃料製造技術の研究開発」  
 「環境配慮設計推進に係る基盤整備のための調査研究」  
 「マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」  
 「水素の安全化対策及び評価に関する革新的基盤研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
 「水素社会構築共通基盤整備事業／水素インフラ等に関する規制再点検及び標準化のための研究開発／水素安全利用技術の基盤研究」

その他（文部科学省経由）  
 「二酸化炭素データの標準化法」

その他（農林水産省経由）  
 平成19年度「農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発」委託事業  
 「マルチメディアモデル開発のための物性値パラメータ評価手法の開発」

その他（公益法人経由）  
 「相模湾における人工湧昇放流水の水塊分布と栄養塩動態の把握」

その他（鉄鋼業環境保全技術開発基金）  
 「オンサイト型土壌汚染物質高感度簡易測定法の開発」  
 「エアロゾル粒子の個数濃度に関する変動要因とその排出源別評価」  
 「環境および生態影響評価のための亜鉛等重金属の高感度精密形態分析法の開発」

その他

「イオン交換樹脂の火災・爆発安全性に関する比較論的研究(II)」  
 「火災・爆発事故事例収集」

発 表：誌上発表266件、口頭発表529件、その他61件

## 計測技術研究グループ

(Measurement Technology Research Group)

研究グループ長：田尾 博明

(つくば西)

概 要：

従来の環境計測技術にバイオ・ナノ技術を融合させた次世代環境診断技術を開発するため、その基盤となる分析装置、センサ類の試作と性能評価を実施する。平成19年度は、1)微生物を利用する水質監視技術に関して、種々の化学物質に対するセンサの応答スペクトルについて網羅的な評価を行い、現場水試料への適用が可能なことを確認した。ボルタンメトリーでは、監視装置のプロトタイプを開発し、実環境での長期安定性が従来より2倍以上向上することを確認した。一方、微生物の分析では、共存微生物存在の影響を受けない免疫化学的手法の改良ができた。また MALDI-MS を利用して、従来の遺伝子解析技術では解析が困難であった株レベルでの微生物の識別を行うデータ解析技術の基礎を確立した。2)CE/ICP-MS については、誘導結合プラズマへの導入効率を向上させるなどのネブライザーの改良を行った結果、約10倍の高感度化を達成した。遺伝子センサに関しては、遺伝子プローブをマルチ微小電極に固定化するためアレイスポットを開発し、従来技術では不可能だったナノリットルレベルの微量かつ高精度分注を可能にした。企業との共同研究により流路型水晶振動子免疫センサシステムを実用化した。3)フラーレンナノ粒子の気管内注入試験及び吸気試験を行ったラットの体内分布を明らかにした。4)標準化に関しては灯油中の硫黄の化学形態別分析法の標準仕様書(TS) 原案を作成した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目

6

## 粒子計測研究グループ

(Particle Measurement Research Group)

研究グループ長：遠藤 茂寿

(つくば西)

概 要：

環境に多大な影響を及ぼす微粒子状汚染物質によるリスクの削減を図るため、当グループでは微粒子状物質の標準的な計測技術の開発・高度化を行なうと共に、粒子状物質の計測および排出抑制技術に関わる国内、および、国際標準化・規格化を目指している。そのた

め、燃焼施設を発生源とする大気中浮遊粒子状物質（PM10/PM2.5）の濃度を簡便に、かつ精度よく測定可能な定流量等速吸引法のダスト試料採取システムと低濃度ダストを簡便・迅速に測定可能な ISO 準拠の大容量ダスト試料採取システムの開発を行なった。開発された技術をもとに標準化の基礎データを蓄積した。また、ナノサイズ粒子の環境・生体への影響を明らかにするために、液相での輸送・沈着挙動を適正に評価する手法やナノ粒子の特性や有害性を適正に評価するための試料調製法を確立するとともに、有害性評価試験で使用可能な試料の作成・提供を行うことで、ナノ粒子の適切なリスク評価法の確立に貢献した。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7

### 未規制物質研究グループ

(Potential Pollutants Group)

研究グループ長：堀 久男

(つくば西)

概 要：

ペルフルオロオクタ酸（PFOA）等のパーフルオロカルボン酸類や、ペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）等のペルフルオロアルキルスルホン酸類およびそれらの誘導体は界面活性剤として使用されてきたが、近年その環境残留性や生体蓄積性が懸念されている。そこで我々はその環境対策の指針の構築のために必要な環境分析法の開発、動態の解明と分解・無害化法の開発に取り組んでいる。19年度は燃焼イオンクロマトグラフィーに基づく極微量総フッ素分析技術により外洋環境における PFOS/PFOA 関連物質のマスバランス解析を行い、これらの物質の地球規模大循環を海洋大循環と結びつけてモデル化した。また、トリフルオロ酢酸のヘンリー定数を測定し、その温度依存性の詳細を明らかにして論文発表した。さらに鉄を還元剤としたペルフルオロアルキルスルホン酸類の亜臨界水分解反応の詳細な検討を行い、鉄粉の比表面積を増加させることで反応が促進することや、超臨界状態まで温度を上げると分解反応がさらに促進すること等を明らかにした。ペルフルオロカルボン酸類については鉄(II)/(III)イオンおよび酸素間の光酸化還元作用によりフッ化物イオンと二酸化炭素まで効果的に光触媒分解できることも明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目14

### 環境分子科学研究グループ

(Environmental Molecular Science Research Group)

研究グループ長：脇坂 昭弘

(つくば西)

概 要：

気相・液相における分子間相互作用、クラスター生

成過程、粒子（エアロゾル）生成過程に関する物理・化学的研究法を確立し、環境中の化学物質の挙動を実験的に解明するため、以下の研究に取り組んだ。

1. ナノ粒子・エアロゾルの環境中動態解析に関する研究：

工業ナノ粒子（フラーレン、カーボンナノチューブ）の環境中の動態変化を実験的に解析するため、フローチャンバー内にこれら工業ナノ粒子を分散させ、滞留時間による粒径の変化を走査型モビリティ・粒径計測器により計測した。フラーレンの分散は、加熱昇華法、カーボンナノチューブの分散は、超音波霧化分散法とレーザーアブレーション法を用いた。いずれの場合も時間と共に粒径が大きくなることを確認した。特にフラーレンでは、10 nm 程度の一次粒子が40～80 nm の二次粒子に成長する過程が明らかになった。

2. 水環境中化学物質のクラスター構造の解析：

残留性有害化学物質の水環境中における拡散・移動予測に用いられるオクタノール／水分配係数（Kow）と水溶液中のクラスター構造との関係を検討した。残留性有害化学物質のモデル化合物の含窒素芳香族化合物について、濃度と分子構造によるクラスター構造の変化に基づいた Kow の評価法を提案した。

3. 各種分光法による気相中化学物質の高感度検出に関する研究：気相中の分子のクラスター構造について、マトリックス単離分光法とキャビティリングダウン分光法の高感度検出法により解析する手法を開発した。

研究テーマ：テーマ題目3

### 光利用研究グループ

(Photoenergy Application Group)

研究グループ長：根岸 信彰

(つくば西)

概 要：

有害化学物質リスク削減を目的として、1) 大気及び水中の環境汚染物質・有害化学物質の光分解除去技術の開発、2) ナノ粒子の暴露影響評価手法の開発、及び3) 光触媒材料の性能試験方法の標準化を行う。1)については、効率を大幅に向上させるために光触媒材料の複合化、既存光触媒の可視光応答性や電荷分離効率の向上、光触媒反応の促進等に関する研究、及び無公害・低コスト化を可能とする小規模光触媒分解装置の開発を行った。複合化による機能性材料として、高吸着能・高活性光触媒の調製とナノポーラスシリカとの混合系光触媒の試作を行った。また、効率と選択性の向上につながる重要な情報である触媒の活性と活性酸素の関係も明らかにした。光触媒分解装置の開発に関しては、当所で開発した VOC 分解装置の長期運

用可能性の確認及び気相中有機リン化合物の処理を目指した装置の設計を行った。2)については、大気開放下に暴露された炭素材料、フラーレン、及びカーボンナノチューブの一重項励起酸素生成能の計測手法を確立した。3)については、光触媒材料のトルエン除去性能試験方法の JIS 最終案作成、可視光応答型光触媒材料の NO<sub>x</sub> 及び VOC 除去性能評価方法の検討、バイオフィルム形成阻害・分解効果の評価法に必要なシアノバクテリア試供菌の死滅を判別するための条件決定等を行った。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 励起化学研究グループ

(Excited State Chemistry Group)

研究グループ長：尾形 敦

(つくば西)

概要：

揮発性有機化合物排出量を平成22年度において平成12年度比で3割削減するという目標を達成するため、主に中小固定排出源用の VOC 分解装置の開発指針を得ることを目標とする。オゾン酸化触媒法の高度化については、トルエンの分解において、二酸化マンガンを充填した場合、オゾンの分解により生じた活性酸素種の濃度が高いほど CO<sub>2</sub>の生成が促進されることが分かった。一方、ジクロロメタンの分解において、CO<sub>2</sub>の生成はほとんど促進されず、二酸化マンガんとオゾンにより生成した活性酸素種は、主に基質の分解に用いられることを明らかにした。プラズマ駆動触媒法の高度化については、「光学顕微鏡-CCD カメラ」で構成されたシステムを構築し、触媒に担持した金属粒子とプラズマの相互作用について検討した。ゼオライトに担持したナノサイズの金属触媒は、プラズマ発生に大きく影響し、低温プラズマがより広い範囲で形成されることがわかった。

赤外円二色性の解析に関しては、立体配座コードを活用し、分子内水素結合している置換基がスイッチのオンオフのような働きをしていることを見だし、医薬品の代謝の観点からの重要性を指摘した。

研究テーマ：テーマ題目15、テーマ題目16、テーマ題目

17

#### 吸着分解研究グループ

(Adsorption and Decomposition Technology Research Group)

研究グループ長：菊川 伸行

(つくば西)

概要：

当グループは、吸着技術や分解技術を駆使して NO<sub>x</sub> や VOC、廃プラスチック等による環境リスクを削減する革新的なシステムの開発及びそのための吸着

剤等の素材開発を目指している。具体的には、下記の研究目標をめざして研究を進めている。

##### 1) 大気環境のリスク削減に関する研究

主に VOC の新規吸着回収技術に取り組み、マイクロ波・高周波等のスチームレス脱離技術について実用化のための要素技術の高度化を行う。また、そのための新規吸着剤の創製に関しては、高い VOC 吸着能と大きな吸脱着速度とを兼ね備えたシリカ系多孔体の、実用化を視野に入れた性能向上を図るとともに多孔質シリカ膜等を創製する。さらに、大気圧低温プラズマやマイクロ波等の物理的な外場を利用した排ガス処理技術についての基礎データを取得する。

平成19年度には、高周波磁気加熱方式の60 m<sup>3</sup>/h 規模の吸着回収装置を試作し、VOC 回収率93 %を達成して実用性能を確認したほか、シリカ吸着剤開発では長く均質な繊維状マイクロメソ多孔体の合成条件を明らかにするなどの成果を得た。

##### 2) プラスチックリサイクルに関する研究

都市域最終処分量削減をめざした分散型リサイクルシステム構築をめざし、そのための分離技術(ハロゲン、金属、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂等)の開発と装置化の研究、並びに単体分離された個別プラスチックリサイクル技術の高度化やバイオマスとの共存下でのリサイクル技術の開発を主要課題として、水平移動床方式熱分解法と溶媒可溶化分解法を技術ベースに、マイクロ波照射法等も援用しつつ目標達成をめざして研究を進める。また、培われたポテンシャルを活かして緊急な社会ニーズにも対応していく。

平成19年度には、エポキシ樹脂製のプリント基板は、安価な木材乾留タールを溶媒として用いると常圧で可溶化できることを見いだしたほか、油化を中心に低環境負荷で事業性が成り立つための処理技術の内容について検討し、ゲル燃料が油化に比べてより少ないエネルギーで得られる燃料であることを明らかにするなどの成果を得た。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目10、テーマ題目

11

#### 浄化機能促進研究グループ

(Advanced Remediation Group)

研究グループ長：辰巳 憲司

(つくば西)

概要：

有害化学物質リスク削減のため、当グループでは、省エネ・低環境負荷型土壌修復技術の研究と、省エネ・低環境負荷型廃水・廃液処理技術の研究を行っている。

##### 1) 省エネ・低環境負荷型土壌修復技術の研究では、



自然が持つ浄化能力を強化した環境修復技術の開発を目指す。本年度は、DNA が土壌中での多環芳香族化合物（PAHs）の移動を促進すること、さらには PAHs の微生物分解性も向上させることが明らかになった。また、1ヘクタール当たり、湿重量で21トンのハイパーアキュムレーターを栽培することで、最大135グラムのカドミウムを汚染土壌から除去できることを実証した。

- 2) 省エネ・低環境負荷型廃水・廃液処理技術の研究では、重金属を含むスラッジや有機汚泥の削減ができる廃水・廃液処理技術の確立を目指す。本年度は、実用化に成功した濃厚廃液の処理法について引き続きフォローアップ研究を行った。また、来年度から開始する、発生するスラッジを削減する方法の一つとして、重金属水酸化物のスラッジではなく含水率のより少ない金属酸化物スラッジとして処理する方法の予備的検討を始めた。その結果、加熱が必要であった水酸化銅の沈殿から酸化銅への変換を室温で可能にすることに成功した。

研究テーマ：テーマ題目12

#### 融合浄化研究グループ

(Chemical and Biological Purification Research Group)

研究グループ長：高橋 信行

(つくば西)

概 要：

水中微量有害物質の高度処理技術や環境低負荷型の処理プロセスの確立、微生物生態系機能の解明・評価・制御をめざして、環境中での嫌気性アンモニア酸化活性 (ANAMMOX) の測定と廃水および自然浄化機能の最適化、染色事業所排水に含まれる難分解性有機物を対象としたオゾン処理と生物処理との併用による省エネルギー型廃水処理技術の開発について検討した。

環境中での ANAMMOX の測定と廃水および自然浄化機能の最適化の検討に関する研究では、昨年度 ANAMMOX 活性ホットスポットの存在が示された淡水湖沼を対象に、分子生物学的手法を活用して ANAMMOX 微生物群集の解析を行った。ANAMMOX 様微生物由来と見られる遺伝子は活性が検出された地点に限って回収され、その系統は特異的かつ多様であり、新規な系統が少なくとも8属に相当見出された。また、ひとつの地点で複数の ANAMMOX 様微生物が似通ったアバンダンスで存在していた可能性が示唆された。次に、ホットスポットでの ANAMMOX 活性の季節変動を調査した結果、活性は一年を通して安定に存在し、ANAMMOX が窒素消失に主要な役割を演じていることが示された。

省エネルギー型廃水処理技術の開発に関する研究で

は、染色廃水の特徴が適用現場ごとに異なることが予想されるため、国内および国外（ベトナム）事業所から実廃水を採用し、変動特性およびオゾン・生物処理の実験室規模での処理特性を検討した。これと同時に、現地ベトナムで稼働させる2 m<sup>3</sup>/d 規模のオゾン処理装置の設計・製作・搬送を行った。また、共同研究先であるベトナム VAST からの研究者を招聘し、オゾン・生物処理に関する水質分析方法および安全性評価方法を教示し、技術研修を行った。

#### リサイクルシステム評価研究グループ

(Recycling System Management Group)

研究グループ長：大矢 仁史

(つくば西)

概 要：

循環型社会創生のためには、静脈技術の開発、高度化とともにそれらの技術のシステム化、実用化が必要である。そのために、静脈側のリサイクル、リユース技術の情報収集を行い、社会的な適応性について検討し、その結果を静脈技術開発に生かすとともに動脈技術の開発にも反映させることによって循環型社会創生に貢献できる。

静脈側のリサイクル技術開発としては、廃棄物処理を目的とした新しい粉砕、単体分離技術開発を行ない、廃プリント基板を対象とした単体分離性の実験的検討とそのときの銅、樹脂の粉砕産物粒径の特徴と装置内の粉砕現象を基礎的な見地から明らかにした。また、比重と3次元形状から材料識別を行う原理を基礎的に解明した。動脈側技術開発としては、層状複水酸化物を廃棄物から合成し、排水処理などのリスク削減に貢献できる低環境負荷なリスク削減技術開発に関する研究を実施した。

これらの技術開発のシステム化に資する研究として、他グループの3R 技術シーズも含めたリサイクルシステムを循環型社会創生に資することを目的に、コスト、環境負荷を含めた評価方法を提案した。また、そのシステムをリサイクル現場のニーズにどのように適応するかについて、動脈、静脈両企業とディスカッションをおこない、実用化の方向性を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目9

#### リサイクル基盤技術研究グループ

(Advanced Recycling Technology Research Group)

研究グループ長：小林 幹男

(つくば西)

概 要：

環境保全及び資源安定確保の立場から、複合素材型廃棄物の小型電気電子機器廃棄物等を対象に有害物質の除去・拡散防止、有価物とりわけ資源安定確保上重要である希少金属再生利用増大のための技術開発を目

指し研究を推進した。排出地域に近接した新規分散型リサイクルシステム構築のために、環境低負荷省エネルギー型コア技術として、コンパクトでフレキシブル、ユニバーサルなリサイクルプロセスのための技術開発を行いつつある。複合素材型廃棄物を対象とした多素材同時分離技術及び高度再生利用技術等の開発のための研究を行い、多様な素材の微粒子が共存する粒子群を対象に、遠心場を利用しつつ素材毎に粒子分離することが可能なコロリセパレーターを開発した。さらに、表面剥離法による選択的な破砕法の研究を推進した。また、貴金属やレアアース化合物蛍光体の形状・成分を液相中において制御し、再生材等を高性能化する技術の開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目 4

### 金属リサイクル研究グループ

(Metals Recycling Group)

研究グループ長：田中 幹也

(つくば西)

概要：

金属循環型社会を構築するためには、省エネルギー的で、高選択的な金属分離回収技術の開発が不可欠である。当グループでは、溶媒抽出法や吸着法による精製技術、電解法による採取技術などの革新を達成することにより、二次資源や鉱石からの金属回収に関する新規プロセスを提案することを目指としている。また排水中の有害金属を、酸化還元法、沈殿法、吸着法等により除去し無害化することも検討している。今年度は、省エネルギー的銅電解採取、貴金属の抽出分離、使用済み無電解ニッケルめっき液からのニッケル回収、希土類金属の回収技術等について研究した。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 6

### 大気環境評価研究グループ

(Atmospheric Environment Research Group)

研究グループ長：近藤 裕昭

(つくば西)

概要：

大気環境評価研究グループでは、地表に近い大気中の物質の輸送過程を中心に研究を進めている。現在の研究の中心は、二酸化炭素の大きなリザーバーの一つである陸域生態系による大気中の二酸化炭素の吸収量を、濃度プロファイルの変化と Eddy Covariance 法 (EC 法) や安定同位体の変動の測定により評価すること、及び、Large-Eddy Simulation やメソスケール気象モデルを用いたマイクロスケールからメソスケールの物質輸送過程を解明することである。今年度はこれまでの5年間の研究のまとめとして東アジアから東南アジアにかけての陸域生態系による CO<sub>2</sub> 吸収量の特徴を明らかにした。EC 法では岐阜県高山市、

タイ・サケラート、メクロンでの観測をさらにできる限り継続する。これらの研究は、炭素循環にかかわる陸上生態系の役割や地球温暖化などの気候変化に対する生態系の応答の解明に寄与する。

また、川崎市池上新町の沿道における NO<sub>x</sub> の大気拡散の解析をマルチスケール CFD を用いて行い、実測との0.8程度の実測との相関を得た。これは NO<sub>x</sub> を対象としたこの種の計算では極めて高い値である。また、CFD を大気環境アセスメントに用いるガイドラインを制定のため風洞実験データベースを作成し、大気環境学会関東支部と協力してその検討を行っている。人間福祉医工学研究部門の依頼によりサーマルマネキンを使用した着衣の熱抵抗計測実験を、風洞を用いて実施した。横浜国大との共同研究で神奈川県における窒素沈着量分布の試計算を行った。

研究テーマ：テーマ題目13

### 地球環境評価研究グループ

(Global Environment Study Group)

研究グループ長：田口 彰一

(つくば西)

概要：

地球環境評価研究グループは、産業活動に伴い大気や海洋に排出される温室効果物質を含む環境負荷物質が自然界でどのように循環するかを明らかにし、それらの物質が環境に与える影響や想定される対策の効果を評価する手法を開発することにより政策策定の根拠とする資料を作成することを目的としている。平成19年度は二酸化炭素の循環過程の解明に向けて、海水中二酸化炭素濃度観測手法、アルカリ度測定機器、無機炭酸利用能を持つ細菌の計測方法等を検討し、西部太平洋の水深三千 m までの海水成分データを5×5度に編集した。海水中のリンは湿式化学分析法の精度を検討し、硫黄は東京湾の海底堆積物中の硫黄酸化細菌の量と硫化物の溶出速度の関係、メタンは濃度と植物プランクトンの関係等を現場観測等により分析した。大気中濃度抑制対策として想定される海中注入による高濃度二酸化炭素が炭酸カルシウムの溶解を促進し、中和する効果の時系列三次元地図を作成した。大気中エロゾルの循環過程の解明のために東アジアの測定の均質化を目的として福江島、辺戸岬、ピーマイ(タイ国)、ゴーヒ(中国)のエロゾル観測所に同一仕様の吸入口を設置する作業を行った。

研究テーマ：テーマ題目 5

### 環境流体工学研究グループ

(Environmental Fluid Engineering Group)

研究グループ長：清野 文雄

(つくば西)

概要：

本研究グループは、水の流動・相変化特性を最大限利用した新しい環境保全技術を実現するための基盤を確立する。特に、(1) マイクロバブルの流動特性、自己加圧効果を利用した河川・海洋の水質改善技術、ならびに(2) ハイドレートの相変化特性を利用した環境負荷物質の除去技術、CO<sub>2</sub>等の地球温暖化物質の固定技術をターゲットとして、それらの特性を解明するとともに、水質改善・物質除去効率を定量的に予測し、実用化技術の開発へ向けた基礎データを構築することを目的として研究展開を行っている。

研究テーマ：テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目19

### 爆発衝撃研究グループ

(Explosion and Shock Waves Group)

研究グループ長：中山 良男

(つくば中央第5)

概 要：

固体及び液体などの凝縮系媒体の爆発及び同媒体中の衝撃現象を主な研究対象として、高速時間分解計測による爆発現象や起爆機構の研究、高エネルギー物質の爆発安全に関する研究、新型火薬庫の開発、爆風などによる爆発影響を低減化する技術開発、数値計算コードによる実規模での爆発影響予測技術の検討等の安全研究を行っている。さらに、行政的国際的ニーズに対応するために、野外での大規模爆発実験も実施している。

研究テーマ：テーマ題目20

### 高エネルギー物質研究グループ

(Energetic Materials Group)

研究グループ長：松永 猛裕

(つくば中央第5、北センター)

概 要：

当グループは、爆発現象を化学的な視点で捉え、高エネルギー物質の反応機構の解明、安全化技術、分子設計、危険性評価技術の開発等の研究を行うことを目的にしている。このため、近年、特にコンピュータケミストリ手法の利用と分光計測技術の導入に力を注いでいる。具体的な研究内容は大きく分けて5つあり、①化学物質の爆発性を理論的及び実験的に予測する手法の開発、②爆発事故が多発している煙火組成物の危険性評価及び安全化に関する研究、③硝酸エステルの自然発火や遺棄化学兵器などで問題となっている火薬類の劣化に関する研究、④排出・処理時の技術基準がない発火・爆発性化学廃棄物の安全処理に関する研究、及び、⑤次世代ロケット推進薬原料などの新規高エネルギー物質の探索研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目21

### 気相爆発研究グループ

(Gas Phase Explosion Group)

研究グループ長：飯田 光明 (兼務)

(つくば中央第5、つくば西)

概 要：

高圧ガスや粉じんの爆発防止は、化学やエレクトロニクスなどの製造産業における安全を確保する上で重要な課題のひとつである。このような高圧ガスや粉じんの高速爆発現象の解析及び被害の予測などの研究を進めている。化学的な燃焼反応の基礎的な解析から大規模な野外実験によるガスの着火爆発現象の解析まで幅広く研究を行っている。特に、クリーンで効率の高い新エネルギーとして期待される水素及び DME (ジメチルエーテル) の本格的な導入に対応するための安全性に関する研究や酸素などの反応性の高いガスの安全技術に関する研究と取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目22

### 爆発利用環境安全研究グループ

(Application and Environmental Protection Group)

研究グループ長：緒方 雄二

(つくば西)

概 要：

瞬時に大量のエネルギーを発生させる火薬類を安全にかつ有効に利用するには、制御技術の確立と環境影響評価が重要になる。このため、火薬類の有効利用技術として、岩盤掘削の高精度破壊制御技術に関する研究、発破解体時の環境計測技術の研究、砂漠緑化等の環境修復技術の研究開発、水素の安全利用技術に関する研究、テロ対策技術に関する研究を実施してした。また、爆発災害事故を未然に防ぐために爆発災害事例に関するデータベースの開発を行った。さらに、火薬類の保安技術野外実験に参加し、防爆壁のひずみ計測、地下式火薬庫の地盤振動計測を実施した。

研究テーマ：テーマ題目23

### 高密度エネルギー研究グループ

(High Energy Density Group)

研究チーム長：角舘 洋三

(つくば中央第5、北センター)

概 要：

爆薬などの爆発、大電流の放電などで創り出される超高温・超高圧などの極限的な状態は高密度エネルギー状態と呼ばれ、常温常圧とは非常に異なった様相を呈する。本チームでは、安全の観点から高密度エネルギー状態の創生とその制御、さらにその状態下におかれた物質の挙動の計測、解析を行うことによって、爆発現象の計測・評価、解明、制御を目指す研究を行っている。また、高密度エネルギー状態の特徴を活かし、それを材料開発、エネルギー利用などに応用する技術



の開発も行っている。

研究テーマ：テーマ項目24

-----  
**【テーマ項目1】 トキシコゲノミクス高感度センサアレイチップの開発（部門重点化交付金）**

【研究代表者】 田尾 博明（計測技術研究グループ）

【研究担当者】 青木 寛、長縄 竜一、鳥村 政基  
 （常勤職員3名）

**【研究内容】**

遺伝子の発現量を指標にした化学物質の有害性評価法（トキシコゲノミクス）として現在最も幅広く用いられているのは、蛍光標識に基づく DNA チップ法である。しかし、高価な装置や煩雑な操作が必要という欠点がある。本研究では、トキシコゲノミクスに基づく化学物質の次世代型有害性評価法の確立に向け、高感度・迅速・簡便な遺伝子解析を可能とする新しい電気化学センサの開発を行う。このため、フェロセンなどの電気化学活性団とプローブ核酸とのコンジュゲートを合成することで、マーカー分子や標識化合物などの第三者を用いずに高感度・高選択的に遺伝子検出を可能にする新規核酸プローブを開発する。同時に、マイクロ流路一体型マイクロセンサアレイチップの開発を行う。本研究により、従来の発現遺伝子の解析方法を根本的に変えることができ、化学物質全般についての新しい評価軸の確立が可能になると考えられる。本年度は、遺伝子プローブをマルチ微小電極に固定化するため昨年度開発したアレイスポットの性能向上を目指した。溶液を吸排出するためのキャピラリー形状を工夫することにより、従来技術では不可能だったナノリットルレベルの微量かつ高精度分注を可能にした。これによりスポットできる量は従来の1/50に少なくすることが可能となり、その精度は2倍に向上した。この装置は8連キャピラリー式のピッチ可変分注ヘッドを有しており、8種類の異なるプローブを同時にマルチ微小電極上へ固定化することを可能とした。本装置を用いて、これまでに合成したフェロセンを電気化学活性団とする新規遺伝子プローブを金電極表面上に固定化したセンサでは、14 pM 量の遺伝子を選択的に検出することができた。また、分析に必要なサンプル量を微小化するため、本センサとマイクロ流路との一体化についても検討し、PDMS で作製した微小流路と一体化した96チャンネル型のセンサでは、96個の微小電極全てを浸すのに必要な試料溶液は10  $\mu$ L で十分であることを見出した。また、遺伝子プローブを改良することにより、信号減衰型から信号発生型の電気化学プローブを考案した。これにより検出限界の大幅な向上が期待できる。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 トキシコゲノミクス、遺伝子センサ、DNA チップ

**【テーマ項目2】 ナノ物質による環境・生体影響の先端**

**計測・予測技術開発（部門重点化交付金）**

【研究代表者】 田尾 博明（計測技術研究グループ）

【研究担当者】 平川 力、松沢 貞夫、金 誠培  
 （常勤職員2名、他1名）

**【研究内容】**

ナノテクノロジーの社会的受容度を確実にするために、技術開発の過程、技術の市場化に先んじて、リスク評価が行われ、リスク管理の体系が提示されることが望ましい。当課題に対しては産総研の技術開発ユニットと環境評価ユニットが結集して取り組んでおり、当部門でもナノ物質のハンドリングとキャラクタリゼーション、環境計測法、挙動解明、動態予測モデルの開発等を担当している。本研究では、ナノ粒子の生体影響を評価する上で重要な酸化ストレスの生成能を評価する方法の開発と、生体内に取り込まれたナノ粒子が引き起こす酸化ストレスを可視化する方法を開発する。これらの研究を通して、ナノ材料をモデルケースとして、今後、産業化が予想される新材料の安全性に関する試験技術の開発と、その標準化を行うポテンシャルを部門の中に構築することを目指す。本年度は、大気環境下において、フラレーンやカーボンナノチューブを含む工業ナノ粒子表面で発生するヒドロキシルラジカル（OH $\cdot$ ）生成能の測定方法を開発し手順書を作成した。このため、大気環境下において7種のナノ粒子、すなわち、酸化チタン（TiO $_2$ ）、可視光応答酸化チタン（N-Doped TiO $_2$ 、S-Doped TiO $_2$ 、Pt-Compound-Modified TiO $_2$ ）、酸化ニッケル（NiO（II）、NiO（III））、酸化タングステン（WO $_3$ ）に355 nm のレーザー光を照射した場合の OH $\cdot$  生成能を評価した。測定はレーザー励起燐光スペクトル計測（LIF）によって行った。その結果、気中に分散された可視光応答型 TiO $_2$  では、1粒子（約30 nm）当たり光が1個入射されると0.09 $\times 10^{-3}$ ～0.18 $\times 10^{-3}$ 個の OH $\cdot$  が気中に約5 mm 拡散することを示した。（フラレーンに比べ、生成量は1/1000程度）。すなわち、気中にこれらが分散し紫外光に暴露された場合、OH $\cdot$  が生成され、気中に拡散することが示された。一方、NiO、SnO $_2$ 、WO $_3$ では殆ど OH $\cdot$  が生成しなかった。また、酸化ストレスの測定方法に関して、シグナル認識部位と化学発光シグナルを発生する部位を一つの分子中に収めた分子プローブを開発した。これを発現させるための遺伝子を組み入れた細胞は、酸化ストレスに応じて発光するため生体に生じた酸化ストレスを可視化することが可能となった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ナノ粒子、酸化ストレス、可視化プローブ

**【テーマ項目3】 有機溶媒プロセスの水系化のための液相クラスター質量分析技術（部門重点化交付金）**

【研究代表者】脇坂 昭弘

(環境分子科学研究グループ)

【研究担当者】脇坂 昭弘、中川 美樹

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

ミセル、エマルジョン、混合溶媒中のクラスター構造などの液相の微視的な不均一構造を高度に利用することにより揮発性有機溶媒の使用量を減少させることが可能である。これらを高度に利用するためには試行錯誤的な従来のプロセス設計法を脱して、分子レベルのミクロな情報に基づいた新たなプロセス設計法が必要である。そこで、これまでに当研究部門で独自に開発した液相クラスター質量分析技術を基に、溶媒と溶質分子との弱い相互作用を検出できる分析技術を新たに開発し、環境負荷を考慮した最適な液相プロセスの設計基盤となる液相の微視的な不均一構造の解析手法の開発を目指した研究を開始した。

液相クラスター質量分析技術は、産総研独自の技術であり、国際的にも高い評価を受けている。この技術により、溶液中のクラスター構造が共存する溶媒分子やイオンによって制御できることが明らかになった。しかし、現在、観測可能なクラスターは、溶液中の相対的に強い相互作用（静電的相互作用、双極子間相互作用、水素結合相互作用など）によって形成されたクラスターに限られており、また、観測可能な質量数も4,000以下に限られている。多様な溶液中のクラスター構造を観測するためには、さらに弱い分子間相互作用とさらに大きなクラスターが観測できるような新たな装置を開発する必要があるため、平成17年度より3ヵ年計画で新たな質量分析装置の開発に着手した。

19年度は、これまで質量数4,000まで計測可能であった質量分析計を質量数10,000まで分析可能なトリプル四重極質量分析計に改造した。エレクトロスプレーで生成したヨウ化セシウム（CsI）クラスターの分析を行い、 $\text{Cs}^+(\text{CsI})_n$ ： $n=1\sim 16$ の観測から、4,000以上の質量数の計測を確認した。さらにアルゴンガスと質量選別したクラスターとの衝突解離実験が可能になり、クラスターの構造解析能力が著しく進歩した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】質量分析法、クラスター、有機溶媒、水

【テーマ題目4】地域に適合したコンパクトフレキシブルユニバーサル型リサイクルプロセス開発（部門重点化交付金）

【研究代表者】小林 幹男（副研究部門長）

【研究担当者】大矢 仁史、古屋伸 茂樹、日比野 俊行、大木 達也、西須 佳宏、石田 尚之、田中 幹也、小山 和也、成田 弘一、大石 哲雄、加茂 徹、小寺 洋一（常勤職員13名）

【研究内容】

先端的な電子電気情報機器は、複雑な構造・成分を有しておりそれらのリサイクルには特別の取り組みが必要である。それらの製品の中には、鉄、銅、アルミなどの量産金属はもちろんのこと、希少な金属である、貴金属、レアメタル、レアアースが存在する。これらは貴重な資源であり、資源制約克服の立場からは有効にリサイクルする必要がある。一方、環境中に溶出することによって害を及ぼす重金属も含まれており、環境保全の立場からみると、使用済み製品がリサイクルされることなく廃棄、拡散してしまうことは環境保全にとって由々しき問題となる。そこで、これらの使用済み電子電気機器を有効にリサイクルするシステムとして、使用済み製品、廃棄物を長距離輸送して、集中処理を行う方法に替わり、排出近傍において、回収－処理－再利用のより小さい循環ループ構築を目指して、都市域で地域に適合したコンパクトで、また、多様な処理を可能にするフレキシブルでユニバーサルなリサイクルプロセスの開発を目指し、研究を推進しつつある。

フラットテレビは、近々、家電リサイクル法の対象家電製品となるとされているが、そのリサイクルシステム構築は喫緊の課題である。液晶型フラットテレビにはインジウムがITO透明電極として使用されており、そのリサイクル技術の開発の研究が必要である。また、バックライトとして細いガラス管などが多様に使用されており、それらのリサイクル方法の検討も重要である。一方、プラズマ型フラットテレビには、蛍光体が多量に使用されており、中・重希土類の回収、再利用は希少な資源にとって重要な課題である。これらを、北九州地域、関西地域等において、製造現場、リサイクル関係者とディスカッションを行いつつ、課題抽出を行った。

また、小型電気電子情報機器はその新製品発売モデルチェンジの回転が速く、それらのリサイクルには、種々の素材や成分の変動に対応できる、リサイクルプロセスが必要となる。また、レアメタル、レアアース等は再生に際し高純度なものが要求されることから、不純物混入を避けることが必要である。そこで、適切な解体の後、単体分離を行うために微細に粉碎し、その産物である微粒子を素材毎に相互分離する装置の開発を行った。遠心場を利用し、水中で行う方式で、革新的なプロセスである、コリオリセパレーターを開発した。この装置は、さらに改良を進めることによって、多素材同時分離プロセスに発展させることができると考えられる。

さらに、電気電子機器には高品質のプラスチックが多く使われており、これらのプラスチックを単に熱源としてリサイクルするのではなく、そのため、共存するハロゲンの効果的除去法等、再び素材として利用できる手法についても、課題を抽出し、基礎的検討を行った。

そして、課題の特徴の一つである、地域分散型リサイクルシステムの社会受容性に関する研究も開始した。集

中型と分散型を比較検討し、分散型の優位性が活用できるシステムを考察した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕リサイクルプロセス、地域適合、分散型、レアメタル

〔テーマ題目5〕海水中の二酸化炭素上昇が与える生物地球化学的影響の評価手法の確立（部門重点化交付金）

〔研究代表者〕鈴木 昌弘  
（地球環境評価研究グループ）

〔研究担当者〕鶴島 修夫、山田 奈海葉、原田 晃  
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

大気中二酸化炭素濃度の上昇抑制対策の一つとして、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を海洋に隔離することが提案されている。当該技術の確立には、海洋環境に与える影響の評価が必須である。具体的には CO<sub>2</sub>の放出によって形成される高濃度 CO<sub>2</sub>、低 pH の海水による生物個体や生態系への直接的影響の評価だけではなく、表層から運ばれてくる生物の死骸や排泄物等が分解・溶解することにより生成される化学成分が間接的に生態系へ及ぼす影響の評価など、海洋環境の変化に対する生物地球化学的な評価を行うことが重要になる。本研究では、以下の点に着目し、影響評価手法の確立を目指した。

当研究部門では、具体的な CO<sub>2</sub>隔離のシナリオに基づく炭酸カルシウム沈降粒子フラックスの溶解促進効果を定量的に評価する数値シミュレーション手法を確立してきた。同手法を利用することにより、炭酸カルシウムの溶解に伴う中和作用が CO<sub>2</sub>隔離に対する「環境緩和ポテンシャル」として、どの程度の効果を有するのかについて検討を行った。30年間、5,000万トン/年のシナリオに基づいた CO<sub>2</sub>放流地点の直近付近の狭い海域においては、炭酸カルシウムの溶解促進が抑制されるようになるまでに～数100年の時間を有するものの、拡散によって CO<sub>2</sub>濃度の希釈された周辺海域ではより速やかに緩和作用が働くと推定された。また、元来炭酸カルシウムの沈降フラックスの多い高緯度海域を考えた場合は、より速やかな緩和作用が期待され（数10年以内）、隔離地点の選定にあたっての重要な知見を提供するとともに、定量的な環境影響評価項目として重要であることを示した。

海洋の有機物の分解や栄養塩の再生に寄与している加水分解酵素の活性に対する影響評価の一環として、微生物活性の高い海洋表層水を用い、低 pH になった海水が細胞外加水分解酵素の活性に与える影響を評価する方法を検討・確立した。5種類の細胞外加水分解酵素活性について調べたところ、海水試料によって差はあるものの、有機物分解に関わる酵素は酸性化に伴い活性が減少する傾向が観察され、栄養塩再生に関わる酵素については、

酸性化に伴い活性が増加するものもあった。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕二酸化炭素、海洋隔離、海洋酸性化、炭酸カルシウム、有機物分解

〔テーマ題目6〕新技術のリスク評価・管理手法の研究—ナノテクノのケース研究（部門重点化交付金）

〔研究代表者〕田尾 博明（計測技術研究グループ）

〔研究担当者〕遠藤 茂寿、内田 邦夫、内藤 牧男  
（大阪大学）、福森 義信（神戸学院大学）（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

液相に分散したナノ粒子を用いた生体有害性試験では、ナノ粒子のサイズ、形態がよく制御され、かつ、その特性が十分に把握されていることが、有害性試験の再現性・信頼性を確保する上で必須の要件である。カーボンナノチューブ（CNT）の場合には、非常に長いチューブが綿状に絡み合い、また、バンドルを形成しており、解砕法の開発が重要である。また、生体親和性のある分散安定化が求められる。本研究では、機械的な作用を利用しつつ生体親和性のある CNT 液相分散系の調製法の開発を目的とする。

平成19年度は、昨年度開発したビーズ超音波を用いたスーパーグロース単層 CNT（SG-SWNT）の分散を行った。ビーズ超音波法の特徴は、高周波の超音波キャビテーションの消滅に伴う表面解砕とビーズの低周波数での振動磨砕効果が期待できることと、極めて簡便な操作にある。

直径3 mm のガラスビーズを充填したガラスボトル中に所定量の SG-SWNT を分散剤濃度1 mg/mL の分散媒とともに入れ、超音波照射し懸濁液を調製した。超音波は超音波バスにより所定の時間照射された。得られた懸濁液を20 kG で遠心分離して上清を得た。昨年度の検討から、デオキシコール酸ナトリウム、水溶性ビタミン E およびポリビニールピロリドン分散剤として用いた。SG-SWNT は短時間の処理で容易に小さなバンドルあるいは単一のチューブに分散され、1 μm 以下に短繊維化した。更に、SG-SWNT-水分散系は、室温で数ヶ月にわたり安定に分散していた。以上のことから、SWNT の微細化、液中への分散に、ビーズ超音波法は有効であることと、また、選択した界面活性剤および高分子分散剤は有効であることがわかった。SG-SWNT のラマンスペクトルにおける不純物や SWNT の構造の乱れに起因する D-バンドとグラファイト構造に対応する G-バンドの強度比では、分散による明らかな低下が認められず、ビーズ超音波法のグラファイト構造への影響は非常に小さいものと考えられる。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕ナノ粒子、ナノリスク、液相ナノ分散、カーボンナノチューブ、生体親和性、



〔テーマ題目7〕ダスト自動計測器の標準化に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕小暮 信之（粒子計測研究グループ）

〔研究担当者〕小暮 信之（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究は、現在低濃度化で長時間を要し、人手不足や省力化などで問題化している手分析 JIS 測定法に代わるダスト自動計測器の標準化に資するもので、今年度はまず国内外で使用されている各種原理のダスト自動計測器とそれらの規格について調査した。この結果、欧米諸国や韓国・中国では光透過方式のダスト自動計測器が多いことや機器校正法が不十分なことなどの問題点が明らかになった。

一方、数  $\text{mg/m}^3\text{N}$  程度の低濃度測定に有利な光散乱方式は今後普及が見込まれるため、低濃度領域での機器校正法についての検討を開始した。このため、まず校正法の検討に必須な試験粒子の発生方法の検討を行った。実験では、比較的安価で入手し易い4種類の微小標準試験粒子（フライアッシュ、タルク、関東ローム、カーボンブラック）を用いて、低濃度域で任意の濃度及び流速条件下で安定して試験粒子を発生させる方法や必要条件などを抽出できた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕低濃度ダスト、自動計測器、連続測定法、光散乱方式、光透過方式

〔テーマ題目8〕湿式製錬の手法を適用した廃棄物からの希少金属の分離回収

（独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構との共同研究）

〔研究代表者〕田中 幹也

（金属リサイクル研究グループ）

〔研究担当者〕小山 和也、成田 弘一、大石 哲雄

（常勤職員3名）

〔研究内容〕

希土類磁石、特にネオジム－鉄－ホウ素系磁石は、優れた磁気特性を示し、近年その需要が急増し、将来にわたって益々重要な素材となることが予測される。

同磁石には、重希土元素であるジスプロシウムが添加剤として加えられているが、わが国はこれら重希土元素を含む希土類元素すべてを外国に依存しており、特に中国からの輸入が全体のほとんどを占めており、わが国においては、将来の希土類元素特に重希土元素の供給確保は喫緊の課題である。そのためには、中国以外の外国の資源探査・開発の他に、国内での希土類元素のリサイクル推進が必要である。

そこで本研究では、ネオジム、ジスプロシウムなどの希土類元素の他に鉄、ホウ素などの元素を含有するネオジム－鉄－ホウ素系磁石等からの有価金属の高効率回収システムを確立するために、廃製品から磁選等の物理的

手法によって濃縮されたネオジム－鉄－ホウ素系磁石を想定し、その中の希土類元素を対象として、(1)選択溶解技術、(2)精製プロセス、(3)化合物としての回収技術の開発を行うものである。

本年度は、初年度として、磁石中の鉄を不溶解残渣とし、希土類金属のみを選択的に溶液に溶解させる技術および各種の溶媒抽出剤を用いたネオジムおよびジスプロシウムの分離特性を調べた。その結果、高温での選択溶解の可能性および溶媒抽出法によるネオジムとジスプロシウムの相互分離の可能性が明らかとなった。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕希土類磁石、選択溶解、溶媒抽出、リサイクル

〔テーマ題目9〕環境調和型素材設計と評価（運営費交付金）

〔研究代表者〕大矢 仁史（リサイクルシステム評価研究グループ）

〔研究担当者〕日比野 俊行、古屋伸 茂樹  
（常勤職員2名）

〔研究内容〕

静脈側の技術開発としては、アクティブ粉砕技術開発として単体分離前の基板の破壊形式の解明や単体分離を大きく保ったままでの銅粒子が最大粒径となる粉砕条件の検討などを装置内の現象から解明できる速度論的な解析を行った。また、十分な銅回収可能な実験条件についても明らかにした。動脈技術開発としての層状複水酸化物を媒介としたリサイクルによるリスク削減の研究では、層状複水酸化物の粒径制御とともに副生物の処理を併せて行った。

社会的評価技術としては、北九州エコタウンでのリサイクル技術ニーズ調査結果を進展させ、北九州のリサイクル企業には資源循環によるリサイクルシーズ提案、関西のリサイクル企業にはフラットテレビを対象としたリサイクルシーズ提案を行い、次年度以降のプロジェクト化の基礎を築いた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕循環型社会、リサイクル、システム化、実用化、動脈産業、静脈産業

〔テーマ題目10〕シリカ多孔体の形態制御と用途開発（運営費交付金、民間企業との共同研究）

〔研究代表者〕小菅 勝典（吸着分解研究グループ）

〔研究担当者〕菊川 伸行、久保 史織  
（常勤職員2名）

〔研究内容〕

目標：

繊維状並びに球状シリカ多孔体の基礎的合成条件（特許出願）をベースに大量合成法の確立とその応用開発を

目指す。

年度進捗状況：

繊維状シリカ多孔体については秘密保持契約に基づくサンプル供給と評価試験を実施するとともに、ナノテック2008国際ナノテクノロジーに出展し情報収集を行った。さらに、球状シリカ多孔体の大量合成法について検討を進めている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】シリカ多孔体、形態制御、繊維状、球状、大量合成

【テーマ題目11】プラスチック廃棄物の資源化方法と装置開発(運営費交付金、民間企業との共同研究)

【研究代表者】小寺 洋一(吸着分解研究グループ)

【研究担当者】小寺 洋一(常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

各種プラスチック含有廃棄物について低エネルギー消費型で環境負荷物質排出低減処理を実用化する。

年度進捗状況：

廃プラスチックの性状に応じた資源化方法を探索し、冷蔵庫断熱材(ポリウレタン)と廃電線絶縁材(架橋ポリエチレン)について、資源化方法を考案した。

ポリウレタンは、廃食用油により加熱改質され、低分子量化し、粘度の高い物質を与え、これは、室温で黒色の固体となることが知られている。これを燃料とするには、適切な改質条件を決め、さらに商業的にも実行可能な成形手法が必要とされた。水平移動床方式熱分解装置による分解を鍵とするプロセスを採用可能であることを実験的に示した。また、成形手法については、加温状態で液滴として冷却可能な平板上に連続的に射出することが有効であることを示し、既存の商業装置にわずかな改良を加えるだけで採用可能であることを確かめた。こうして得られる燃料をポリウレタン改質燃料(RPUF, Reformed Polyurethane Fuel)と名づけた。NO<sub>x</sub>除去装置の付いたボイラーを用いて燃焼可能であるので、今後、ボイラー運転と排ガス分析を実施する。

架橋ポリエチレンは、廃電線から出る廃棄物で、銅線やPVC被覆が有価であるのに対して、溶融しないため資源化方法がなかった。熱分解すると、炭化水素油が得られるものの、多量のワックス状物質ができ、得られる熱分解油は市場性がなかった。そこで、多量の熱を消費することのない固形燃料化を目指した。木粉と架橋ポリエチレン破砕物を混合し、木質ペレット成形器で成形しても固化せず、成形助剤が必要であることがわかった。選択の結果、溶融可能な廃棄物を成形助剤とすれば、木、架橋ポリエチレンのような有機資源を固形燃料化できることがあきらかになった。こ

のようにして得られる固形燃料をバイオ・プラーハイブリッド燃料(BPF, Biomass-Plastics Hybrid Fuel)と名づけた。また、これを製造する装置についても、従来型固形燃料(RPF)と物性や成形性の違いに着目し、直径7 mm程度のペレットの商業的生産を目的に、企業と共同して考案した。また、既存の木質ペレット用ボイラーでの燃焼が可能なので、排ガス分析などを実施する予定である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃プラスチック、固形燃料、架橋ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリウレタン

【テーマ題目12】水・土壌の高度浄化技術の開発(運営費交付金)

【研究代表者】辰巳 憲司

(浄化機能促進研究グループ)

【研究担当者】市川 廣保、飯村 洋介、森本 研吾、和田 慎二、Navarro Ronald、小林 孝行(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

自然が持つ浄化能力を強化した環境修復技術を開発するため、POPsに代表される疎水性有機汚染物質のバイオオレメディエーションやファイトレメディエーションによる浄化を促進させる技術の開発を目指した。このため、疎水性有機汚染物質の移動を促進させる物質の探索、およびその効果の検証を行った。本年度は、水産廃棄物の鮭の白子やホタテ貝の生殖巣から得られたDNAを利用した、多環芳香族化合物汚染土壌の浄化の可能性について検討した。

1) DNAが多環芳香族化合物の溶解性に及ぼす効果

アントラセンでは、純水に対する溶解度0.04 mg/Lが、1 %DNA溶液では0.56 mg/Lで、14倍に増加することが分かった。フェナントレンでは、1.18 mg/Lが11.77 mg/Lで10倍、ピレンでは、0.126 mg/Lが11.24 mg/Lで約89倍、ベンゾピレンでは、0.00159 mg/Lが4.06 mg/Lで約2500倍、ベンゾペリレンでは、0.00026 mg/Lが0.72 mg/Lで約2800倍に、それぞれ増加することが明らかになった。これより、各化合物の溶解度は、DNA溶液では飛躍的に増加することが分かる。特に、芳香環の数が増えるに従い溶解度が高まることは、芳香環の数が増えるとバイオレメディエーションやファイトレメディエーションが難しくなることを考えると非常に注目される結果である。これらの結果から、DNA溶液は多環芳香族化合物汚染土壌の洗浄剤として優れた性能を持つことが明らかであり、DNA溶液による土壌浄化の可能性が示唆された。

2) DNA溶液による多環芳香族化合物汚染土壌の洗浄

DNA溶液の洗浄効果を明らかにするため、フェナントレン、アントラセン、ピレンをスパイクして調製した汚染土壌を用いて洗浄実験を行った。実験は、

1 %DNA 溶液と、洗浄剤としてよく知られている界面活性剤 (Tween 80) 水溶液とで行った。フェナントレンとアントラセンについては、Tween 80 のほうが除去率が高いが、ピレンは DNA 溶液の方が高かった。しかし、除去される総モル数で比較すると両者に差はなく、これらの除去率の違いは分子の構造から来る選択性の違いによるものであると推測された。フェナントレンとアントラセンは比較的容易に生物分解されることからバイオレメディエーションでも容易に除去できるが、ピレンは難分解性で処理されにくいことが知られている。ピレンの除去率がフェナントレンとアントラセンに比べて高いことは、除去剤として考えた場合、非常に有益なことである。

界面活性剤の Tween 80 は、以前から洗浄剤として有効であることが知られているが、洗浄後、多環芳香族化合物を有機溶媒で抽出して回収する際、発泡が激しく、操作性が悪いことが指摘されている。界面活性剤の Tween 80 では、1/10 の濃度の 0.1 % でも激しく発泡し、相分離が困難であった。これに対し、DNA 溶液では 1 % 溶液でもそのような発泡は起こらいことが明らかになった。

### 3) DNA 生産法の検討

DNA の抽出法として種々の方法が知られている。一般に生化学の分野では、完全な DNA を抽出するため蛋白質分解酵素を用いた穏和な条件で行われている。DNA を利用した新機能材料の開発の研究でも、2重らせん構造を維持した高分子 DNA の生産が求められており、酵素を利用した方法が検討されている。しかし、このような DNA は、土壤洗浄等の目的で使用するには高価すぎて実用的ではない。

今回の実験では、熱処理して得られた低分子の DNA を用いて検討した。高分子の DNA と低分子の DNA で、ピレンの溶解度に及ぼす効果を比較した結果、低分子の DNA の効果は約 1/10 であった。しかし、塩濃度を調整することにより、その差を半分にまで減少させることが可能になった。このことは、高価な高分子の DNA を用いなくても低分子 DNA で、土壤洗浄剤として十分目的を達成できることを示唆するものである。

以上の結果から、DNA 水溶液により多環芳香族化合物 (フェナントレン、アントラセン、ピレン、ベンゾピレン、ベンゾペリレン) の溶解度が大きく向上することが明らかになった。また、多環芳香族化合物スパイク土壌の洗浄実験の結果から、DNA 水溶液は多環芳香族化合物汚染土壌の洗浄剤として使用できる可能性が示唆された。また、高価な高分子 DNA を用いるまでもなく、安価な低分子 DNA で十分に洗浄効果が発揮できることが明らかになった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 DNA、多環芳香族化合物、フェナント

レン、アントラセン、ピレン、ベンゾピレン、ベンゾペリレン、バイオレメディエーション、ファイトレメディエーション

【テーマ題目13】 持続可能な拡大流域圏の地域住民、NPO、行政、研究者の実践的協働を実現する空間情報プラットフォームの構築 (運営費交付金)

【研究代表者】 近藤 裕昭

(大気環境評価研究グループ)

【研究担当者】 近藤 裕昭 (常勤職員1名)

【研究内容】

大気中に放出された窒素系の大気汚染物質が大気中を移流・拡散し、地表面に直接 (乾性沈着)、あるいは雨水を通して地表面に達する過程 (湿性沈着) を既存の手法を用いて簡便に計算できるモデルの構築を行う。これには、①発生源データ、②移流拡散モデル、③降水モデルまたはデータ、④沈着過程のモデルの4つのデータまたはモデルが必要である。本研究では、発生源データとしては約 1 km メッシュでデータが存在する EAGrid-JAPAN2000 データを用いた。考慮する物質は窒素酸化物 (NO<sub>x</sub>) とアンモニア (NH<sub>3</sub>) とした。移流拡散モデルとしては産総研で開発を行った AIST-MM を用い (プログラム登録 No.H15PR0153) た。降水については気象庁のレーダアメダス解析雨量を用いた。以上を用いて神奈川県を含む約 100 km 四方の領域について 2006 年 4 月～2007 年 3 月までの窒素沈着量の計算を 1 km メッシュで月別に計算した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 窒素循環、大気シミュレーション

【テーマ題目14】 有害化学物質研究の標準化 (外部資金及び運営費交付金)

【研究代表者】 山下 信義 (未規制物質研究グループ)

【研究担当者】 谷保 佐知、堀井 勇一 (他2名)

【研究内容】

ダイオキシン計量 (MLAP) 業務・ノニルフェノール、臭素系難燃剤や PFOS 等、現時点では規制対象にはなっていないが、近い将来、化学物質国際行政の対象になる可能性の高い対象について地球規模での環境動態把握のための基礎研究を行っている。環境中化学物質の適切な管理・安全性評価のためには評価の基礎となる環境モニタリングデータの信頼性確保が必須であるが、最も代表的な有害化学物質であるダイオキシン類も含め、これら微量化学物質の分析精度管理は不十分であり、過去、様々な問題が生じてきた。本研究では高精度の環境分析技術を開発するとともに分析データの精度管理についても追求し、最終的には日本が開発した高精度分析法の ISO 国際標準化等、有害化学物質研究の国家標準化を



目指した総合的活動を行っている。18年度よりコンビナーとして活動している PFOS 分析法の国際標準化について、平成20年にカナダで開催される ISO 総会討議に必要なラウンドロビンテスト等を行った。また RoHS 指令他国際的な化学規制に即効的対応が可能な臭素化合物分析法の開発を行った。さらに ISO 活動のための準備と基準認証事業の円滑な遂行を行った。特に、本研究の最初のターゲットとした PFOS は2009年の5月に POPs リスト化がほぼ確定しており、本研究グループの優れた先見と国際社会をリードする指導力を証明することができた。

これらの業績が評価され、新規 POPs 等研究会委員（経産省・環境省・厚生労働省）の委員や経産省所管のシンクタンクとして産総研の位置づけを確固たるものにしてきた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】POPs、有害化学物質、国際標準、工業標準

#### 【テーマ題目15】VOC の高効率分解に関する研究（外部資金及び運営費交付金）

【研究代表者】尾形 敦（励起化学研究グループ）

【研究担当者】菅澤 正己、金 賢夏、寺澤 知之（常勤職員2名、他1名）

#### 【研究内容】

揮発性有機化合物(VOC)排出量を平成22年度において平成12年度比3割削減するという目標を達成するため、主に中小固定排出源用の VOC 分解装置の開発指針を得ることを目標とする。固定発生源由来複合揮発性有機化合物分解技術に関する研究では、代表的な VOC としてトルエン、ジクロロメタン、メタノールを選定し、低温プラズマ・触媒複合反応器によりエネルギー効率の向上と有害副生成物の生成抑制を図る。触媒機能を付与した吸着剤と酸素プラズマの複合システムによる低濃度 VOC の低温完全酸化技術の開発では、希薄 VOC を触媒表面の局所空間に濃縮させ高密度酸素プラズマで集中処理することにより、省エネルギーと同時に、VOC の低温完全酸化を達成し、有害な副生成物（エアロゾル、窒素酸化物）を生成しない革新的な VOC 対策システムの確立を目指す。

固定発生源由来複合揮発性有機化合物分解技術に関する研究では、無声放電型リアクタ(SDR)、沿面放電型リアクタ(SFR)等の NTP リアクタをオゾン( $O_3$ )分解触媒の二酸化マンガン( $MnO_2$ )のペレットと複合化して、その相乗効果を VOC 分解率、炭素収支、 $CO_2$ 選択率およびエネルギー効率の観点から解析することを試みた。その結果、NTP リアクタの形状に関わらず、 $MnO_2$ 表面における  $O_3$ の分解により生じた活性酸素種により基質（トルエン、ジクロロメタン）の酸化分解が促進されるが、トルエンの分解において、 $MnO_2$ を充填した場合、

$O_3$ の分解により生じた活性酸素種の量が多い場合に  $CO_2$ の生成が促進されることが分かった。そして NTP リアクタの形状に関わらず、ジクロロメタンの分解において、 $MnO_2$ の充填によって  $CO_2$ の生成はほとんど促進されず、 $O_3$ の分解により生じた活性酸素種は主に基質の酸化分解に用いられることを確認した。このように VOC の化学的構造と  $O_3$ から生成した活性酸素種の量により VOC 分解反応の促進の度合いは異なることが分かった。従って、今後は、各基質に応じて、触媒の種類を変え、活性酸素種の生成量を多くするとともに、 $CO_2$ の生成を促進する必要があることを確認した。

触媒機能を付与した吸着剤と酸素プラズマの複合システムによる低濃度 VOC の低温完全酸化技術の開発では、特に酸素プラズマ中における触媒活性を評価として性能向上係数を導入した。これまで性能向上係数が最高であった銀/酸化チタンと同等でありながらベンゼン吸着能力は10倍以上大きい材料として銀/モルデナイト(Ag/MOR)を見出した。HY 型のゼオライトでも銀を担持すると性能向上係数が大きくなるとともに、炭素収支と  $CO_2$ 選択率が向上した。また、低温プラズマと触媒表面の相互作用に関する情報を得るため「光学顕微鏡イメージンテンシファイヤーCCD カメラ」で構成された光学計測システムを作成した。触媒表面における低温プラズマの発生状態について直接観察を行い、触媒活性とプラズマ状態の相関関係について検討した。ゼオライトの表面にナノサイズの銀を担持するとより広い範囲でプラズマが形成されることが明らかになった。金属触媒を担持した触媒が高い活性を示す要因としてそれ自身の触媒作用だけではなく、広い表面で低温プラズマが形成されることによりプラズマと触媒の相互作用が効率的に起こっていることが確認できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】揮発性有機化合物 (VOC)、低温プラズマ、オゾン触媒酸化、触媒、吸着剤、濃縮、分解

#### 【テーマ題目16】有害化学物質の人体への影響評価に資する赤外円二色性(VCD)立体配座解析装置の開発（運営費交付金）

【研究代表者】和泉 博（励起化学研究グループ）

【研究担当者】尾形 敦（常勤職員1名）

#### 【研究内容】

当初、極地にて光学活性殺虫剤がごく微量検出されていたため、環境運命評価の指標にキラリティーを導入することを目的として赤外円二色性(VCD)分光法の光学活性殺虫剤解析への適用を図った。しかしながら、環境分析装置としての適用は困難であることが判明したため、世界初の偶奇効果観測の成果を基に異分野融合の技術シーズとしての展開を模索してきた。その中で、VCD 分光法は X 線結晶解析および NMR 解析の手法を補完す

る新たな立体構造解析装置としての可能性を秘めていることがわかってきた。そこで、生体分子を含む広範な有機化合物の VCD データを収集し、立体配座解析に利用する規則性を見いだす手法の確立を目指すと共に、新たな VCD 立体配座解析装置への展開を図ってきた。

平成19年度は、抗癌剤であるタキソール骨格の解析を基に IUPAC 命名法（化学用語の国際基準の一つ）への採用を目指した符号化立体配座表記法（立体配座コード）を提案する（PCT/JP2008/051673）とともに、関連知財を組み合わせてキラル医薬品の承認に必要な絶対配置決定解析法を確立し、企業との技術情報開示契約を成立させた。

〔分 野 名〕 標準・計測、ライフサイエンス、環境・エネルギー

〔キーワード〕 立体構造解析、立体配座コード、赤外円二色性、VCD、符号化立体配座表記法、リスク分子

#### 〔テーマ題目17〕 マイクロバブルを利用した環境負荷物質の除去技術に関する研究（外部資金）

〔研究代表者〕 高橋 正好  
（環境流体工学研究グループ）

〔研究担当者〕 中山 紀夫、李 攀  
（常勤職員1名、他1名）

#### 〔研究 内 容〕

マイクロバブルの圧壊を利用した有害化学物質の分解除去に関する研究では、マイクロバブルの圧壊のメカニズムを明らかにするとともに、それをベースにしてオゾンのマイクロバブルによる促進酸化法を確立した。また、ポリビニルアルコールやフェノールなどの生物分解性の悪い化学物質をこの方法で分解できることを確認した。これによりハイブリッド排水処理技術の基礎を確立できた。マイクロバブルを利用した硝酸・二酸化窒素の還元除去技術の研究では、処理樹脂繊維カートリッジに Pd-Cu バイメタル触媒を固定し、これに H<sub>2</sub> マイクロバブルを含む NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 試料水を通水するシステムを考案し、これを用いて水溶液中の硝酸イオン（約20 ppm）を、室温、60分で25 %以上分解できることを確認した。電気化学特性では H<sub>2</sub> マイクロバブルにおいては通常のバブルに比較して、その還元電流に電極材料依存性が強く現れる傾向があることを明らかにした。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 マイクロバブル、キャピテーション、硝酸

#### 〔テーマ題目18〕 二酸化炭素深海貯留のための洋上投入システムに関する研究（外部資金）

〔研究代表者〕 山崎 章弘  
（環境流体工学研究グループ）

〔研究担当者〕 永翁 龍一（常勤職員1名）

#### 〔研究 内 容〕

二酸化炭素深海貯留のための洋上投入システムに関する研究では、液滴化された二酸化炭素の深海中での挙動について、液滴と海水との粘性の比が、液滴の深海中での動態挙動に大きな影響を及ぼすことを明らかにした。その結果、液滴の生成温度を低く設定し、液滴中の液体とスラリーの混合比を変化させれば、液滴の最適生成条件が決定できることが示唆された。また、ハイドレートと液体二酸化炭素の混合物の物性について測定し、洋上投入システムへの適用性について検討した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 地球温暖化、二酸化炭素、ハイドレート

#### 〔テーマ題目19〕 ハイドレート利用技術に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 灘 浩樹（環境流体工学研究グループ）

〔研究担当者〕 清野 文雄（常勤職員1名）

#### 〔研究 内 容〕

ハイドレート利用技術に関する研究では、有機溶媒ハイドレートとして代表的な THF ハイドレートの相変化機構を分子動力学法により調べ、ハイドレート表面における特異的な THF の取り込み機構を発見・解明し、同様な特性を持つ環境負荷物質のハイドレートを利用した回収技術開発をサポートする重要な基盤的知見を得た。特に、水溶液中からハイドレートが成長する場合には、成長フロントのハイドレート層により液相側に形成されるポテンシャル場の中でまずゲスト分子の位置が定まり、ついで、ハイドレート層とゲスト分子の間のポテンシャル場のなかで水分子の配置が定まっていくという2段階の成長メカニズムをとることを明らかにした。また、二酸化炭素ハイドレートの分解速度に関して実験的に検討した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ハイドレート、結晶成長、分子動力学法

#### 〔テーマ題名20〕 爆発影響評価システムに関する研究（運営費交付金、外部資金）

〔研究代表者〕 中山 良男（爆発衝撃研究グループ）

〔研究担当者〕 松村 知治、若林 邦彦、保前 友高、黒田 英司、石川 弘毅、小泉富士子、高柿 大輔、堀川 貴広  
（常勤職員3名、他5名）

#### 〔研究 内 容〕

火薬類の保安技術関連では、社会情勢の変化に伴う取り扱い上の問題点について基礎的資料を収集し、これまでの実験結果から生じた問題点を解決して科学的合理性のある保安基準の整備、拡張を図ることを目的に火薬類保安技術実験（爆発影響低減化実験）を行った。防爆壁実験では、エマルジョン爆薬128 kg を使用して高耐力防爆壁と2種類の補強方法を施した防爆壁について、発

生する爆発飛散物の計測、爆風圧の伝播などについて実験を行った。地下式火薬庫では、C4爆薬を使用して16分の1と8分の1の縮小モデルを爆破し、発生する爆風圧、地盤振動、覆土の飛散状況について実験を行った。基準爆薬の爆風圧に関する実験では、2水準の薬量でC4爆薬の地表爆発を行った。このほかに、L字よう壁近傍で20 kgのC4爆薬を爆発させ、飛散する金属板の飛散速度計測やよう壁の爆発破壊状況等に関するデータを収集した。

再処理工程に係るエネルギー物質の爆発安全性評価技術に関する研究では、1. 爆発影響データの取得・データベース化、2. 反応機構評価システムの開発を行った。1. に関しては、ヒドラジンと硝酸ヒドラジンの混合割合を変えた試料を内径20 mmの塩ビ管容器に注入し、同じく内径20 mmの塩ビ管に装填したComposition C4爆薬約10 gで起爆する水中爆発試験を実施し、基礎的なデータを収集した。2. については、昨年度開発したレーザー誘起衝撃圧縮実験装置を応用して、反応機構を分子レベルで詳細に調べるために時間分解型ラマン分光装置を開発し、不活性有機液体である四塩化炭素(CCl<sub>4</sub>)の衝撃圧縮下における微視的な圧力応答をラマン分光法によって測定し、装置の有効性を確認した。

テロ対策のための爆発物検出・処理統合システムの開発／爆発物の処理容器の開発では、爆発物保管処理容器を最適化するための要素研究として、爆発影響低減化に関する研究を行った。まず、爆風圧低減化について昨年度までと同じ緩衝材を用い、薬量が大い場合の低減効果の評価を行った。また、帯電性がなくより安全な生分解性発泡緩衝材を用いた爆風圧低減化手法を検討した。さらに、破片飛散防止のための防護材の最適化を行うため、破片モデルのサイズを変えた破片モデル停止実験を行なった。砂を防護材として用いた場合に、破片サイズ、破片速度、防護材厚さを変数として破片を停止させる条件を求める一般的な経験式を得た。

水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発／水素安全利用技術の基盤研究では、1. 着火源の数が水素空混合気の爆発威力に及ぼす効果、2. 爆風インパルスの影響に関する基礎的なデータ収集を行った。1. については、小型爆燃容器を使用して、1～3個の電気火花着火源を用いた場合に発生する爆風圧を測定し、爆風パラメータと着火源数の関係について検討した。2. については、高インパルス衝撃波による水中モデル気泡の変形挙動に関する数値解析、改修した爆燃波管で生成した高インパルス衝撃波による水中衝撃波の圧力履歴計測を行い、基礎的なデータを収集した。

平成19年度原子力発電施設等安全性実証解析等（原子力発電施設等社会安全高度化原子力施設内非放射線災害防止調査）では、(1)配管系の動的衝撃特性評価、(2)可燃性混合気の爆発影響評価、(3)高圧酸素雰囲気での水素燃焼評価に関する基礎的なデータ収集を行った。

針尾島弾薬集積所(19)保管庫解析業務では、地上覆土式およびトンネル式火薬庫(保管庫)の設置に際して、火薬類取締法施工規則に基づく特則承認を得るに当たり、当該火薬庫の安全性に関して、(1)火薬庫安全検討委員会による検討、(2)実験等による基礎的なデータの収集・解析を行った。(1)については、火薬庫の設置に当たっての特則承認事項の確認、産総研が計画・実施する実験内容の検討と実験状況の視察、火薬庫設置場所の現地調査を行った。(2)については、庫外爆風圧の角度依存性に関する実験、隣接する火薬庫の殉爆を防止する安全距離に関する実験、火薬庫の扉の飛散に関する実験、火薬庫の扉の飛散状況の数値シミュレーションを実施した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】火薬類、エマルジョン爆薬、ヒドラジン、硝酸ヒドラジン、水素、ジメチルエーテル、可燃性混合気、火薬庫、核燃料再処理施設、爆轟、爆燃、爆発、衝撃、衝撃波、爆風圧、爆風インパルス、ギャップ試験、殉爆、衝撃起爆感度、野外実験、安全性評価、火災伝播、スケール効果、可視化、テロ対策、行政ニーズ、国際化、爆発影響低減化、破片、飛散速度、生分解性緩衝材

【テーマ題目21】爆発現象の化学的解明に関する研究  
(運営費交付金、外部資金)

【研究代表者】松永 猛裕  
(高エネルギー物質研究グループ)

【研究担当者】飯田 光明、秋吉 美也子、岡田 賢  
(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究は、爆発現象を化学的な視点で捉え、高エネルギー物質の反応機構の解明、安全化技術、分子設計、危険性評価技術の開発等の研究を行うことを目的としている。このため、近年、特にコンピュータケミストリ手法の利用と分光計測技術の導入に力を注いでいる。具体的な研究内容は以下の通りである。

#### ① 化学物質の爆発性予測

化学物質の分子構造から発火・爆発性を予測する手法を確立する。特に、今年度は、住友化学工業株式会社との共同研究において、プラントなど化学物質を実際に取り扱う現場で、発火・爆発性が懸念される反応工程の危険性を推定することを目的として、計算機化学手法とニューラルネットワークを組み合わせた方法でその危険性の予測を行った。また、爆薬の新しい製造形態として注目されている硝酸アンモニウム系爆薬中間体の爆発性・輸送時の安全性を評価する手法について検討している。

#### ② 煙火組成物の危険性評価及び安全化に関する研究



爆発事故の多い煙火組成物について危険性を明らかにし、また、安全化への技術開発を行っている。今年度は実際に起こった事故の再発防止のために、代表的な組成物について、発火・爆発危険性を評価した。さらに、規制緩和の要望があった手筒花火について安全性評価を詳細に行った。得られた知見を RIO-DB 内の「化学物質の爆発安全情報データベース」として公開を開始した。

### ③ 火薬類の劣化に関する研究

硝酸エステル其自然発火や遺棄化学兵器などで問題となっている劣化について、劣化物の同定、危険性評価、劣化度の判定手法の開発を行うことを目標としている。今年度は過酸化水素と金属イオンとの暴走反応を詳細に検討した。また、次亜塩素酸とアンモニウム溶液の混合から発生する三塩化窒素の危険性を検討した。

### ④ 化学系廃棄物の安全処理に関する研究

化学系の廃棄物について、その発火・爆発危険性を調べる評価法、混合危険性評価、事故事例の収集を行うことを目的としている。今年度は、爆発物専用の処理炉を開発し、基礎実験を行った。また、これまでに集積した情報を整理し、インターネット上に公開した。

### ⑤ 新規高エネルギー物質の探索

新規高エネルギー物質の物性予測法として、分子軌道計算とニューラルネットワークとを組み合わせた手法を検討している。これまでのところ、爆発熱及び爆轟速度については良好な予測が可能である。しかし、融点や密度についてはさらに予測法を検討する必要があることが分かった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 爆発、煙火、危険性予測、安全

【テーマ題目22】 新規高エネルギー用ガスの実用化における安全性に関する研究（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 飯田 光明（気相爆発研究グループ）

【研究担当者】 和田 有司（兼務）、椎名 拓海、  
今村 友彦、堀口 貞茲、茂木 俊夫、  
江渕 輝雄、大屋 正明  
（常勤職員3名、他4名）

#### 【研究内容】

燃料電池自動車及び高圧水素を扱う水素ガス供給スタンド等における爆発防止のための安全対策に関する検討を行い、水素を燃料とする燃料電池自動車に関連する安全技術の確立を図ることを目標として、次の基盤的な研究を推進した。

高圧水素ガス漏洩時の着火性に関しては、流速25 m/s までの範囲で水素／空気混合ガス中の着火実験を行い、流通下では着火限界が上昇することを明らかにした。さらに、燃焼可燃下限界付近の非常に低濃度の混合気の

着火および火炎伝播挙動について、イオン測定装置により観測し、流動混合気の着火性データの精度を向上させることができた。また、高圧水素ガスが瞬間的に放出した場合の現象について実験的に解明を行い、この自然着火現象を防止するためのノズルを検討し、着火防止方法を考案するとともに、形成される衝撃波による温度上昇を2次元の流体力学計算で見積もることにより、着火の可能性およびその防止策を検討した。

水素ガス漏洩時における静電気着火に関しては、静電気放電による着火が起こらない放出口・放出方法の考案を試みた。その結果、配管を接地することにより、放出口の大きさに依存せず、配管部分の発生電圧をほぼゼロに抑制することができた。また、噴出時に鉄さびなどが混入した場合の混合気そのものの帯電を防止する噴出口の形状を検討し、先細り多孔ノズルによって混合気の電荷密度を低下させ、着火の可能性を抑制できることを明らかにした。

水素の着火による火炎伝搬と爆ごう転移に関しては、これまでに収集した爆風威力等に関する総合的な評価を行うとともに、高インパルス衝撃波による水中衝撃波の圧力履歴計測、高インパルス衝撃波による水中モデル気泡の変形挙動解析を行い、高インパルス爆風の影響に関するデータを収集した。

化学反応論に基づく水素の着火と燃焼反応制御に関しては、前年度に取得した微小重力データの素反応と流体力学効果を取り入れたモデルによる解析を行い、着火遅れ時間が小さくなること、およびその効果が化学反応を考慮した2次元流体シミュレーションによって再現できることが分かった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 安全、爆発、火災、着火、燃焼、水素

【テーマ題目23】 爆発安全利環境用技術に関する研究（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 緒方 雄二

（爆発利用環境安全研究グループ）

【研究担当者】 和田 有司、久保田 士郎、  
佐分利 禎、加藤 勝美、濱嶋 英樹、  
阿部 祥子、尾和ハイジック香吏  
（常勤職員2名、他5名）

#### 【研究内容】

瞬時に大量のエネルギーを発生させる火薬類は、反応性エネルギー物質として利用されているが、制御技術の問題と反応時に発生する衝撃・振動等から十分に利用されていないのが現状である。このため、本研究では火薬類を安全にかつ有効に利用するには、制御技術の確立と環境影響評価が重要である。火薬類の環境低負荷利用技術に関する研究として、岩盤掘削の高精度破壊制御技術に関する研究、発破解体時の環境計測技術の研究、砂漠緑化等の環境修復技術の研究開発、水素の安全利用技術

に関する研究、テロ対策技術に関する研究を実施した。  
また、爆発災害事故を未然に防ぐために爆発災害事例に関するデータベースの開発を行った。

環境低負荷爆発利用技術に関する研究では、高精度発破制御技術の開発として掘削岩石の動的破壊特性に関して研究では、衝撃荷重を受けた岩石をサンプリングし、その密度および弾性波速度を計測することで損傷領域を推定し、衝撃メカニズムの関係を明らかにするために、アクリル板も用いた実験と光弾性材料を用いた可視化実験を実施した。水素安全利用技術に関する研究では、爆轟管を用いた実験から管径を拡大した DDT 試験を野外で実施し、流速・濃度等より爆轟状態に至る条件を明らかにした。テロ対策に関する研究では、内部に緩衝機構を組み込むことで爆発物を安全に処理することができる世界最小クラスの小型コンパクトな10 kg 爆発物処理容器を開発し、その安全性を実規模実験から確認した。

災害事例データベースに関する研究では、昨年度の引き継ぎリレーショナル化学災害データベース（RISCAD）及び災害事例データベース（RIO-DB）に発生した災害事例をデータベースに逐次追加及び英訳化を行った。また、RISCAD を用いた産業保安分野への展開を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】火薬類、水素安全利用、安全発破、環境低負荷技術、環境修復技術、テロ対策・データベース、化学災害

【テーマ題目24】高密度エネルギー状態の創生・評価及び利用に関する研究（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】角館 洋三

（高密度エネルギー研究グループ）

【研究担当者】薄葉 州、若槻 雅男、金 東俊、  
Martin Castillo  
（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

(1) 爆発現象等の評価・解明・制御に関する研究

メタン-酸素の直接接触部分酸化プロセスにおける安全性評価のため、高温、高圧、高流速下でのメタン-酸素系の燃焼挙動に関する研究を前年度に引き続き行い、最大200℃までの初期ガス温度の爆発特性に及ぼす影響、低当量比領域での爆発挙動、不純物としての水素およびプロパンが燃焼・爆発挙動に及ぼす添加効果、触媒の担体として使用されるアルミナ製フォームの消炎効果について試験を行った。これらの実験データは、合成ガス製造プラントにおけるシミュレーション技術の構築に利用するための基礎データとして提供し、シミュレーションの精度向上に資することができた。

また、液体メタンと液体酸素が混合および蒸発して

混合気を形成した時の爆発威力を評価するため、液体メタンと液体酸素を種々の条件下で混合したときの、混合状況および蒸発過程の観察、液体メタンと液体酸素が混合したときの液相の爆ごう速度測定、蒸発ガスに着火したときに発生する爆風圧力のガス組成依存性、爆風の減衰挙動の測定を行い、各要素段階の基礎データを取得した。

水素ガス-空気系の燃焼特性を制御することを目的に、混合気に各種の不純物入れた場合の着火・燃焼挙動を調べた。水蒸気を導入した場合の効果は僅かであったが、ブロモメタンの場合には、空気に対して約5%混入することにより、化学量論組成の混合気が着火しなくなり、顕著な効果があることが分かった。また、前年度に取得した微小重力データについて、素反応と2次元流体力学効果を取り入れたモデルによる解析を行い、着火遅れ時間が小さく効果を再現できた。

(2) 高密度エネルギー状態の利用技術に関する研究

電気分解用電極として TiN セラミックスの寿命試験電極試験を行い、高圧成型時のセラミックス電極のバインダー材料を工夫することにより、従来の白金電極より約1桁寿命を延ばすことができたとともに、大量生産に使用する大型電気炉の温度分布を改善することにより、実験室規模での TiN 焼結体の再現ができるようになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】爆発、燃焼、可燃性ガス、メタン、水素、液体メタン、液体酸素、微小重力、高密度エネルギー、高圧力、電気分解電極

⑭【環境化学技術研究部門】

(Research Institute for Innovation in Sustainable Chemistry)

(存続期間：2004.5.1～)

研究部門長：島田 広道

副研究部門長：原谷 賢治、中岩 勝

主幹研究員：関屋 章、大森 隆夫

所在地：つくば中央第5、つくば西、関西センター

人員：75名（73名）

経費：922,475千円（433,022千円）

概要：

1. ミッションと目標

科学技術の発展は人類に夢を与え、産業技術の進歩は人類の生活を豊かにしてきた。一方、技術の進歩により活発化した人類の生産及び消費活動が与える環境負荷は加速度的に増大し、現在では環境容量を越える危険性を示しつつある。このような状況においては、産業技術の研究開発は持続発展可能な社

会構築を目指して行われるべきである。本研究部門では、持続発展社会を実現するために、1) 環境負荷物質（主として有害物質）排出の最小化、2) エネルギー効率の向上・温室効果ガスの排出量削減、3) 有限資源から循環型資源への原材料転換、の三つの技術目標を掲げ、分離・合成・転換等の化学及び化学工学の展開が大きな役割を果たす産業技術の研究開発を進める。上記目標に対する最終ゴールは、循環型資源から環境負荷となる廃棄物を生み出すことなく、また最小のエネルギー使用量で選択的に目的製品を製造する技術の開発と考えられる。一方、現在の産業技術体系は膨大な既存の開発技術の蓄積に基づいており、産業技術転換には莫大なコストと長期にわたる新技術導入期間が不可欠となっている。本研究部門では、短・中期的観点からの既存産業の環境負荷低減及びエネルギー効率向上に関する技術の研究開発と、長期的観点からの上記最終ゴールを目指す画期的な産業技術の研究開発とをバランス良く進めることを考えている。

## 2. 研究の概要

### 1) 反応・触媒・プロセス技術

短・中期的には、わが国産業の将来像を見据え、国内立地可能な高付加価値製品を中心とした製造技術を対象とする研究開発を行う。一方、長期的には化学及び化学工学とバイオテクノロジーとの融合による、資源転換・排出物無害化を目指す。また、わが国全体としての温室効果ガス排出削減目標を達成するため、既存の反応プロセスの省エネルギー化技術についても研究開発を進める。また、社会ニーズの強い環境浄化技術・省エネルギー技術についても研究開発を行う。

### 2) 材料技術

短・中期的には、バイオベース材料の応用範囲拡大のための研究開発と実用化を視野に入れつつ進めるべき生物由来材料（バイオマテリアル）の研究開発に注力する。一方、長期的には現在の化成品の原材料が順次石油系からバイオ系に転換されることを想定して、研究開発戦略を策定し実行する。また、ニーズの強い低環境負荷型材料についても研究開発を継続する。

以上の観点で、本研究部門では下記の重点研究課題を選定し実施している。

- ①生物由来原料を用いる化学製品・製造技術
- ②副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術
- ③分離技術等を応用した省エネルギー型化学プロセス技術
- ④環境負荷を極小化し快適な生活を支える新材料技術

このうち①～③は、外部資金を活用しながらも運

営費交付金を重点投資し、先行的な研究開発を進めている。④については、わが国産業の根幹となる部材産業強化に貢献できる課題について、民間企業との連携を構築しつつ取り組んでいる。

昨今の社会・経済情勢の変化により次の二点が本研究部門の研究開発方針に影響を及ぼしている。

- 1) 中長期的には\$30～\$40/bbl 程度で安定すると考えられていた原油価格は、ピークオイル論の影響等も加わり今後\$50～\$60/bbl 以下になる可能性が低下した。2) 二酸化炭素などによる地球温暖化問題が顕在化し、省エネルギー技術の普及とともに循環型資源・エネルギーへの転換加速がより強く求められるようになった。これらの変化により、本研究部門の①～④の重点課題のうち、①については化学製品原料の石油資源からバイオマスへの転換技術実現の加速が求められる状況となっている。このような状況により、本年度以降は急速に注目が集まりつつあるバイオベース材料について民間企業との協力を視野に入れつつ、研究開発の重点化・加速化を図る。また、③については、京都議定書の第一約束期間以降の目標値策定に寄与する省エネルギー技術の確立・導入加速が求められる状況となっている。従って、本年度以降は新規膜材料に限ることなく、実用化時期とその規模を見据えつつ、大型省エネルギーが可能な分離・生成技術の研究開発を加速していく。

## 3. 体制・運営

### 1) 体制・運営に関する工夫・努力

本研究部門は産業技術総合研究所の研究ユニットとして研究業務を実施し、その成果を社会に還元すべく技術指導及び成果の普及活動を行う。従って、職員にはまず主として公的資金によって運営される組織の一員であることを自覚することが求められる。具体的には、研究資源の利用にあたって、法律を遵守することはもちろん、公共性、公正性、透明性を確保しつつ、可能な限り高い効率で研究成果を達成することを意識し、これを社会に還元するよう努めることが求められる。ついで、産総研の一員として基本方針・各種規程・ポリシーを十分に理解し、ミッションに沿って産総研の成果を最大化するよう活動することが求められる。また、本研究部門が環境技術の研究開発を進める研究組織であることを踏まえ、周辺環境について十分に配慮するとともに、事故を招きうる化学実験を日常的に行っていることから、環境安全管理には常に特段の注意を払う。

### 2) 本格研究の考え方

本研究部門における多くの研究は第二種基礎研究、すなわち既知の知識の融合・適用によって社会・産業ニーズに応えようとする研究と位置付けられる。一方、第二種基礎研究の中における位置付けとして



は、論文・特許等の目に見えやすいアウトプットが得られやすく開発研究からやや距離を置いた位置にとどまりがちとなっている。産業界への技術移転を速やかに進める観点から、本研究部門では第二種基礎研究における上流から下流まで、すなわち第二種基礎研究のシーズから開発研究の導入部までを実施する。また、第一種基礎研究については、第二種基礎研究を実施中にしばしば得られる未知現象の原理解明を中心とし、真に新たな技術シーズにつながる可能性のある課題を主対象として実施する。

### 3) ユニット間連携の推進

環境・エネルギー分野に限らず、全研究ユニットとの連携を積極的に推進することを基本方針とする。一方で、研究ユニット間の連携は自然発生的に生まれ育つとは限らないことから、研究者に有用と考えられる他研究ユニットの情報を提供し、ユニット間連携を促す。特に、ともにグリーン・サステナブル・ケミストリーに関わる研究開発を担うコンパクト化学プロセス研究センターとは、シンポジウムの共催や合同研究交流会等の機会を積極的に設ける。また、バイオテクノロジーと化学技術の分野融合による研究課題発掘を目的として、生物機能工学研究部門やゲノムファクトリー研究部門との交流を図る。

### 4) 産学連携・知的財産・成果普及・広報についての考え方

本研究部門では、産総研研究者のオリジナルな成果を核とした技術の研究開発及びその展開を最も高い優先度で推進する。このような課題の研究実施に当たっては、基本特許となるべき発明を単独で行うことを最優先とし、強固な知的財産権を確立した後、共同研究等を通じて技術移転や産業化を進める。一方、集中的研究実施体制が効果的と考えられる社会・産業ニーズの大きい課題については、早期の段階から国家プロジェクトあるいは資金提供を受けた研究コンソーシアム等を通じた共同研究体制により加速的に研究開発を推進する。この場合、技術シーズすべてが産総研オリジナルでないケースも想定されるが、産総研のミッションが産業技術向上への直接貢献であることを踏まえ、さらなる知的財産権の獲得を目指しつつ、技術展開における中核的役割を果たす。個別ニーズに応える産業技術の研究開発課題については、競争関係にある民間企業との適切な関係を保ちつつ、早期の技術完成化を目指した受託研究・共同研究を推進する。

経済のグローバル化は研究開発にも大きく影響を及ぼしつつある。すなわち、研究開発においても原料供給国との協力関係を早期に確立するとともに、共同研究を通じた効率的な研究開発の推進が強く求められている。具体的には、本研究部門では原料転換によって新たな化学原料供給国となることが予想さ

れるタイ・ベトナム・マレーシア等との関係を強化するとともに、従来から化学分野に高いポテンシャルを有するインドや中国等との積極的交流を図る。

OECD 諸国についても、産総研包括協定を軸とした交流を図る。

成果普及・広報については、ナショナルイノベーションシステムにおける産総研の役割を認識し、学界にとどまらず広く社会や産業界を対象として積極的な対応を心がけている。特に、産総研が主として公的資金からなる総予算規模約1,000億円の大組織であることを踏まえ、社会的責任を果たす観点からも成果の幅広い普及や一般への広報活動には積極的に関わる。

### 外部資金：

- ・経済産業省 産総研室 公害防止等試験研究費 生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関する研究
- ・経済産業省 産総研室 公害防止等試験研究費 廃水中の POPs の高効率回収及び無害化処理に関する研究
- ・経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 微粒彩色 UV 漆インキの開発とデジタル対応化
- ・経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 無機ナノ多孔性ろ過膜による高効率廃水リサイクルシステムの開発
- ・経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 改質ポリ乳酸の創製及びそれらの射出成形・加工技術の開発
- ・文部科学省 科学研究費補助金（若手 B） 有価物回収型排水処理技術の基盤となる細菌硫黄飢餓応答機構の解析
- ・文部科学省 科学研究費補助金（若手 B） ナノポーラスカーボン膜を利用したバイオエタノールの高効率分離濃縮技術の開発
- ・文部科学省 科学研究費補助金（特定） 含ビスマス元素相乗系化合物の合成と応用
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 環境先進型界面活性剤の製造・利用技術の高度化
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

産業技術研究助成事業 バイオサーファクタントをリガンドとした有用タンパク質の高効率分離システムの開発

- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 ホスホロイル基の高分子骨格への直接導入による有機材料の耐燃化
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 低温ラジカル活性化による炭化水素の気相選択酸化反応プロセスの開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 ナノ構造制御カーボンによる次世代型 VOC 除去モジュール
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 低環境負荷、高洗浄性能、安全性を兼ね備えた工業洗浄剤の開発研究
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 耐熱性・耐衝撃性に優れたバイオベースABS代替材料の開発とリサイクル特性評価
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
(革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム)／「革新的マイクロ反応場利用部材技術開発」
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
エネルギー使用合理化技術戦略の開発／エネルギー使用合理化技術実用化開発／コプロダクション設計手法開発と設計支援ツールの研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／デュアルメンブレンシステムによるガソリンベーパー回収装置の開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発／実用的な性能評価、安全基準の構築／「ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」の実用的な運転モード及び評価手法並びに安全基準の構築
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト／革新的断熱技術開発／次世代断熱発泡剤の研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／次世代技術開発／錯体系 CO 酸化電極触媒を組み込んだ新規耐 CO アノード触媒の研究開発

- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
国際共同研究先導調査事業／マレーシアにおけるパーマヤシ由来バイオマスの総合的有効利活用技術に関する研究調査
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー高効率転換技術開発（先導技術開発）／膜分離プロセス促進型アルコール生産技術の研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／有害廃棄物フリー高効率エステル合成プロセスの開発
- ・文部科学省 科学研究費補助金（特定） 過酸化水素を用いるアルケンへの環境調和型酸化反応の開拓
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 マイクロ波を駆動源とするバイオベースポリマーの高効率製造技術開発
- ・日本学術振興会 (JSPS) (独) 日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 光電変換高効率化に資するチタニアナノチューブの基礎物性に関する研究
- ・日本学術振興会 (JSPS) (独) 日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 ケイ素配位子による遷移金属錯体の反応性制御
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 均一系触媒の耐水性化による新規水中触媒プロセスの開発とそのメンブレンリアクターへの展開
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 有機 EL ディスプレイ用燐光材料の迅速探索システム
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 電場印加液相プロセスによる規則性メソ多孔体の三次元集積化・高機能モジュール化技術の開発
- ・日本学術振興会 (JSPS) 二国間交流事業（共同研究）水中汚染物質分離用メソ孔性炭素吸着材の開発と

オンライン水晶振動子微小天秤への応用

- ・経済産業省 平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業 超高精細 LCD を実現する発光ガラスパネルシステムの開発

発 表：誌上発表114件、口頭発表340件、その他40件

#### 精密有機反応制御グループ

(Organic Reaction Control Group)

研究グループ長：佐藤 一彦

(つくば中央第5)

概 要：

21世紀の化学産業を地球環境保全と両立させつつ発展させるためには、化学プロセスに派生する環境負荷を低減し、汚染を未然に防止する必要がある。なかでもファインケミストリーや機能物質合成関係では、廃棄物が多く出る E ファクターの高い反応の効率化と選択性向上が求められている。当グループは、触媒技術や反応場技術によるプロセスの改善を行うとともに、高機能新素材の開発へ向けた研究を行っている。今年度は、次に挙げるような成果が得られた。1) クリーンな酸化技術として、過酸化水素を酸化剤としてハロゲン及びメタルフリー条件下でポリマー中の二重結合をエポキシ化する回収可能な触媒を開発した。2) 新しい触媒反応系開発として、新規ビスマス系ラジカル開始剤・反応剤・パラジウム触媒によるシス付加特異的 1,2-ビスホスホリルアルケン類の新規合成法、及び二酸化炭素を原料とする難反応性物質ヒドロホルミル化反応を開発した。3) ハロゲンフリープロセスとして、複素環チオール類の酸性アルコールによるアルキル化反応を開発した。4) 反応場技術によるプロセス改善として、マイクロ波を用いる有機 EL イリジウム錯体合成の剛直な配位子によるオルトメタル化反応及び H-D 交換反応による重水素化ジメトリダゾールの高効率合成反応を見出した。5) マイクロ波とマイクロリアクターの複合技術について、流路形状と加熱効率の相関を明らかにした。6) 高機能新素材の開発研究として、水酸基化ポリプロピレンが高い弾性率と衝撃強度を併せ持った高靱性材料となることを見出した。7) 電極材料用全芳香族ポリマーについて、結合位置を精密に制御した重合により高容量密度ポリフルオレンを合成した。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 分子触媒グループ

(Molecular Catalysis Group)

研究グループ長：安田 弘之

(つくば中央第5)

概 要：

当グループでは、分子触媒を中心に精密に構造の制御された触媒と、超臨界二酸化炭素・水などの反応媒体、マイクロ波などのエネルギー供給手段を効果的に組み合わせた、効率的かつ環境に優しい有機合成プロセス技術の開発を目指している。分子触媒については、その回収リサイクルも重視し、無機多孔体や有機ポリマーへの固定化や温度制御による触媒分離についても検討を行っている。合成目標としては、基礎化学品もその範疇であるが、ファインケミカルズを重視している。研究を進めるにあたってのキーワードは、高効率（高速・高選択性）、低環境負荷（ノンハロゲン・有機溶媒フリー）、再生可能資源等である。具体的には、二酸化炭素を原料とする炭酸エステル合成、オレフィンからのエステル合成、クロスカップリング、選択水素化・酸化などの既知反応に対する新たな高効率触媒系の開発を行うとともに、新反応の開拓にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 固体触媒グループ

(Heterogeneous Catalysis Group)

研究グループ長：藤谷 忠博

(つくば西)

概 要：

分子状酸素を酸化剤とするクリーンな選択酸化反応のために、高性能酸化触媒の開発が不可欠となっている。これまでに当グループでは、酸素と水素共存下での気相一段反応において、プロピレンから高い選択率でプロピレンオキシドを合成できる触媒系を開発している。さらに、この反応に対して触媒技術と水素選択透過膜技術とを融合させ、高効率かつ爆発の危険性のない新しい触媒反応プロセスの開発を進めており、触媒寿命の改善とプロセス効率向上に成功している。また、本グループでは、固体触媒の開発研究に加え、In situ XAFS 解析や表面科学的手法などの高度な in situ 計測・分析技術も駆使しながら、実用化に向けた触媒の高性能化を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 膜分離プロセスグループ

(Membrane Separation Processes Group)

研究グループ長：原谷 賢治

(つくば中央第5)

概 要：

当グループは、有機高分子、セラミックスそして金属までにわたる膜素材の合成から製膜・評価技術の確立そして膜応用プロセスの開発と、膜分離の基礎から応用にわたる基盤研究を一貫して行うことにより「膜利用高効率エコ・プロセスの構築」に貢献することを第一の目的としている。また、膜工学研究から派生す



る応用技術を各種工業分野へ積極的に展開することを第二の目的としている。具体的ターゲットを環境関係とエネルギー関係の分野に特定し、「膜利用高効率エコ・プロセスの構築」を目標とし、プロセス設計計算をもとにして、新規膜素材の探索・合成、膜透過・分離機構の解析評価研究、プロセスの評価解析の検討を行っている。平成19年度は省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するために、水素を効率よく分離するパラジウム (Pd) 系膜の自立型薄膜の作製、低コスト化を目指した非 Pd 系膜の開発研究を行うとともに、エタノール改質反応へのこれら水素分離膜の適用検討を行った。また、省エネルギー型酸素製造プロセス実現のために、ポリフェニレンオキシド誘導体を前駆体としたカーボン膜の強度向上を図り、モデルモジュールを作製した。その酸素分離選択性は  $\alpha$  ( $O_2/N_2$ ) = 10.2 (30 °C) 以上であり、優れた分離性能を示すことを明らかにした。また、VOC 回収膜分離システムの構築のための膜開発、及びシステム化の基盤研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目 3

#### 化学システムグループ

(Energy-Efficient Chemical Systems Group)

研究グループ長：大森 隆夫

(つくば中央第5)

概 要：

当グループでは、化学システムの省エネルギー化や環境負荷低減化の研究開発分野において、物質の構造制御等のミクロな材料技術から化学プロセス全体を見渡すシステム技術までを一体化して捉え、持続発展可能な社会の構築に資する研究を展開し、得られた成果を適切な形で社会・産業界に発信していくことを目的としている。具体的には、シリカやカーボンなどのメソ多孔性材料を利用したシステムにおいて、空調の省エネ化や大気・水の汚染処理等の応用を見据えた研究を展開するとともに、システム化技術として省エネ蒸留分離 HIDiC プロセス・高効率反応分離プロセス・エネルギー物質併産プロセス (コプロダクション) に関する研究をプロセス強化の観点から進めている。これらの研究を通じて、CO<sub>2</sub>排出抑制等の地球環境問題の解決並びに化学産業等の国際競争力強化等に貢献したいと考えている。

研究テーマ：テーマ題目 3

#### バイオ・ケミカルプロセスグループ

(Bio-Chemical Processes Group)

研究グループ長：榊 啓二

(つくば中央第5)

概 要：

環境汚染物質の排出抑制や地球温暖化防止には、省

エネルギー及び低環境負荷の化学プロセス・エネルギー生産プロセスの開発が不可欠となっている。そこで、バイオマス等未利用資源の積極的な活用を目的として、適応可能な機能材料化手法や反応分離プロセスを探索するとともに、その際に必要となる要素技術の検討を幅広く行い、これらのプロセスで必要となる新しい環境調和型材料や機能性分離膜の創製技術・評価技術、及びその適用技術に関して研究開発を行っている。具体的には、エタノールの選択的透過性を有する高性能なシリカライト膜等を用いて、発酵エタノールを発酵槽から連続的・選択的に回収し、エタノールを高濃度に濃縮する基礎技術の検討や、電気化学的手法による無機物を膜素材とした製膜法の開発と無機膜の水処理への応用、及び糖蜜を用いたエタノール製造過程で生じる蒸留残さからの膜による黒色色素の分離法について検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目

3

#### バイオ・ケミカル材料グループ

(Bio-Chemical Materials Group)

研究グループ長：北本 大

(つくば中央第5)

概 要：

持続発展社会の実現には、1)環境負荷物質排出の最小化、2)エネルギー効率の向上・温室効果ガスの排出量削減、3)有限資源から循環型資源への原材料転換、などが重要な技術課題となっている。当グループでは特に3)の課題に注力し、バイオ系原料及び各種の生物・化学プロセスを活用した、高付加価値製品の開発技術等に取り組んでいる。具体的には、環境適合性と機能性を併せ持つ新しい材料である「バイオサーファクタント (生物由来の界面活性剤)」の各種産業分野への応用を目指し、酵素や微生物を利用した製造技術の高度化や用途開拓等を進めている。本年度は、昨年度に引き続きバイオサーファクタントの生産収率の向上を目指して、優良菌株の広範なスクリーニングを行った。また、機能開拓の一環として、バイオサーファクタントの相挙動について検討した。その結果、従来の生産菌に比べ、疎水基 (脂肪酸) の構造や生産物組成が有意に異なる新規生産菌を複数取得することに成功した。また、糖型のバイオサーファクタントである「マンノシルエリスリトールリピッド-B」について、二成分系 (水-界面活性剤) での相構造を X 線散乱等により調べたところ、極めて幅広い濃度範囲・温度範囲においてラメラ液晶を形成することが分かった。以上の結果より、バイオサーファクタントの製造技術及び用途開拓について、大きな進捗を得ることができた。

研究テーマ：テーマ題目 1

## バイオベースポリマーグループ

(Bio-Based Polymers Group)

研究グループ長：相羽 誠一

(関西センター)

## 概要：

持続可能社会の実現のためには循環型資源への原材料転換が急務であり、再生可能なバイオマスから製造されるプラスチック（バイオベースプラスチック）は21世紀のクリティカルマテリアルとして期待されている。これを実現するために当グループにおいては、バイオマス由来原料からのポリマーの製造、高機能化酵素の開発、多糖の機能化などに取り組んでいる。具体的には、新規生分解性プラスチックとしてのポリアミド4の物性を改良するために、機能性開始剤を用いて2-ピロリドンを重ねし、特異構造を有するポリアミドを合成している。また、ポリアミド4のモノマーであるγ-アミノ酪酸をグルタミン酸から製造するための酵素法を開発している。その他、生分解性プラスチックの高機能化、生分解性プラスチックの分解菌の分離・同定、分解挙動解明、バイオマス変換のための微生物探索などを行っている。

研究テーマ：テーマ題目1

## 循環型高分子グループ

(Renewable Plastics Group)

研究グループ長：国岡 正雄

(つくば中央第5)

## 概要：

地球環境への負荷を最小にする優れたプラスチックの開発を目標に、1)高機能性生分解プラスチックの開発、2)バイオマス原料を利用した環境適合型プロセスによる生分解性プラスチックの開発、3)生分解性プラスチック評価のためのサンプル調製法、4)バイオマス炭素含有率測定法の標準化について検討した。生分解性プラスチックの高機能化としては、共重合やマイクロ波を利用した新規生分解性ポリマーの調製・効率化・実用化について検討を行った。バイオマス原料を利用した生分解性プラスチックの開発としては、種々のバイオマスをバイオプラスチックへの原料として活用することを検討した。また、バイオプラスチックに関わる国際標準規格化活動を行っており、生分解性評価用サンプル調製法について国際規格を提案した。また、加速器質量分析によるバイオマス炭素含有率の測定法の国際標準規格化を視野に入れたデータ収集を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1

## フッ素化合物合成グループ

(Fluorocompound Synthesis Group)

研究グループ長：田村 正則

(つくば中央第5)

## 概要：

フッ素化合物は、炭化水素などの非フッ素系化合物に比べ安定性・低表面エネルギー性・親和性・生理活性等多くの優れた性質を有しており、この性質を有効に利用することで安全性が高く環境負荷の低い高性能な材料を開発することが可能である。当グループでは、優れたフッ素材料の開発を目指し、フッ素化合物の合成技術の開発を行っている。特に、冷媒・発泡剤・洗浄剤など種々の用途の温室効果ガス代替候補化合物を中心に、工業化に結びつく合成手法の開発を目指している。具体的には、脱ハロゲン化水素によるフッ素系不飽和化合物の生成反応や、触媒フッ素化、含フッ素環状化合物の形成などを検討し、省エネルギー性に優れた新たな発泡剤や洗浄剤の開発に貢献することを目指している。

研究テーマ：テーマ題目4

## フッ素化合物評価グループ

(Fluorocompound Evaluation Group)

研究グループ長：徳橋 和明

(つくば中央第5)

## 概要：

当グループでは、部門の重点課題の一つである「環境負荷を極小化し快適な生活を支える新材料技術」の一環として、含フッ素化合物等の環境影響評価と燃焼性評価を行っている。環境影響評価では、温暖化係数と光化学オゾン生成能の評価を実施している。温暖化係数評価では、大気中における化合物の主要な分解経路であるOHラジカルとの反応速度の測定とGWP値の算出を行っている。また、大気中での分解挙動や分解生成物の二次的な影響の検討、NO<sub>3</sub>ラジカルやO<sub>3</sub>との反応速度の測定と光化学オゾン生成能の評価も行っている。燃焼性評価では、燃焼限界・燃焼速度・燃焼熱が重要である。そこで、新規含フッ素化合物やノンフロン系冷媒等の広範な化合物の燃焼限界と燃焼速度の測定を行っている。また、冷凍空調機器用冷媒の安全性等級の国際規格審議委員会であるISO/TC86/SC8（冷媒の呼称と安全性等級）に委員を派遣し、国際規格の制定に協力している。さらに、反応速度・分解挙動・燃焼限界・燃焼速度等の予測手法の開発、分子軌道法計算による燃焼熱の推算も行い、環境負荷が小さく安全性の高い代替物の開発に貢献することを目指して研究を進めている。

研究テーマ：テーマ題目4

## 高機能ガラスグループ

(Advanced Glass Group)

研究グループ長：赤井 智子

(関西センター)

## 概 要：

世界的に廃棄物問題が深刻になるなか、容器・家電・自動車に使用されるガラスのリサイクル率向上や有害金属の代替技術をはじめとする環境対応技術開発は急務となっている。当グループでは、新規な有害物質代替ガラスをはじめとした低環境負荷型のガラスの開発、ガラスからの金属脱離技術の開発、ガラスを廃棄した場合の長期の金属浸出評価を行っている。また、欧州化学物質規制に対応するためガラス中の金属不純物の分析方法の標準化を行っている。省エネルギーに資する材料技術の開発も近年非常に重要となっており、照明・ディスプレイの省エネルギー化を目的として、多孔質ガラスを基材として得られる蛍光ガラスを利用した蛍光材料の開発を行っている。特に、水銀を使用しない光源である紫外・近紫外 LED とキセノン励起蛍光ランプ用の蛍光材料の開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 4

-----

【テーマ題目 1】生物由来原料を用いる化学製品・製造技術

【研究代表者】相羽 誠一

(バイオベースポリマーグループ)

【研究担当者】中山 敦好、山野 尚子、竹田 さほり、河田 悦和、川崎 典起、国岡 正雄、田口 洋一、廣瀬 重雄、船橋 正弘、大石 晃広、田口 和宏、竹内 和彦、長畑 律子、大内 秋比古、八木 久彰、榊 啓二、池上 徹、根岸 秀之、羽部 浩、北本 大、井村 知弘、森田 友岳、福岡 徳馬  
(常勤職員24名、他27名)

【研究内容】

原材料転換や、既存化学品に由来する環境負荷の低減を目指し、高機能かつ量産可能なバイオベースマテリアルを開発する。具体的には、バイオマス化学体系の構築を目指し、バイオマス由来の環境適合型界面活性剤であるバイオサーファクタントの製造法の高度化とその各種産業分野における用途開拓を行う。また、基幹化学物質として有用な低級アルコールの膜分離技術、及び C2～C4のバイオ基幹物質の製造・利用技術を開発する。さらに、バイオベースプラスチックの高機能化のため、耐熱性があり加工温度の低いポリアミドの生産技術及びガスバリア性の高いプラスチックを開発する。

(バイオマス化学体系の構築)

バイオサーファクタントの生産収率の向上を目指して、優良菌株の広範なスクリーニングを実施した。その結果、従来の生産菌に比べ、疎水基(脂肪酸)の構造や生産物組成が有意に異なる新規生産菌を複数取得することに成功した。また、材料評価の一環として、糖型バイオサーファクタントの水溶液系での相挙動を詳細に調べ

たところ、「マンノシルエリスリトールリピッド-A 及び B」は、極めて幅広い濃度・温度範囲において各種の液晶を形成することが分かった。以上の結果より、バイオサーファクタントの先端部材分野への応用の可能性が示唆された。また、バイオベース化学製品製造の基盤技術として、バイオアルコールのシリカライト膜による濃縮技術の開発を行った。開口率の高い基板上にシリカライト結晶層の中間層を形成し、この上にシリカライト膜の作製を行うことで、エタノールの膜透過流速は中間層を形成しない場合の1.7倍に増加した。また、ブタノール水溶液からのアルコール濃縮では、重量濃度0.5～4 %での透過蒸気のブタノール濃度は、30℃で32～38%、60℃で54～62%であり、原液組成よりも温度の影響が大きいことが分かった。従って、シリカライト膜は C2だけでなく C4のアルコール分離にも適用可能である。

(バイオベースプラスチックの高機能化)

グルタミン酸を原料として、エンジニアリングプラスチック用(融点200℃前後、加工温度230℃以下)の生分解性に優れたプラスチックを製造する技術を開発するため、2-ピロリドンとε-カプロラクタムの共重合を検討した結果、ε-カプロラクタムを40%以上含有したコポリアミドは融点が低下し、溶融加工しやすいものが得られた。また、成形したフィルムの引っ張り強度はポリアミド4に匹敵し、引っ張り伸度は増大した。2-ピロリドンの原料であるγ-アミノ酪酸をグルタミン酸から製造するためのシステムを検討した結果、前年度よりも高活性な酵素システムを見出した。本酵素システムによってほぼ100%の変換率で、グルタミン酸からγ-アミノ酪酸を製造できた。また、ガスバリア性の高いバイオベースプラスチックの開発については、リグニン等のバイオマス由来成分を原料とするエステル型エポキシ樹脂に板状クレアを充填して、複合型フィルムを調製した。クレア充填によってエポキシ樹脂フィルムのガスバリア性が大きく向上した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】生分解性プラスチック、バイオベースプラスチック、ポリアミド4、γ-アミノ酪酸、ポリエステル、バイオサーファクタント、バイオアルコール

【テーマ題目 2】副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術

【研究代表者】安田 弘之(分子触媒グループ)

【研究担当者】佐藤 一彦、清水 政男、今 喜裕、小林 敏明、島田 茂、宮沢 哲、韓 立彪、富永 健一、今野 英雄、杉山 順一、田中 進、山下 浩、萩原 英昭、坂倉 俊康、高橋 利和、藤田 賢一、小野澤 俊也、崔 準哲、竹中 康将、深谷 訓久、藤谷 忠博、



阪東 恭子、三村 直樹、伊達 正和、  
中村 功、高橋 厚  
(常勤職員27名、他23名)

#### 【研究内容】

21世紀の化学産業を、地球環境保全と両立させつつ発展させるためには、化学プロセスに派生する環境負荷を低減し、汚染を未然に防止する必要がある。なかでもファインケミストリーや機能物質合成関係では、廃棄物が多く出る E ファクターの高い反応の効率化と選択性向上が求められている。本テーマでは、触媒技術や反応場技術によるプロセスの改善を行うとともに、高機能新素材の開発へ向けた研究を行っている。

触媒技術によるプロセス改善ではクリーンな酸化技術として、過酸化水素を酸化剤としてハロゲン及びメタルフリー条件下でポリマー中の二重結合をエポキシ化する回収可能な触媒を開発した。新しい触媒反応系開発としては、ビスマス化合物に関する検討において新規ビスマス系ラジカル開始剤・反応剤の開発に成功した。パラジウム触媒による水素ホスホン酸エステル類のアセチレンへの脱水素シス付加を見出し、1,2-ビスホスホリルアルケン類の新規合成法を開発した。二酸化炭素を原料とするヒドロホルミル化反応において、難反応性物質に対しても適用可能な新規触媒を開発した。ヘテロポリ酸を触媒として用い、各種炭水化物系バイオマスから一段でレブリン酸エステルを合成できることを見出した。また、ハロゲンフリープロセスとして、複素環チオール類のアルキル化反応において、ハロゲン化アルキルに代わり酸性アルコールをアルキル化剤として用いる方法を開発した。ニトロ化合物の部分水素化によりヒドロキシルアミン類を高効率で合成できる触媒系を見出した。

また、ナノ空孔材料に分子触媒を強固に固定化するための方法を開発した。表面修飾ナノ空孔材料に分子触媒を導入した新規な固定化触媒を合成し、鈴木カップリング反応に対する有効性を明らかにした。アルミニウム含有メソポーラスシリカがシアノシリル化反応を高効率で触媒することを見出した。メタノールと二酸化炭素からの炭酸ジメチル合成において、触媒系や脱水剤の改良によって従来よりも高い生産性を実現した。安価で毒性の低い鉄触媒を用い、オレフィンとカルボン酸類との反応による低環境負荷型エステル合成法を開発した。コア部に錯体触媒を固定化した dendritic 型錯体触媒を開発し、水中での有機合成における有効性や触媒のリサイクル可能性を明らかにした。プロピレンオキシド (PO) 合成用高選択性酸化触媒とそれを用いた製造プロセスの開発に成功した。従来の PO 合成触媒では高選択性が得られなかった酸素/水素/プロピレン気相一段プロセスについて、金ナノ粒子触媒の改良によってプロピレン転化率10%、PO 選択率90%以上(初期活性)を達成した。さらに、実用化の障害となる爆発限界回避と収率向上のために、水素選択透過膜を介して水素を別

の導入ラインから触媒反応部に供給する触媒膜反応プロセスを開発し、触媒寿命とプロセス効率の向上に成功し、実用化レベルの PO 空時収率150 g/Lh を達成した。

反応場技術によるプロセス改善としては、マイクロ波を用いる有機 EL イリジウム錯体の合成について、ベンゾキノリン系など剛直な配位子を用いると、オルトメタル化反応が促進されることを見出した。マイクロ波照射下の H-D 交換反応が重水素化ジメトリダゾール(残留農薬検査用サロゲート)合成に有効であることを明らかにした。マイクロ波とマイクロリアクターの複合技術について、流路形状と加熱効率の相関を明らかにした。延伸材料のマイクロ波加熱に対する異方性効果についても明らかにした。プローブ反射法による誘電特性自動測定プログラムを開発するとともに、誘電損失係数が大きいジイソシアネートを用いたマイクロ波による迅速重合法等を開発した。

高機能新素材の開発研究としては、水酸基を導入した機能化ポリプロピレンが高い弾性率と衝撃強度を併せ持った高靱性材料となることを見出した。電極材料用全芳香族ポリマーでは、2,7-ジブロモフルオレンを用い結合位置を精密に制御した重合を行い、高容量密度を持つポリフルオレンを合成した。カルボシラン系有機ケイ素ポリマーを用いた高耐熱・低誘電性フィルム作製において、モノマー成分の改良等により大面積化を実現した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】選択酸化、ヘテロ元素化合物、金属錯体、マイクロリアクター、マイクロ波化学合成、ナノ空孔材料、固定化触媒、プロピレンオキシド、触媒膜反応プロセス

#### 【テーマ題目3】分離技術等を応用した省エネルギー型化学プロセス技術

【研究代表者】原谷 賢治(副研究部門長)

【研究担当者】中岩 勝、藤原 一郎、向田 雅一、  
内丸 祐子、須田 洋幸、原 重樹、  
吉宗 美紀、大森 隆夫、遠藤 明、  
山本 拓司、片岡 祥、榊 啓二、  
根岸 秀之(常勤職員14名、他15名)

#### 【研究内容】

省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するために水素を効率よく分離するパラジウム (Pd) 系膜と、低コスト化を目指した非 Pd 系膜を開発する。また、省エネルギー型酸素製造プロセス実現のために、空気から酸素を効率よく分離する膜を開発する。水中環境汚染物質処理技術については、次世代型省エネ高度水処理システムへの応用を目指した新規カーボン系高機能分離材の開発と膜破断検知システムを開発する。産業部門消費エネルギー低減のために、デシカント空調機用の規則性ナノ多孔質材料量産化技術を確立する。省エネ蒸留 HIDiC 技術については、次年度に技術移転先企業等による市場

投入を開始することを目指す。コプロダクション技術については、統合ピンチ評価解析ソフトウェアを開発する。（分離膜を利用した省エネルギー気体製造プロセス技術）

膜モジュールのアッセンブル容易性や耐熱衝撃性・部材コスト低減などの観点から、多孔セラミック基材を用いない Pd 自立薄膜からなるオールメタル膜モジュールは実用化に有利であるが、圧延法などにより作製された Pd 自立膜の膜厚は数十 $\mu\text{m}$  が限界であった。そこでこれまで開発してきた応力緩和層導入 Pd 系薄膜調製プロセスを改良して、Pd 系自立薄膜の調製を試みた。その結果、各調製工程のうち特に熱処理等により Pd 核を形成させる工程、並びに犠牲層除去条件等の最適化によって、均一膜厚(10  $\mu\text{m}$  以下)で無欠陥かつ膜面積が数十 $\text{cm}^2$ 程度の Pd 系自立薄膜の調製が可能であることを示した。非 Pd 系に関しては、アモルファス Zr-Ni 系合金膜を用いたコンパクトモジュールの開発を進めているが、昨年度に比べて薄くて強度の弱い膜への適用が可能かつ価格もコストも半分に抑えることができるように、構造を改良することができた。さらに金属膜の応用の一つとして膜反応器を取り上げ、エタノール改質反応において膜を通して水素を分離することで反応を改善し、例えば水素収率を22 %から29 %に上げられることを明らかにした。

酸素分離膜については、実用型形態である中空糸型カーボン膜の開発を行った。前駆体として安価なポリフェニレンオキシド (PPO) を用いることで、膜の低コスト化を実現し優れた分離性能を得ることに成功したが、膜のモジュール化においてはカーボン膜の脆さが問題となることが分かった。この問題に対し、前駆体となる PPO 誘導体の構造や形状を変えることで、炭化後に高い柔軟性を有するカーボン膜の作製に成功した。この柔軟性の高い PPO 系カーボン膜は、破断強度が従来の PPO 系カーボン膜に対して1.5倍に向上し、500本を束ねてモジュール化しても脆さによる破断が起らず、酸素分離選択性についても  $\alpha(\text{O}_2/\text{N}_2) > 10.2$  (30  $^{\circ}\text{C}$ ) の優れた分離性能を示すことを明らかにした。

（環境汚染物質処理技術）

水中の残留性有機汚染物質 (POPs) の高効率回収と無害化処理を目的として、構造を制御したナノスケールの多孔質カーボンゲル構造中にニッケルを担持したビーズ状カーボンゲルを開発した。このビーズ状カーボンゲルとオゾンを用いた水処理システムを構築し、モデル POPs 廃水を用いて処理性能を評価した結果、カーボンゲルへのフェノールの吸着濃縮効果によりフェノールの除去効率が向上することを実証した。さらに、モデル物質として用いたフェノール類水溶液中における液相吸着等温線を測定した結果、細孔の表面に酸性官能基を導入したカーボンゲルではフェノールの脱着再生効率が向上することを確認した。膜破断検知システムについては、

小型膜分離水処理装置において蛍光物質をトレーサーとして添加することにより膜破断を検出できることを確認した。また、土壌の代表成分のカオリンを用いた場合には、蛍光強度が小さく定量的な検出は困難であった。

（産業部門消費エネルギー低減のための化学技術）

デシカント空調技術については、昨年度行ったナノ多孔質材料を担持したローターの基本性能評価の結果をもとに、連携企業により工場内に設置した実システムを用いたフィールドテストを開始した。再生温度の低温化が十分に達成できており、本年度以降に商用化される予定である。省エネ蒸留 HIDiC 技術については、石油・化学産業分野での実用化を目的として、前年度に引き続き民間企業5社による資金付き共同研究を実施した。その中で、本技術に関する情報を集約・体系化し、塔構造及びプロセス設計技術と解析・シミュレーション技術の検討を行い、適用可能蒸留系の拡大に関する評価手法、設計・運転解析手法、エンジニアリング技術研究を進めた。コプロダクション技術については、石油精製を中心とする化学コンビナートをターゲットとして、これまでに開発済みの評価解析システムプロトタイプの実プラントへの適用に向けて企業との共同研究を開始した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 省エネルギー、膜分離プロセス、水素分離、デシカント空調、ナノ多孔質材料、省エネ蒸留、カーボンゲル

【テーマ題目4】 環境負荷を極小化し快適な生活を支える新材料技術

【研究代表者】 田村 正則

（フッ素化合物合成グループ）

【研究担当者】 関屋 章、徳橋 和明、陳 亮、高橋 明文、滝澤 賢二、内丸 忠文、権 恒道、水門 潤治、赤井 智子、山下 勝、神 哲郎

（常勤職員12名、他14名）

【研究内容】

（フッ素材料）

フッ素化合物は、他の元素では得ることのできない優れた性質を有しており、この特性を利用してフロン代替物・含フッ素高分子・医薬品・半導体産業などに広く利用されている。しかし一方で、オゾン層破壊や地球温暖化などが問題視されその対策が求められている。そこで、総合的に環境負荷を最小化するフッ素材料の開発を目指し、これに必要な評価指針・評価法・合成技術とそれに基づく材料を開発する。具体的には、断熱特性が優れた環境への負荷の小さい発泡剤開発や、環境負荷が低く高い性能と安全性を兼ね備えた工業洗浄剤開発などのフロン代替材料開発を目指す。さらに、フロン代替材料の開発とともに、これらの要素技術の応用も視野に入れる。これらによって持続可能社会の実現を目指す。

温暖化指標評価手法（TWPG、CWP）について、新たに公表された IPCC 第4次評価報告書に合わせてデータを修正した。TWPG は総合温暖化予測図、CWP は複合温暖化係数で、時間軸に対してその時の温暖化量と積算された温暖化量を示す指標である。冷媒・発泡剤・半導体用ガスについて、実際に評価を行い結果を公表した。総合評価としては安全性評価等の取り組みを行った。燃焼性評価については、可燃性化合物と二酸化炭素の混合系の燃焼限界について、ASHRAE 法による測定を行うとともに、得られたデータに基づく予測手法を開発した。エーテル系化合物の燃焼速度を測定し、炭化水素や HFC 等の広範な化合物に適用可能な予測手法を開発した。米国の企業が開発した新規冷媒の燃焼性評価の依頼に基づいて受託研究を実施し、新規冷媒の燃焼性評価を行った。工業洗浄剤開発に関しては、合成法の効率化を達成するとともに、環境影響・燃焼性・特性等の評価から有力な候補化合物を見出した。大気寿命が短く特性に優れた発泡剤候補化合物について、大気寿命評価に関する測定を行いデータを取得するとともに、有力な合成法の一つを見出した。また、代替物の製造法についての検討から、原価計算でコストが最も低い製造法を開発し、民間企業への技術移転を進めた。

（ガラス材料）

産業・生活における有害物質リスク削減及び省エネルギーに資するガラスを開発することを目的としている。具体的には、ガラス中に含まれる有害物質削減技術の開発や有害物質含有ガラスの廃棄時の安全性評価と欧州規制に対応するための評価手法の開発などを行っている。また、高い技術ポテンシャルを有する多孔質ガラス技術を利用して、新規な蛍光ガラスや蛍光材料の開発を行う。

ブラウン管テレビから薄型テレビへの移行にともない、長期的に余剰が生じると予測されるブラウン管ガラスカレットには鉛が大量に含まれており、その処理方法を昨年度に引き続き検討している。本年度は、ブラウン管ガラスの廃棄・ストック処分を行った場合に環境中へ鉛が拡散するリスクを定量的かつ総合的に評価するための手法論の概要を明らかにした。欧州規制への対応としては、ガラス中の金属微量成分の分析方法についての標準化を行っている。昨年度までに、ガラス産業連合会と分析法のマニュアルを作成したが、本年度はアルカリ溶融の記述の部分について、共同実験を行って問題点を抽出し、それを改定することで最終版の規格を完成した。JIS 原案作成の検討も開始している。

省エネルギー化に対応するための多孔質ガラスを利用した蛍光ガラスの開発については、紫外 LED と組み合わせた照明・ディスプレイデバイス作成を目的として、励起帯の長波長化を検討した。その結果、発光元素である Tb（緑）、Eu<sup>2+</sup>（青）、Eu<sup>3+</sup>（赤）に、Ce や Y などの特定の元素を添加して焼成することで、波長365 nm 以上の励起効率が向上することを明らかにした。また、多

孔質ガラスを焼成して蛍光ガラスを作製する際に反りが生じる問題があったが、焼成方法を工夫することで解決でき、焼成後も平板状のガラスを得ることが可能になった。上記の結果、発光波長375 nm の LED で励起可能な3インチ以上の蛍光ガラスを得ることができた。このガラスを用いて3インチの300 cd/m<sup>2</sup>以上のバックライトのデモデバイスを作製した。また、新規な蛍光材料の開発を目指して、ナノチューブ蛍光体の蛍光特性を検討し、良好な蛍光性能を示すことを明らかにした。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、フロン代替、環境評価、燃焼性評価、ガラス、有害物質、省エネルギー、蛍光ガラス

## ②【エネルギー技術研究部門】

（Energy Technology Research Institute）

（存続期間：2004. 7. 1～）

研究部門長：大和田野 芳郎

副研究部門長：武内 洋、上野 和夫、

長谷川 裕夫

上席研究員：横川 晴美

主幹研究員：秋葉 悦男、赤井 誠、

斎藤 郁夫、幸坂 紳

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5、つくば東、つくば西

人 員：138名（135名）

経 費：1, 639, 029千円（557, 881千円）

概 要：

### 1. ミッションと目標

地球温暖化防止とエネルギーの安定供給確保の両立を通して持続的発展可能な社会を実現することを目標とし、太陽光、水素、クリーン燃料等のクリーンエネルギーの研究開発、燃料電池を中心とする高効率な分散型エネルギー源と、これらのネットワークにより電力・ガス・熱を効率的に柔軟にマネジメントする分散型エネルギーネットワークの研究開発を行う。これにより、高効率・低環境負荷で柔軟性・利便性の高いエネルギーを供給する総合エネルギー産業の創出に貢献する。

### 2. 主要研究項目

上記目標を実現するため、中期目標「分散型エネルギーネットワーク技術の開発による CO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上」を掲げ、以下の主要研究項目について研究開発を行う。

#### 1) 分散型エネルギーネットワーク技術

高いエネルギー利用効率と柔軟性を目標とする分散型エネルギーネットワークの構成要素技術、およ



び統合制御・運用技術を開発する。

## 2) エネルギーデバイス・材料技術

高度なエネルギー材料技術に立脚し、高性能固体酸化物形燃料電池、熱電変換素子、電力貯蔵キャパシタ等のエネルギーデバイスを開発する。

## 3) クリーンエネルギー技術

太陽光エネルギー利用、水素の製造と高密度貯蔵、化石資源のクリーン化等の技術を開発する。

## 4) 革新的エネルギー技術

新たな展開やブレークスルーをもたらす革新的、萌芽的エネルギー技術の研究にも、積極的に取り組む。

-----  
外部資金：

経済産業省

地球温暖化問題対策調査

「二酸化炭素隔離技術の普及方策に関する国際的動向調査」

産業技術研究開発委託費

「SOFC 単位セルアッセンブリー試験方法に関する標準化」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託費

「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」「水素安全利用等基盤技術開発」「固体酸化物形燃料電池研究開発」「太陽光発電システム未来技術研究開発 高効率・集積型色素増感太陽電池モジュールの研究開発」「ハイパーコール利用高効率燃焼技術の開発」「低抵抗・高イオン拡散性ナノポーラス電極による高出力型2次電池の研究開発」「エネルギー使用合理化技術戦力的開発」「次世代高効率石炭ガス化技術開発」等

文部科学省

原子力試験研究委託費「レーザー加速電子ビームの高度化と利用技術に関する研究」等

財団等

「測位用擬似時計技術開発」「高エネルギー密度界面を用いた大容量キャパシタの開発」「CO<sub>2</sub>の海洋中への溶解・拡散に関する数値実験」等

発 表：誌上発表336件、口頭発表555件、その他43件  
-----

## エネルギーネットワークグループ

(Energy Network Group)

研究グループ長：山口 浩

(つくば中央第2)

概 要：

エネルギー利用効率の改善や炭酸ガス排出の削減、化石燃料への依存度低減、需要側・供給側双方の多様

な要求の実現など、エネルギーを取り巻く種々の要望をかなえるために、分散型エネルギー源の導入と普及が期待されている。しかし、電力やガスなどの既存のエネルギーのネットワークは、分散型のエネルギー源の導入を想定していないため、分散型エネルギーの導入に制約を生じてしまう。こうした制約を打破し、分散型エネルギー源を大規模かつ有効に用いるためには、個別機器の制御運用だけでは限界があり、多数のエネルギー機器をネットワーク化して運用することにより、系統全体の安定化を図る技術が必要である。そこで、分散電源を大規模に導入した場合の電力系統の電圧安定化や需給バランス維持のための制御・運用技術、定置式燃料電池を利用した電気・熱・水素によるネットワーク化技術、エネルギーの発生・輸送・貯蔵・消費に関わる機器群の最適マネジメント技術などの開発を進め、エネルギーシステム全体のエネルギー利用効率と設備利用率の向上を図る。こうした技術は、今後、途上国を中心に深刻化すると懸念されるエネルギー・環境問題の解決にも寄与する技術である。

## エネルギー社会システムグループ

(Socio-economics and Policy Study Group)

研究グループ長：西尾 匡弘

(つくば東・西)

概 要：

長期的視点に立って、新しいエネルギーシステムの導入シナリオや社会経済的側面等について研究する。具体的には、基盤的研究や広範な調査研究により取得する評価データに基づいて、次のような分野を推進する。(1)再生可能エネルギーの水素によるエネルギー貯蔵を組み込んだ最適エネルギーシステム、(2)技術の社会的受容性や地域への分散電源の導入促進に係る制度的側面、(3)二酸化炭素の回収隔離に関する政策研究、(4)エネルギー経済モデルなどを用いた長期的エネルギーシナリオの分析、および(5)技術導入による社会へのインパクトに関する研究。これらの研究開発を通じて、国内外の研究者や政策担当者とのネットワークも醸成し、国際戦略的視点をも踏まえて、エネルギー技術政策及びそれとリンクした二酸化炭素削減に係る政策を支援・提言する役割を果たす。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 熱・流体システムグループ

(Thermal and Fluid System Group)

研究グループ長：宗像 鉄雄

(つくば東・西)

概 要：

省エネルギーの推進に資するとともに、自然熱、人工的な排熱等の利用促進を図り、新エネルギーの活用・導入、CO<sub>2</sub>削減、エネルギー資源枯渇化対策等への

貢献を進めており、分散型エネルギーシステムを構成する基盤技術である熱流体システムの高度化や熱流体システムの革新的利用技術の開発を目指して、個々の構成要素技術や制御技術の開発及びシステム化等を行い、熱・流体システムの導入普及を図ることをグループの目標としている。具体的なテーマとして、混合媒体を用いた環境調和型ヒートポンプの研究開発、SOFC とのコンバインドサイクルを目指した高効率スターリングエンジンの研究開発、氷粒子の凝集抑制による冷熱輸送媒体の高機能化に関する研究開発、中空カプセル製造へのマイクロバブル応用技術の研究開発、圧縮性多成分系流体の臨界点近傍における極限環境での熱・物質輸送に関する研究開発、電磁場を用いた熱流体制御技術の研究開発、物質の相変化やそれに付随する過冷却現象を利用した温熱蓄熱材料に関する研究、大地熱源家庭用冷暖房・給湯システムに関する研究を行っている。

#### ターボマシングループ

(Turbo machinery Group)

研究グループ長：吉田 博夫

(つくば東・西)

概要：

熱流体システムや熱機関の効率を極限まで高めることは、エネルギー技術における重要な課題である。分散エネルギーシステムの要素の一つとしてマイクロ・セラミック・ガスタービン (μCGT)、圧縮機、風力発電などを出口として想定し、流れの能動的制御に関する研究を通して、クリーンエネルギーの創生並びに無駄なくエネルギーを利用するための基盤技術確立を目指している。能動制御の研究では、高温流れ場に適用できる誘電体バリア放電プラズマアクチュエータ (DBD-PA) の開発を行い、これまで使用されてきた樹脂系誘電体の使用温度を超える500℃での安定作動に加え、さらなる高温化に関する検討を行った。また、すでに実用化した DBD-PA 用特殊高圧パルス電源の改良をおこなった。μCGT の研究では、実用化を目指しつつ、これまでの結果の整理と展望をまとめた。また、小型燃焼器に関して国際的な共同研究の可能性の検討を始めた。

風力発電の研究では、国際機関との情報交流・提案をさらに強化するための体制作りに着手した。また引き続き、日本固有の複雑地形における風特性の把握ならびに乱れモデルの検討を行った。小型風車に関しては、民間企業との共同研究を通して1 kW 級小型風車エアドルフィン性能向上のための実験を継続している。

また、コーティングや複合材料のプロセス技術を用いた、熱電発電素子や固体電解質型燃料電池セル等のエネルギーデバイスの開発にも取り組んでいる。

#### 燃焼評価グループ

(Combustion Control Group)

研究グループ長：竹内 正雄

(つくば西)

概要：

燃焼に伴って排出される有害物質を効率的に抑制して環境保全をはかることは、エネルギーの有効利用を推進する上で重要な課題である。燃焼に伴って生成するダイオキシン類、多環芳香族化合物等の有害物質生成機構には不明な部分が多いため、燃焼の最適制御による生成抑制とともに排ガス処理装置の高性能化による後処理が必要である。ところが排ガス処理装置は高性能を狙うと設置、運転とも高コスト、高エネルギー消費となるため、排出源でできるだけ生成を抑えることが必要である。そこで当グループでは、有害物質の生成機構を明らかにして本質的な生成抑制を可能にするとともに、各種燃料に対する燃焼反応の詳細を調べて、どのような状況においても有害物質の生成を抑制した燃焼が可能となることを目的に研究を進めている。具体的には、小型流動層燃焼装置や対向噴流燃焼装置を用いて、ダイオキシン類前駆物質である多環芳香族化合物やダイオキシン類そのものの生成機構と生成挙動の解明を行うとともに、レーザー分光法や数値解析を用いて、有害物質生成に関連する燃焼反応を解析する研究を行っている。また、ダイオキシン類や農薬などに代表される有機ハロゲン化合物を、触媒で無害化処理する研究、及び燃焼の重要なアプリケーションである焼却を含めて有害物質の安全な処理の研究を行っている。

#### 安全評価グループ

(Safety Assessment Group)

研究グループ長：小杉 昌幸

(つくば西)

概要：

地下貯蔵施設の断層監視技術について、3ヶ所で断層の三次元挙動を継続監視し、プレート挙動と岩盤内三次元ひずみ挙動との関係を明らかにした。また、ノルウェーとの国際共同研究において監視網の構築を進め、産総研特許技術の移転（計測技術輸出）を達成した。エネルギー事業所などの環境対策技術の導入評価法について、改正省エネ法などに適応した対策導入シナリオとして「全体管理」の産総研独自手法を自治体に広報し、その普及を進めた。併せて、自治体などから施設のエネルギー消費データを集積し、エネルギー効率のデータベースや削減実績データベースを構築し、削減余地分析や費用対効果分析が日本環境学会より明らかにされた。また、産総研データベースの利用のため、ノウハウ実施契約の締結、産総研創業ベンチャー「エスラボ」による知的財産実施などを進めた。エネ

ルギー事業所などのための対策技術開発として、自己防災機構及び通気口閉塞防災材料の実験的な検討を共同研究で行い、熱風・火炎に曝された場合に通気口を閉塞する類焼防止技術の実用化開発と成果普及を進めた。

#### 宇宙技術グループ

(Space Technology Group)

研究グループ長：阿部 宜之

(つくば中央第2)

概 要：

宇宙環境の有するポテンシャルを活かして、エネルギーと環境の調和を図り、社会生活に還元することを目標として研究開発を進めている。宇宙の位置的ポテンシャルを利用する視点から、従来にない正確な位置情報、時間情報を供給可能な、準天頂衛星の基盤技術に関する研究を実施している。エネルギー技術という視点から、宇宙で得られる安定な太陽エネルギーを、地上へ基幹電力として供給する新技術について、基盤技術開発を実施している。また、宇宙利用を主目的とした技術を、地上技術としてスピノフさせるために、無重力で顕在化する特異な表面張力挙動を積極的に用いた、パワーエレクトロニクス、マイクロエレクトロニクス等の汎用冷却技術に関して研究を実施している。

#### 燃料電池グループ

(Fuel Cell Group)

研究グループ長：横川 晴美

(つくば中央第2・5)

概 要：

燃料電池の中でも固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は発電効率が最も高く排熱の有効利用が可能であること、長期安定性に優れていること、低コスト製造技術の開発に成功していることからその実用化が待望されている。天然ガス以外のジメチルエーテル、灯油などの多様な燃料を用いるための基盤技術、小型・軽量でも発電効率が高く、起動停止特性・負荷変動応答特性の優れた燃料電池を製造するための基盤技術の開発を行っている。燃料電池は従来のエネルギー変換技術にはない革新性・総合性をもっているため、発電効率の導出法に焦点をあてた規格・標準化のための研究を行いその普及に備えている。

研究テーマ： テーマ題目 2

#### 熱電変換グループ

(Thermoelectric Energy Conversion Group)

研究グループ長：小原 春彦

(つくば中央第2)

概 要：

熱電変換は特殊な半導体や金属 (熱電材料) を用い

て熱エネルギーと電気エネルギーを直接変換する技術である。熱電材料に温度差を与えると起電力が発生する効果 (ゼーベック効果) を用いて、熱エネルギーから電気エネルギーを取り出したり、逆に熱電材料に電流を流すことで吸熱現象を起こす効果 (ペルチェ効果) を用いて物を冷やしたりすることができる。また、熱電変換は温度が低く捨てられている低品位な未利用排熱でも、電気エネルギーに変換することができる。当グループでは、未利用排熱を効率よく電気エネルギーとして回収するための材料とデバイスの開発を進めている。さらに、熱電変換用の材料評価技術、デバイス性能評価技術の開発にも力を入れている。様々な分野で捨てられている排熱を熱電変換で電気エネルギーとしてリサイクルすることで、大規模な省エネ効果が期待されている。

研究テーマ： テーマ題目 3

#### エネルギー貯蔵材料グループ

(Energy Storage Materials Group)

研究グループ長：羽鳥 浩章

(つくば西)

概 要：

電力貯蔵は、エネルギー利用の多様化と高効率化のために重要な技術の一つであり、二次電池やキャパシタなどの電力貯蔵デバイスが、ハイブリッド車や電力需給の平準化などに用いられている。炭素材料は、次世代エネルギーシステムの中ですでに重要な役割を果たしている、リチウム電池や燃料電池などの先進デバイスにおいて、無くてはならない材料として近年脚光を浴びているが、当グループでは、長年培ってきた炭素材料のナノ構造制御・解析技術を生かして、21世紀の分散型エネルギーシステムにおいてその実用化が期待されている、キャパシタ用高性能電極の開発を行っている。また、革新的省エネルギーシステムの要素技術となりうる水素製造技術や水素貯蔵技術に関しても、先導的な研究を行っている。

#### ナノエネルギー材料グループ

(Nano Energy Materials Group)

研究グループ長：本間 格

(つくば中央第2)

概 要：

持続可能社会の基盤はエネルギー技術であると認識し、高機能材料をベースとした再生可能エネルギー技術の開発研究を目的としている。再生可能エネルギー技術を構築するためには、従来にない安価・効率的・革新的なエネルギー材料の開発が必要であり、高効率で発電する高分子型燃料電池や、高速充放電が可能な高出力リチウム2次電池等のクリーンな次世代型エネルギーデバイスを、広く産業界・民生用途に供与しな



なければならない。当グループでは、これらの革新的エネルギー技術実現のために、ナノテクノロジーと先端材料科学の手法を取り入れ、特に、最重要な研究テーマとして高出力型電池の実用化を目標とし、高速電荷移動が可能な電極の創製を目指してナノ結晶やナノポーラス構造の活物質（ナノ構造電極）の新規合成法を開拓し、通常のリチウム2次電池に比べて100倍程度高速に充放電可能な電池材料開発を行う。また、機能性材料のナノ構造制御を生かした熱電変換材料、燃料電池用電解質薄膜や大容量キャパシタなどの基盤エネルギー材料の研究開発も行っている。

### 超電導技術グループ

(Superconductor Technology Group)

研究グループ長：山崎 裕文

(つくば中央第2)

概要：

超電導技術グループでは、液体窒素温度で電気抵抗がゼロとなる高温超電導酸化物の電力機器などへの応用を目指して、超電導材料の作製・評価技術、冷却技術、電流リードなどの研究を行なっている。特に、電力系統の短絡事故時に大きな抵抗を発生して事故電流の増大を抑制する限流器に注目し、大面積薄膜を用いた限流素子の開発を進めている。

下記の重要研究テーマ以外の成果を以下に記す。大面積パルスレーザー蒸着法で作製した  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  (YBCO) 薄膜の臨界電流密度  $J_c$  の磁界角度依存性の測定から、膜厚増加に伴う  $J_c$  低減の主因がランダムピンの効率の低下であること、多層化によってそれが抑制できることを明らかにした。また、複素関数論の手法を用いて、超電導/強磁性テープ線材における電流・磁界分布を解析的に求める理論を構築し、磁化率や交流損失等の電磁特性について理論解析を行って、それらが実験結果と良く一致することを確認した。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5

### パワーレーザーグループ

(Power Laser Group)

研究グループ長：三浦 永祐

(つくば中央第2)

概要：

超短パルス超高強度レーザーやパルスパワー装置を用いてエネルギーを時間的・空間的に集中して物質に照射することによって、これまで実現できなかった超高強度電磁場、超高密度、超高温、超高压を持つエネルギー密度の高いプラズマを作り出すことができる。この様な高エネルギー密度プラズマ中での電磁現象、量子力学現象の解明を進め、その応用を目的とした革新的エネルギー利用技術の研究を実施している。

医療、先端計測等への応用が期待される小型高エネ

ルギー粒子加速器、高輝度 X 線・ガンマ線源の実現を目指して電子加速、陽子加速の研究、その基盤となる超短パルス超高強度レーザー技術の開発を進めている。また、パルス電子ビームによって生成される大気圧プラズマを用いた難分解性ガスの高効率、大容量処理技術の研究も進めている。

### プラズマフロンティアグループ

(Plasma Frontier Group)

研究グループ長：平野 洋一

(つくば中央第2)

概要：

これまで当グループの中心研究課題であった、簡略型核融合発電炉の実現を目指した逆磁場ピンチ方式による高温プラズマの磁場閉じ込め研究（原子力試験研究 高効率磁場核融合の研究）は、平成18年度をもって終了した。平成19年度は、この逆磁場ピンチプラズマ研究の終了に伴う、大型逆磁場ピンチ実験装置 TPE-RX の解体・撤去、ならびに実験室の整理作業を行った。大容量コンデンサ電源は他の目的への使用のため移設し、TPE-RX 装置本体は廃棄した。昨年度から2年計画で開始した「アルファ粒子計測用高電流密度ヘリウム水素正イオンビーム源の評価」（科学研究費補助金）を引き続き実施し、国際熱核融合実験炉 (ITER) への貢献として、当グループで開発した高パワー原子ビーム装置を用いた、ITER のヘリウム粒子計測に用いられる MeV 級ヘリウム原子ビーム用のヘリウム水素イオン ( $\text{HeH}^+$ ) 源の開発を行った。新規の課題として「高電流密度多種イオンビームシステムの開発に関する研究」（原子力試験研究）を新たに立ち上げ、低エネルギー多種イオンビームの研究のための、ビーム用電源と炭素イオン供給装置の開発を開始するとともに、イオンビームの高繰り返し照射によるタングステン表面の損傷試験を実施した。さらに、プラズマプロセッシングなどを目標とするプラズマ装置開発に関する基礎研究を実施した。

### 水素エネルギーグループ

(Hydrogen Energy Group)

研究グループ長：秋葉 悦男

(つくば中央第5)

概要：

水素エネルギー社会を実現するためには、気体で希薄なエネルギーである水素の効率的な輸送貯蔵法を確立することが必須である。水素貯蔵材料は、液体水素をしのぐ体積水素密度で水素を貯蔵・輸送できる材料であるため、水素自動車の燃料タンクを始めとする、多くの用途に利用されると期待されているが、現状では質量水素密度が十分ではないことが課題とされている。そのため、当グループでは、軽量な水素貯蔵材料

の開発を進め、世界最高レベルの約3質量%の水素吸蔵量を持つ材料の開発に成功し、さらに軽量な金属からなる新規材料の提案及び開発を目指している。また、材料開発に欠かすことのできない指針を基礎基盤的側面から提供するため、水素貯蔵材料のナノ構造及び結晶構造を、独自で開発した水素雰囲気下 (in-situ) における X 線回折法、中性子回折法、陽電子消滅測定法を初めとする各種測定法を駆使して解析している。

#### 太陽光エネルギー変換グループ

(Solar Light Energy Conversion Group)

研究グループ長：杉原 秀樹

(つくば中央第5)

概 要：

太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を最終的な目標とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池、及び太陽光エネルギーを利用して水を直接分解し水素を合成する人工光合成について研究を行っている。色素増感太陽電池については、モジュールを構成する単セルの高効率化を目指した技術開発を中心に、高効率化・耐久性の向上に向けた基礎的知見を得ることを目指している。具体的には、増感色素、酸化物半導体電極の開発、セル構成法の開発を行い、光電流、光起電力向上を実現するとともに、異なる波長範囲の光エネルギーを効率良く変換する複数のセルを組み合わせるタンデムセル化の要素技術を開発し、2020年までに単セルの変換効率15 %以上の実現を目標としている。人工光合成については、水を水素と酸素に完全分解するための高性能光触媒材料の開発、反応機構の解明、可視光を高効率で利用する反応システムの設計等を行い、光触媒の水素製造システムの実現可能性について検討している。

研究テーマ：テーマ題目 6、テーマ題目 7

#### 新燃料グループ

(Advanced Fuel Group)

研究グループ長：鷹觜 利公

(つくば西・第5)

概 要：

重質炭化水素資源（石炭・重質油等）のクリーン化技術、高度変換技術、及びそれらの利用技術に関する研究を行っている。褐炭から瀝青炭までの高範囲の石炭から製造可能なハイパーコール（無灰炭）は、灰分を含まないために、従来困難とされてきたガスタービンへ直接燃焼利用することが可能と考えられている。特に資源量が豊富で安価な低品位炭からの高効率製造技術に関する研究開発を行っている。さらに、ハイパーコールの新規用途拡大として、高性能コークス製造のための粘結材、及び低温触媒ガス化用燃料への応用

展開を目的とした基礎的研究を行っている。また、今後の重要な炭素資源として位置付けられている重質油からのクリーンな軽質油燃料製造を目的として、溶剤処理を用いた凝集緩和法、水蒸気を用いた触媒分解法等による軽質化技術の開発、及びそうした重質油からの脱硫技術に関する基礎研究を行っている。

#### クリーンガスグループ

(Clean Gas Group)

研究グループ長：鈴木 善三

(つくば西)

概 要：

石炭・バイオマスなどの有機物をクリーンに、かつ、高効率で使用することを目的として、化石燃料・バイオマス等のガス化ならびに燃焼技術に関わる研究を実施している。平成19年度に終了した「石炭利用 CO<sub>2</sub>回収型水素製造技術開発」は石炭等の有機物と高温高压水蒸気を反応させて水素と CO<sub>2</sub>に変換すると同時に、生成する CO<sub>2</sub>を CaO により固定化することで高純度の水素を得る新規プロセスの開発が目的で、50 kg/day ベンチプラントによる連続運転試験を行い、プロセス設計データを取得した。また、高効率の次世代石炭ガス化装置の開発のための基礎研究として、2塔式循環流動層ガス化装置の開発を行っている。この他に、加圧流動層燃焼装置を用いた下水汚泥の新規焼却システムなど、固体を含む多相系の反応装置を中心としてエネルギー・環境問題に資するための研究を行っている。

#### 【テーマ題目 1】自然エネルギー・水素統合システムの開発（部門重点化課題、共同研究）

【研究代表者】前田 哲彦

【研究担当者】赤井 誠主幹研究員、伊藤 博、  
前田 哲彦（エネルギー社会システムグループ）、  
中納 暁洋（熱・流体システムグループ）、安芸 裕久、近藤潤次（エネルギーネットワークグループ）

#### 【研究内容】

水素エネルギー技術に関しては、利用段階でのクリーンさを強調した車載用及び定置型の PEFC に重点が置かれた国家プロジェクトが進められている。一方、水素は、電力という二次エネルギーから水の電気分解により容易に製造でき、化学反応を通じて電力を発生して再び水に戻るという可逆性を有しており、このエネルギー媒体としての特徴を有効に利用し、既存のエネルギーシステムと有機的に統合させることで、エネルギーシステムの強靱性を増すとともに、新たな付加価値を生み出せる可能性を実証することを目的としている。

上記のような考え方に基づいたシステムを実現させる

ための研究要素として、水電解と燃料電池の機能を同一場所で発揮させることのできる可逆セル、水素の貯蔵／供給と冷熱回収が行える水素吸蔵合金タンクといったハード面の課題と共に、システム全体を最適化統合するためのマネジメント技術の開発、民生・業務・運輸等の各分野を含むエネルギー融通網における、連携運用や需給バランス確保のための制御技術の開発などを実施している。

これまでに、電気出力5 kW の水電解-水素貯蔵-燃料電池システムを建設し、コンポーネントテストに基づいた要素機器およびトータルシステムとしての効率化を行った。また、出力1 kW 級で、既存の水電解装置、燃料電池と性能的に遜色のない可逆セルスタックの開発に成功した。さらに、太陽電池による水素製造システムの制御方法について提案し、その方法について実測データからのシミュレーション及び2.6 kW 相当の実験装置において、高い変換効率を持つことを実証した。

さらに、①変動する水素供給および需要に対応可能な水素貯蔵装置の開発、②可逆セルの運転性能について、特に流路構造の影響に着目した検討とモデル化を実施するとともに、風力発電・系統電力と水素システムによる最適な制御法などを検討する。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素、システム、水電解、燃料電池、可逆セル、太陽電池、風力発電

## 【テーマ題目2】 固体酸化物形燃料電池の研究

【研究代表者】 横川 晴美（燃料電池グループ）

【研究担当者】 山地 克彦、根岸 明、加藤 健、  
門馬 昭彦、嘉藤 徹、酒井 夏子、  
堀田 照久、Manuel Brito、  
天野 雅継、田中 洋平、岸本 治夫  
（常勤職員12名、他12名）

### 【研究内容】

1) 可搬型効率測定システムを試作し関西電力-三菱マテリアル両社が開発中の10 kW SOFC システムの発電効率等を3000時間以上にわたり計測した。また、燃料温度・圧力等の要因が測定不確かさに与える影響を調査・解析し、その大きさを見積もった。

その結果、開発した測定機器の測定不確かさは校正を適切に実施することにより燃料単位量あたりの発熱量0.12 %、燃料流量0.59 %、電力0.14 %程度まで低減することができ、測定時の測定値変動の影響を加味しても発電効率を0.3 pt 程度の不確かさで計測可能となった。これらの結果より発電効率の標準的な測定方法をまとめた。

2) ヨーロッパ等で検討されている SOFC の標準化の動向に対し、経済産業省基準認証事業の一環として SOFC 単位セルアッセンブリーの試験方法の標準化に関して、委員会を設置し、多様な形態、用途が想定

される SOFC に対して、その形態に依らず統一的な評価、標準化を可能とするための検討を開始した。また、当面1 %程度の精度で SOFC の発電性能を評価することを想定し、SOFC の燃料である水素、水蒸気、一酸化炭素、二酸化炭素、メタン等からなる混合ガスを流量については1 %程度の精度で、組成については1mol%程度の精度で安全に発生させることを目標にガス供給手法を開発し、この手法を利用して SOFC 単位セルアッセンブリー試験装置を試作した。さらに、既存の SOFC の性能から温度制御に求められる精度等について検討を行った。

3) SOFC の信頼性向上に関して4スタック・モジュール開発者と共同して5千時間程度の長時間実機テストを行い、劣化率が0.6-1.5 %/1000時間程度であることを確認し、目標とする0.25 %に達しなかった原因を運転後の実機試料の2次イオン質量分析計による解析などを行って明らかにし改善点・対策などを提示した。また、空気極多層構造間の安定性を熱力学的解析および拡散現象の観測によって考察し、セリア中間層が従来想定されていたよりも化学的に変化することを明らかにした。また、実機中の不純物濃度の時間変化を測定することにより、蓄積される不純物を明らかにしその挙動を熱力学的に予想した。特にクロムについては劣化挙動と三相界面での蓄積量とが強い相関を示すことを明らかにした。また、電解質の構造変化を観測し、従来測定されて来なかった燃料極側での変化を明らかにした。

4) 金(Au)または白金(Pt)/ガドリニウム置換セリア(GDC)ヘテロ接触界面について、酸素の移動挙動を同位体拡散および2次イオン質量分析装置(SIMS)を用いた評価法を検討し、温度およびカソード分極の影響を検討した。Au/GDC 系では、温度の上昇およびカソード分極により Au/GDC 界面近傍の幅広い GDC 表面において酸素交換反応の活性化が観測された。Au/イットリア安定化ジルコニア(YSZ)系との違いは、GDC が YSZ よりはるかに高いホール・電子濃度を持ち、GDC 表面での酸素交換反応が活発に起こったためと推察した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体酸化物形燃料電池、単位セルアッセンブリー、規格・標準化、発電特性解析、高精度効率測定技術、燃料多様化、劣化挙動、材料データベース、電極反応機構

## 【テーマ題目3】 熱電変換材料・デバイスの研究（運営費交付金、民間企業との資金提供型共同研究等）

【研究代表者】 小原 春彦（熱電変換グループ）

【研究担当者】 上野 和夫、小原 春彦、李 哲虎、  
山本 淳、太田 道広、高澤 弘幸、



木方 邦宏（常勤職員6名、他2名）

#### 〔研究内容〕

熱電変換は、半導体や金属に温度差をつけることによって、起電力が発生するゼーベック効果を用いて、電気エネルギーと熱エネルギーの直接変換を可能とするものである。しかし、熱電変換は固体の中を流れる電子や正孔を媒体とする熱機関であることから、最大の変換効率とは他の熱機関と同じくカルノー効率の制約を受ける。さらに、熱は電子や正孔以外に、固体の結晶格子を通して流れてしまうので、熱と電気の高い変換効率を達成するのはきわめて難しい。

熱電変換は、基本的に材料の特性に依存しているので、高い性能を有する材料の出現が長い間待ち望まれてきた。1990年代に入って、このような状況に一つの明かりが見えてきた。従来のビスマス・テルル化合物の性能を凌駕する新しい熱電材料が相次いで発見、開発された。特に21世紀に入ってから、薄膜やナノ構造を有する材料で、飛躍的に高い熱電性能が報告されるようになった。そこで、本研究では高効率の熱電変換を実現するための材料の研究を中心に、これを元にしたデバイス化技術や評価技術を中心に研究開発を行う。特に発電用として有望な中高温で性能の高い材料とこれらを用いたセグメント素子、さらにはマイクロ発電やデバイスの局所冷却に有望な薄膜材料の開発を行う。また、熱電材料のミクロな特性評価や熱電発電モジュールの精密な効率評価技術の開発も進める。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 熱電変換、未利用熱、ペルチェ効果、排熱利用、評価技術

#### 〔テーマ題目4〕 分散電源用超電導薄膜限流器研究開発（IP インテグレーション）

〔研究代表者〕 山崎 裕文（超電導技術グループ）

〔研究担当者〕 新井 和昭、淵野 修一郎、  
中川 愛彦、海保 勝之  
（常勤職員3名、他2名）

#### 〔研究内容〕

超電導体は、超電導状態においては電気抵抗ゼロで大きな電流を流すことができるが、ある決まった電流値（臨界電流）より大きな電流を流すと電気抵抗が発生する。それでも電流を流し続けると、発生する熱のため超電導体の温度が上昇し、常電導状態になって、さらに大きな電気抵抗を生じる。このような超電導体の特徴を生かして、通常時は抵抗ゼロで、電力系統の短絡事故時に大きな抵抗を発生して事故電流の増大を抑制するような新しい電力機器（限流器）を作ることができる。そして、配電系統に導入することを想定した場合、大面積超電導薄膜を用いる超電導薄膜限流器が、信頼性・性能（高速応答など）・体格・大容量化への拡張性の観点から優れている。

産総研では、これまで、交流超電導電力機器基盤技術研究開発（平成12-16）、超電導薄膜限流器研究開発（平成17-18）などのプロジェクトにおいて、超電導薄膜限流器の中核となる要素技術（大面積超電導薄膜作製技術・評価技術、限流素子作製技術、冷凍システム）の開発を行ってきた。その間、数多くの研究発表を行い、重要な特許を出願・取得してきたが、そのようなアウトプットを超電導薄膜限流器の実用化と言うアウトカムにつなげるためには、要素技術の開発を行うだけでなく、それらを統合してプロトタイプを完成させ、世間にアピールして行くことが重要である。

本研究では、先進製造プロセス研究部門でこれまで開発してきた塗布熱分解法によるサファイア基板上大面積超電導薄膜を多数作製するとともに、エネルギー技術研究部門で、合金分流保護層を有する独自方式大容量密度限流素子の大容量化技術を開発して、限流素子モジュールを製作する。さらに、超電導機器実装技術を有するパワーエレクトロニクス研究センターの協力により、多数の素子モジュールを接続して極低温容器内に実装することによって、限流器プロトタイプモデルを製作する。その容量は、実際に分散電源サイトに導入できるものであり、かつ、従来デバイスに対して超電導限流器の優位性を主張できる、3相6.6 kV/200 A 級とする。このモデルを用いて、液体窒素冷却時における熱侵入の測定、定格電流通電試験、限流特性試験などを行う。

超電導技術グループでは、金銀合金分流保護層を用いて40V<sub>peak</sub>/cm 以上の非常に高い耐電界強度を持つ超電導薄膜限流素子を実現し、低コストの薄膜型超電導限流器を開発するための研究を行ってきた。平成19年度は、素子を構成する超電導薄膜の臨界電流にばらつきがあっても、超電導テープを用いて接続抵抗を低減すれば、並列接続した場合に個々の薄膜の臨界電流の和に相当する定格電流を流せることを示した。さらに、液体窒素中で利用可能なコンデンサを並列接続して、クエンチの瞬間に超電導薄膜に発生する急激な電圧の上昇を軽減することにより、超電導薄膜を保護できることを見いだした。このような並列接続技術・薄膜保護技術の開発により、限流素子の200 A<sub>rms</sub> 級までの大電流量量化に成功した。2.7 cm×20 cm の大面積 YBCO 薄膜を用いて、500 V/200 A 級素子モジュールを作製し、所定の限流性能を確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 限流器、超電導薄膜、YBCO、限流素子、合金分流層

#### 〔テーマ題目5〕 新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー使用合理化技術戦略的開発/ エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発「コンビナートの高効率エネルギー・マテリアル融通システムとマネージメン

## ト手法の研究開発」(山口大学と共同研究)

[研究代表者] 淵野 修一郎 (超電導技術グループ)

[研究担当者] 古瀬 充穂、我妻 洸  
(常勤職員2名、他1名)

## [研究内容]

コンビナートの会社・事業所間の配電系統を直流連系し、変圧器や送電線の抵抗損失がミニマムになるように電流を均一化制御することにより、大きな省エネ効果が期待される。また、この時に必要な直流配電機器を超電導化することにより、更なる損失低減が期待できる。しかし、平滑リアクトルや送電ケーブルのような常時大電流が通電される高温超電導機器では、銅製電流リードの損失が機器効率を低下させる要因になり得る。よって超電導機器の設計においては電流リードの損失を可能な限り正確に見積もり、少しでも小さくするよう努めなければならない。過去の金属材料電流リードの設計に関する研究をみると、その多くが Wiedemann-Franz の法則を前提にしているが、この法則は純金属で且つデバイ温度以上で成り立つもので、超電導機器用電流リードの設計には適さない。また金属材料の抵抗率と熱伝導率の文献値から電流リード性能を評価する方法は、これらの物性値が金属材料の加工履歴に依存することから、精度に疑問が残る。そこで我々は、種々の金属材料を電流リードとして利用した時の損失を窒素の蒸発法で測定し、その結果を用いて金属材料の平均ローレンツ数を求めた。平均ローレンツ数は抵抗率と熱伝導率の2つの因子を同時に持つもので、金属材料の電流リードとしての性能を表現するよい指標になる。また平均ローレンツ数を用いて、電流リードの損失が最小になるような最適設計が簡単に行える方法を導いた。電流リードの損失をさらに低減する方法として、高温酸化物系超電導体を液体窒素温度以上の温度域で利用する方法の検討を行った。市販の Bi 系超電導線を束ねたものを電流リードとした場合、高純度銅製の電流リードに比べて2 %程度損失が小さくなることが実験的に示された。超電導体と金属材料の複合によりさらに数%の損失低減効果が期待できる。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 直流連系、超電導機器、電流リード、損失低減

[テーマ題目6] 高性能色素増感太陽電池の研究開発  
(運営費交付金、新エネルギー・産業技術総合開発機構委託費、科学研究費補助金)

[研究代表者] 杉原 秀樹 (太陽光エネルギー変換グループ)

[研究担当者] 春日 和行、佐山 和弘、北尾 修、  
草間 仁、小野澤 伸子、柳田 真利、  
船木 敬、小島 猛、柳澤 武、倉重 充彦、吉田 知晶、井上 真美  
(常勤職員10名、他3名)

## [研究内容]

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的として、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について検討し、高効率な光電変換を実現するための技術開発を行っている。増感色素の設計合成、酸化チタンを代表例とする酸化物質半導体電極の製造技術、酸化還元電解質溶液の構成・調製法、対極、セル構成法等の要素技術について検討し、世界最高水準の光電変換特性を持つ色素増感太陽電池を開発する。平成19年度は、モジュールを構成する単セルをさらに高効率化することを目指し、新規高性能ルテニウム錯体色素の開発、半導体電極、電解質溶液系の最適化を行った。また、セル性能の経時劣化要因の解析を行い、温度、光強度やセル構成法が影響を与えることを明らかにした。具体的には新規シクロメタル化ルテニウム錯体、有機発色団をもつ新規ルテニウム錯体などを開発し構造と性能の関係について検討し、その結果、近赤外部900 nmでの光電変換量子効率10 %という大きな効率を実現した。また、異なる波長範囲の光エネルギーを効率良く変換できる複数の太陽電池を組み合わせるタンデムセル化による高効率実現に向け要素技術の開発を行っている。タンデムセルのトップセル用に透明性の高い酸化チタン電極作成技術を開発することによりタンデムセルとしては世界最高の変換効率である11 %を実現した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 太陽電池、色素増感太陽電池、酸化チタン、ルテニウム錯体

## [テーマ題目7] 人工光合成技術の研究開発 (運営費交付金、新エネルギー・産業技術総合開発機構助成金、新エネルギー・産業技術総合開発機構委託費、住友財団基礎科学研究助成金)

[研究代表者] 杉原 秀樹

(太陽光エネルギー変換グループ)

[研究担当者] 佐山 和弘、小西 由也、柳田 真利、  
荒井 健男、堀口 真澄、林 宏樹、  
春日 和行、姫田 雄一郎、宮澤 暁  
(常勤職員7名、他3名)

## [研究内容]

太陽光エネルギーの効率的な利用技術の確立を目指し、自然が巧妙に行っている光合成プロセスを手本として、太陽光エネルギーと水と炭酸ガスから、クリーンエネルギーである水素や炭化水素等の有機系資源の製造を可能とする、人工光合成技術の開発を行っている。特に、太陽光エネルギーの大半を占める可視光エネルギーを利用

した水の分解による水素製造技術や、光還元固定プロセスによる炭酸ガス固定化、再資源化に関する技術開発を行い、実用化のための基礎的知見を集積する。

光触媒について平成19年度は、実用化に有利な薄膜光触媒電極系の研究に重点を置いた。二酸化チタンを超える活性を持つ、高性能な新規可視光応答型の半導体光触媒を開発するため、独自の光電気化学的手法を用いた高速自動半導体探索システムを用いて新規な可視光応答光触媒である  $\text{CuBi}_2\text{O}_4/\text{WO}_3$ を開発し、アセトアルデヒドやギ酸などの環境汚染物質の分解に関して、完全酸化活性という意味では従来の二酸化チタン系触媒の5倍以上の高い活性を実現した。

炭酸ガスの均一系錯体触媒による、水媒体中での水素化反応については、独自に開発した世界最高性能の触媒活性をもち、反応後容易に回収可能な特徴を有する、水酸基を持つハーフサンドウィッチ型ビピリジンイリジウム錯体について検討を行い、その反応機構を明らかにした。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 太陽光エネルギー、可視光、光触媒

## ②【情報技術研究部門】

(Information Technology Research Institute)

(存続期間：2005. 7. 15～)

研究部門長：橋田 浩一

副研究部門長：戸村 哲

主幹研究員：坂上 勝彦

主幹研究員：樋口 哲也

所在地：つくば中央第2、秋葉原サイト、臨海副都心センター

人 員：68名 (67名)

経 費：1,163,208千円 (547,972千円)

概 要：

部門のミッション

情報技術研究部門は人間の生活世界における実問題をその意味に基づいて解決するための、使いやすい先端情報技術の創出と普及を目指します。

部門の概要

当研究部門は、人間の生活世界における実問題の解決に資する先端情報技術の創出と普及をミッションとして、情報処理研究部門、サイバーアシスト研究センター、知能システム研究部門の一部が統合して2004年7月15日に発足しました。生活世界の具体的な意味内容（コンテンツ）に即して情報通信基盤技術と知能情報処理技術とを融合した研究開発を行い、生活世界の意味をデジタル情報化・資源化（すなわち情報コンテンツ化）し、それを実問題に適用することで新たな意

味や価値を創造し、人間の安心・安全・快適な生活に寄与する知的な情報技術を構築することを目標とします。常勤研究者約70名が、つくば研究センター、産総研秋葉原サイト、臨海副都心研究センターを主たる拠点として研究活動を展開しています。

挑戦する研究課題

個人及び社会による知的活動を支援・拡張・代替する新たな情報技術に関して、生活者や社会の視点から情報の具体的な意味（コンテンツ）に即して高度な技術を擦り合わせるコンテンツドリブンな戦略で研究開発を行います。このようなコンテンツの種類に応じて以下を行います。

1. 文書やソフトウェアの知的生産性を向上させ、知識や社会にまつわる実問題の解決に資する情報技術に関する研究
2. 生活世界のデジタル情報化・資源化によって、生活を支援するソリューションを提供する情報技術に関する研究、の2つの求心力のある研究テーマを設定する。
3. これらに共通する基礎的・基盤的な情報技術や理論に関する研究とも連携し、全体としての問題解決を指向した大きな統合を目指します。

運営の基本方針

研究分野間の壁をなくすことを運営の基本方針とします。すなわち、基盤技術の研究者と応用技術の研究者、異分野の研究者との議論を深め、お互いの研究内容に関する相互理解により、視野を広げることに努めて研究を推進します。

そのために、コンセプトとしての求心力を持った横断的研究テーマを設定し、具体的な連携を実施する横断的な研究プロジェクトにより、従来の個別の要素技術を超えた斬新なシーズの創出と高度な技術の擦り合わせを推し進めます。

また、事前に想定したターゲットに向かって擦り合わせるだけでなく、ニーズとのディスカッションによる擦り合わせ作業の中で新たなアウトカムを見いだすにコンテンツ駆動型の研究アプローチを推進します。

本研究部門は、3つの研究ユニットの融合研究部門であるため、部門自体の方針として上記のような分野連携を標榜しています。しかし、これはユニット間連携をエンカレッジすることと同値であり、日々の研究活動はもちろんのこと、内外プロジェクト提案、広報活動、研究インフラ活用等、あらゆる面でユニット間連携を推進します。

将来の展望

生活世界の諸課題に対する情報サービスや支援を、コンピュータと人間とを融合する技術体系として創出し、成果を社会に様々な形で普及させ、産業や社会の持続的発展に貢献します。これを実現するために、研究者自身が相互理解を深め、視野を広げ、研究分野間



の壁をなくすことにより、既存の要素技術の発展では対応できない問題の解決と、新たな技術体系の構築を目指します。

-----  
外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金 基盤B：「Webからの研究者ネットワークの抽出」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤C：「対話型インタフェースに対して有効に働く音源分離技術に関する研究開発」

文部科学省 科学研究費補助金 若手B：「なめらかな粒度の情報を扱うユビキタス・インタフェースの研究」

文部科学省 科学研究費補助金 若手B：「ソーシャルネットワークを用いた情報推薦」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤A：「マルチメディア型会議録の構造化に関する研究」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委託 重要課題解決型研究等の推進：「生活者支援のための知的コンテンツ基盤」

総務省 戦略的情報通信研究開発推進：「CDL(Concept Description Language)の仕様策定と標準化」

総務省 戦略的情報通信研究開発推進：「モバイルアドホックネットワークにおけるスケーラブルグループメンバー確認技術に関する研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金：「人の社会的関係を考慮した情報提供に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 戦略の先端ロボット要素技術開発プロジェクト：被災建物内移動RTシステム（特殊環境用ロボット分野）、閉鎖空間内高速走行探査群ロボット

文部科学省 科学研究費補助金 若手B「形式仕様開発支援環境の研究」

文部科学省 科学研究費補助金 若手B「錘によるパターン識別方法に関する研究」

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業「構造物診断用RFIDタグシステムの研究開発」

文部科学省 科学技術振興調整費 重要課題解決型研究等の推進「組み込みシステム向け情報セキュリティ技術」

経済産業省 戦略的技術開発委託費「インテリジェント手術機器研究開発プロジェクト」

総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度「超高速ネットワークに対応した悪意ある通信の遮断技術の研究開発」

文部科学省 平成19年度安全安心科学技術プロジェクト「有害危険物質の拡散被害予測と減災対策研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤B「アクションと連動する衣類状態の視覚認識に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤B「不特定多数のユーザが音声認識誤りを訂正した結果を活用した音声情報検索に関する研究」

発表：誌上発表143件、口頭発表195件、その他38件  
-----

## 情報流デザイングループ

(Fluid Information Design Group)

研究グループ長：橋田 浩一

(秋葉原サイト)

概要：

ユビキタスコンピューティング環境に関する多くの研究が行われているが、真に誰もがどこでもいつでも使えるユニバーサルなインタフェース技術はまだ登場していない。そこで当グループは、ユビキタス環境において人間が様々なシステムを利用するときにも最も重要な「情報流」の制御に必要なインタフェース手法/検索手法/コミュニケーション手法の基礎技術を開発する。また、ユビキタス社会を実現するために、情報流の視点から基礎技術を統合した斬新かつ実用的なシステムの研究開発を行い、セキュリティシステム、Web上の新しいコミュニケーションシステムを提案する。

研究テーマ：テーマ題目1

## メディアインタラクショングループ

(Media Interaction Group)

研究グループ長：浅野 太

(つくば中央第2)

概要：

音響信号処理・音声認識・画像処理・統計的学習・音楽情報処理などの要素技術を統合し、実環境ロバスト性・ユーザ/環境適応性を備えたヒューマンインタフェースの開発を目標としている。具体的には、ロボ

ットの音声インタフェース、会議録のデジタルアーカイブ作成・再生支援、音声情報支援・音楽再生インタフェースなどの開発を目標としており、学会発表などアカデミックな分野での活動だけではなく、企業などと連携して、現場に近い環境でのシステム開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### マルチエージェント研究グループ (Multi-Agent Research Group)

研究グループ長：車谷 浩一

(臨海副都心センター、つくば中央第2)

概 要：

マルチエージェント、すなわち個々の主体（エージェント）が自律的・独立に行動・動作・計算を行い、主体の集まり全体として柔軟かつ効率的に目的を達成するようなシステムに関する研究開発を行う。大規模なソフトウェアをエージェントの集まりとして実現する技術、システム全体の効率と個々のエージェントの効用を両立する技術、分散センシング環境からの情報を統合して理解する技術、などの研究開発を実施する。

研究テーマ：テーマ題目 3

#### 知的コンテンツグループ (Intelligent Content Group)

研究グループ長：橋田 浩一

(秋葉原サイト)

概 要：

さまざまな情報コンテンツの意味構造を記述する枠組の設計と国際標準化、その意味構造に関連するさまざまな応用技術の研究開発、および位置に基づく通信とコンテンツの意味構造化の組合せによる情報サービス技術を開拓し、これらの普及を促進することにより、人間の日常生活と社会活動を総合的に支援する技術体系を確立する。

研究テーマ：テーマ題目 4

#### ユビキタスソフトウェアグループ (Ubiquitous Software Group)

研究グループ長：森 彰

(秋葉原サイト)

概 要：

近い将来に国民生活に大きな影響を与えることが予想される、ユビキタスコンピューティングや情報家電に代表される次世代の情報通信プラットフォームを支える基盤ソフトウェアに対して、大学でも企業でもない産総研ならではの立場から、論理的な整合性を重視しつつ、実際の応用や産業育成の観点を踏まえた研究開発を行い、ソフトウェア研究という専門性における産総研の評価を高める。研究という活動の範囲にと

どまらない、実世界の問題に適用可能な独創的ソフトウェアの創造を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 5

#### グローバル IT システムグループ (Global IT System Group)

研究グループ長：戸村 哲

(つくば中央第2)

概 要：

情報サービスをグローバルに提供し、普及させるためのソフトウェア基盤技術を開発する。とりわけ、情報サービスの中核をなす文書情報処理を世界各地の言語、文化に適応させる多言語情報処理技術の開発、安心・安全・快適に情報サービスを利用するために必要不可欠であるシステム管理運用技術の開発などをグループの目標とする。

グループの目標を達成する情報技術をソフトウェアとして実現する。その際の方法論としては実証的ソフトウェア研究の手法を採用し、設計・実現・公開・利用者の評価による改善のサイクルを用いる。これにより、実際に広く利用されるソフトウェアを提供するための場としてグループを運営する。

研究テーマ：テーマ題目 6

#### 自由ソフトウェア研究武門グループ (Free Software Initiative Research Group)

研究グループ長：新部 裕

(秋葉原サイト)

概 要：

自由ソフトウェアの研究開発と利用を実践として推進する。公的機関において公益の観点から自由ソフトウェアを位置づけ、研究開発の範を示す。我が国において自由ソフトウェアの研究開発を奨励し、活性化させる。自由ソフトウェアのソースコードが公開される利点を活かし、ソースコードを対象とした議論、論説を創出する。

研究テーマ：テーマ題目 7

#### 知識処理基盤グループ (Knowledge Processing Fundamentals Group)

研究グループ長：元吉 文男

(つくば中央第2)

概 要：

蓄積された知識に変形・推論などの操作を行う知識処理のための理論を究明する一方、教育、研究支援へ利用可能なプログラムを作成して知識処理ツール群を構築する。具体的には、工学的な問題解決のための推論に関するさまざまな知識処理手法を系統的に整理し、相互に利用可能な機能を抽出すると同時に、知識処理の理論を実現するソフトウェアツール群を開発する。

また、それらを利用して現実の工学的問題解決を支援するシステムの開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 8

#### 音声情報処理グループ (Speech Processing Group)

研究グループ長：児島 宏明

(つくば中央第2)

概要：

音声情報処理の応用の可能性は多岐にわたるが、認識の頑健性や雑音などの問題により、実生活での利用において広く浸透するには大きな壁がある。そこで、音声及び環境音など実世界の音響信号を構造的にモデル化して、記号的な情報に変換するとともに、記号領域における各種の処理手法を統合することにより、信号から意味に至るまでの変換過程における様々な手法の研究を行う。同時に、音声の分析手法やモデル化手法の精密化による認識精度の向上を目指す。このような手法に基づき、音声検索システムや音声対話システム、福祉機器、情報家電など多様な切り口で応用の可能性を探り、実用化を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 9

#### インタラクティブビジョングループ (Interactive Vision Group)

研究グループ長：永見 武司

(つくば中央第2)

概要：

空間中に分布し時間とともに変化する様々な現象について、画像データとして獲得する技術、先端的画像処理手法を基盤に理解する技術、ユーザや他のシステムとのインタラクションを重視した活用技術について研究を行っている。

本グループでは、これまで培ってきた画像認識技術に立脚して、セキュリティ、メディアアート、ロボット、GIS 等の技術分野と連携し、3D モデルを使用するコンテンツの作成支援及び実空間における非接触非拘束インタフェース実現のための3次元データ処理技術、自由形状・柔軟物を対象とする視覚情報処理技術、2値化・傾き補正、リモートセンシング等の基本的画像処理技術の研究開発を行っている。今後もこれらの取り組みによってセンシングやコンテンツ産業を主要な対象に技術的貢献を果すことを目指すと同時に、時空間情報の蓄積技術や時空パターンの抽出技術の研究開発への展開を図り、時間的広がりを持つ問題に対する空間情報処理基盤技術の確立を目指すこととしている。

研究テーマ：テーマ題目 10

#### 実世界指向インタラクショングループ

(Real World-based Interaction Group)

研究グループ長：西村 拓一

(つくば中央第2、臨海副都心センター)

概要：

実世界における人間同士及び人と着用型・環境型端末とのインタラクション技術を基盤としてコミュニティ創成及び遠隔協調作業の研究を推進する。このため、「高度情報サービスを創出する研究開発」の「人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発」において、特に実世界に密着したインタラクション技術に関しての研究を行い、環境に配置したセンサ及び人体に密着したウェアラブル機器のセンサ情報からユーザの位置、向き等を推定するデバイス及びソフトウェアを研究開発し、情報支援、作業支援を実現する。

研究テーマ：テーマ題目 11

#### 適応型システム研究グループ

(Adaptive Systems Research Group)

研究グループ長：樋口 哲也

(つくば中央第2)

概要：

有線（例：PRC;高速電力線通信）によるユビキタスなセンサネットワークを出口イメージとして、これを構築するのに必要な基盤的技術を研究開発する。具体的には、データ圧縮技術、セキュリティハードウェア技術、PLC 技術（別途、高速電力線通信連携研究体で研究開発）を主体に研究開発する。上記のユビキタスなセンサネットワークは、画像センシング、環境計測、エネルギー計測等、今後エコや安全・安心を実現する上での橋梁な新規のインフラになることが期待される。データ圧縮技術、セキュリティハードウェア技術、PLC 技術は、いずれも状況に対する適応性の高さが十分な性能獲得の上でのポイントとなる。

研究テーマ：テーマ題目 12

---

#### 【テーマ題目 1】情報流に関する研究（運営交付金）

【研究代表者】橋田 浩一（情報流デザイングループ）

【研究担当者】橋田 浩一、江渡 浩一郎、  
塚田 浩二、高田 哲司  
(常勤職員4名、他5名)

#### 【研究内容】

Web とメールを統合したシステム qwikWeb を論文化し、仮想生物共創システム Modulobe は美術館での常設展示を行い、機能追加した新バージョンを発表した。企業との共同研究による次世代物理音源は、具体的に商品化に向けて進展した。多数の招待講演・依頼講演を行い、外部の媒体にインタビューが掲載され、高い評価を得た。プレゼンテーション自動診断システムを実際の会議中の全発表に対し運用し好評を得た。産総研のプレゼンテーションシステムの研究成果を東京大学の教育現場



に応用し、講師側の意見を反映してシステムを洗練した。視き見攻撃に対する安全性を確保しうる **fakePointer** について、多数の発表を行い、2件の受賞に輝いた。また、**fakePointer** を改良し特許の追加申請を行った。

【分 野 名】 ユビキタスコンピューティング

【キーワード】 ユーザインタフェース、ユニバーサルデザイン、モバイルコンピューティング、情報検索、情報視覚化、認証、コミュニケーションシステム

## 【テーマ題目2】メディアインタラクションに関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】 浅野 太

（メディアインタラクショングループ）

【研究担当者】 浅野 太、麻生 英樹、緒方 淳、河本 満（常勤職員4名、他3名）

### 【研究内容】

企業における顧客とのミーティングや公的機関における委員会など、会議録を作成する需要は非常に多いが、小規模の会議では、議事録を作成するにはコストがかかりすぎ、ビデオなどで収録した場合は、会議の内容を把握するために、収録した内容をすべて再生する必要があり、効率が悪い。本研究では、会議において、だれがいつどういう内容を発言したかを解析し、これに基づいて、視覚化・構造化されたマルチメディアコンテンツを自動的に作成する。これにより、会議を収録したデータの中から必要な情報に効率的にアクセスしたり、会議録のダイジェスト版を作ったりすることが容易にできるようになる。本研究では、卓上の小規模な収録装置（カメラアレイとマイクアレイ）を用いて会議を収録するため、会議参加者ひとりひとりにマイクをつけるといった煩わしい作業を必要としないことも特徴のひとつである。平成19年度は、会議参加者が移動する動的な環境に対して、マイクロホンアレイとパーティクルフィルタを用いて、参加者の移動の軌跡を求めるアルゴリズムを開発した。また、人物位置認識アルゴリズムにおいて、確率的な焼き鈍し処理を加えることで、誤検出の多い実環境においても、高い精度で人物位置の推定を可能にした。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ヒューマンインタフェース、マルチメディア

## 【テーマ題目3】マルチエージェントに関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】 車谷 浩一

（マルチエージェントグループ）

【研究担当者】 車谷 浩一、野田 五十樹、幸島 明男、山下 倫央（常勤職員4名）

### 【研究内容】

センサネットワークを用いたマルチエージェントアーキテクチャベースの屋内自律型測位システムを構築した。これは実環境での安定かつ頑健な運用性を重視した実用化志向のシステムであり、現実の商業施設においてその動作を確認している。また学術発表として、第17回ユビキタスコンピューティングシステム研究会において発表を行い、優秀論文賞を獲得した。マルチエージェントをベースとした、人間を系に含むマルチエージェントシミュレーションの手法を用い、群ユーザ支援や災害時情報支援を実現するためのシミュレーションの研究開発を行った。具体的には、多数の車両間での情報共有に基づく協調ナビゲーションの有効性を示し、また災害時の避難誘導アルゴリズムの有効性を示すシミュレーション結果を得た。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 マルチエージェント、ユビキタスコンピューティング

## 【テーマ題目4】知的コンテンツに関する研究

【研究代表者】 橋田 浩一（知的コンテンツグループ）

【研究担当者】 橋田 浩一、和泉 憲明、松尾 豊（常勤職員3名）

### 【研究内容】

情報コンテンツの意味構造を基盤とした研究フレームワークのプラットフォームとしての整備を進めた。プラットフォームの利用イメージを具体的に示すため、産総研内外のプロジェクトの成果を一般公開のイベントにおいてデモ展示した。

サービス連携やコンテンツ連携、コンテンツ生成のプラットフォームを完成させた。同時に、セマンティックプラットフォームの要件として、コンテンツ共同作成システム等のグループウェア機能との統合機能が技術目標であることを明確にした。

産総研の次期情報システムの開発プロジェクトを主導し、カットオーバーの見通しを立てた。横浜市との共同研究を通じ AIST 包括フレームワークの自治体版をほぼ完成させ、新潟県庁の財務会計システムでも AIST 包括フレームワークが採用されることとなった。

企業との共同研究において、秋葉原オフィスを実証実験のフィールドとして、データ収集を介した分析と、シミュレーションを介した潜在的ニーズの表出化により、オフィスレイアウトへの設計・介入・改善のモデルを確立した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 知的コンテンツ、次期情報システム、社会ネットワーク分析

## 【テーマ題目5】情報家電ミドルウェアに関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】 森 彰

(ユビキタスソフトウェアグループ)

〔研究担当者〕 森 彰、神谷 年洋

(常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

情報住宅に関する研究では、センサデータに情報家電などの機器の操作履歴を加味して、ユーザの行動目的を推定するシステムの設計とプロトタイプ実装を行った。また、携帯電話からセンサ情報を無線通信で取得できるようにし、サーバ上で宅外での行動推定が行えるようにした。行動推定アルゴリズムの設計については、ユーザ行動モデルの記法をプロセス理論を参考にして定義し、実際の行動シナリオに基づいて分析を行った結果、その有効性を確認することができた。

有害プログラム検知に関する研究では、プログラムの振る舞い自動解析に取り組み、ボットネットワークのネットワーク接続に関する振る舞いをコード実行させることなく自動抽出することを可能にした。そして、この解析結果を木構造差分解析ツールを利用して統計処理することにより、有害プログラムの有意な進化系統樹を自動生成することに成功した。

映像コンテンツ高度利用に関する研究では、放送局および電機メーカと協同し、夏の大規模スポーツイベントにおいて、動画共有の実証実験を行い手法の有効性を確認した。共有動画を時間と場所の指定された事象データと関連付けて検索する Web ユーザインタフェースを開発し、動画を通じたコミュニケーションツールの試作を行った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 ユビキタスコンピューティング、情報家電、意味に基づく実世界インタフェース、センサネットワーク

〔テーマ題目6〕 グローバル IT システムに関する研究  
(運営費交付金)

〔研究代表者〕 戸村 哲

(グローバル IT システムグループ)

〔研究担当者〕 戸村 哲、半田 剣一、錦見 美貴子、高橋 直人、中村 章人

(常勤職員5名、他1名)

〔研究内容〕

多言語化情報技術の研究では、多言語ライブラリ m17n-lib/C を C#に移植した m17n-lib/C#の開発を開始し、多言語を表現する属性のあるテキスト mtext や多言語の属性を実現する mplist 等の基本オブジェクトが問題なく作成できることを確認した。また言語ライブラリデータベースの XML 化環境開発では、フォントのレイアウトの方法を技術する FLT、入力方法を記述する IM などの入出力データ記述用のスキーマを作成した。Linux の主要なグラフィックツールキット GTK+において多言語表示機能を提供している pango において多

言語ライブラリの表示機能を使用するためのパッケージは開発を完了した。

システム管理運用技術の研究では、平成18年度に開発したシステム運用情報を活用システムのユーザインタフェースを改良した。具体的には、検索可能なライブグリッド等のウィジェットを開発し、効率的なデータ抽出と高い操作性を実現した。適用対象の Linux を RPM 系ディストリビューション以外に広げる計画であったが、RPM 系の完成度を高めることを優先し、パッケージ自動更新システム yum との連携機能を追加した。これにより yum リポジトリを使った RPM パッケージの検索と取得が可能になった。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 多言語情報処理技術、システム管理運用技術

〔テーマ題目7〕 自由ソフトウェア開発基盤 研究開発  
(運営交付金)

〔研究代表者〕 新部 裕

(自由ソフトウェア研究武門グループ)

〔研究担当者〕 新部 裕、田中 哲、上野 乃毅

(常勤職員3名)

〔研究内容〕

自由ソフトウェア研究武門では、独立行政法人 情報技術推進機構 情報セキュリティ技術ラボラトリーと協力し、昨年度までの2年間、ソフトウェアのソースコードを読解・批評する方法論を確立することを目指した研究を行った。本年度は、この研究開発で試行開発環境として開発したソフトウェアを自由ソフトウェアとして整備し、広く一般に利用できる形とした。個々のツールは Debian GNU/Linux に採用、配布することが出来た。

昨年度までの活動はエキスパートだけを対象としていたが、本年度はこれまでの研究活動では到達できなかった初学者を含む利用者まで、対象者を広げようと試みた。

GNU/Linux の組込み利用に関して、Open Universitiy Malaysia, University of Malaysia Perlis, および NECTEC において、ワークショップを開催し、自由ソフトウェアの利点を伝え、応用の拡大を試みた。NECTEC および広東 Linux を中心 (GDLC) において、CodeFest を開催し、アジアの開発者の交流を図った。一般消費者が簡単に入手できる環境の自由ソフトウェア利用をハードディスクエンクロージャ玄箱における自由ソフトウェアの理由の面から支援した。また、自由ソフトウェア運動の哲学とライセンスについて、日本国内の大学、産業界に対し、啓発活動を継続した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 情報システム、自由ソフトウェア、システムセキュリティ、人材育成

〔テーマ題目8〕 知識処理技術の理論と応用に関する研

# 究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 元吉 文男、戸村 哲

（知識処理基盤グループ）

〔研究担当者〕 元吉 文男、磯部 祥尚、小方 一郎、  
秋葉 澄孝、実近 憲昭  
（常勤職員4名、他2名）

## 〔研究内容〕

論理学の理論を応用した問題解決手段への適用では、論理学における意味論を論理プログラムに対して応用し、論理プログラム処理系の論理的な基盤付けを行った。また型変数を含む値呼びの関数型言語をソース言語として、新たな CPS 変換（コンパイル手法）を開発した。この CPS 変換では、ソース言語のワンステップの実行が、ターゲット言語のワンステップの実行となるような、厳密な意味でのシミュレーションが成立する。問題解決支援プログラムの開発では、無限状態並行システム検証支援ツール CSP-Prover の改良を継続した。問題解決手法の戦略の研究では、結線、群の状態判定を精密化、パターンを充実、候補手生成を精密化した。また、局所探索および全域探索の必要性判定を精密化し、中盤専用の評価関数も作成した。これらの改善により、囲碁対局プログラムが世界大会において16チーム中7位であった。他のチームではモンテカルロ法による手法の採用によって全体のレベル向上が顕著であったが、昨年6位に対してモンテカルロ法を用いずに7位に留まることができた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 推論、論理、問題解決

## 〔テーマ題目9〕 音声情報処理に関する研究（運営交付金）

〔研究代表者〕 児島 宏明（音声情報処理グループ）

〔研究担当者〕 児島 宏明、三國 一郎、佐土原 健、  
佐宗 晃、李 時旭  
（常勤職員5名、他4名）

## 〔研究内容〕

音声や環境音など実世界における大量の音響信号や生体信号を構造的にモデル化して、有用な情報を抽出したり記号的な情報に変換するとともに、記号領域における各種の処理手法を統合することにより、信号から意味に至るまでの変換過程における様々な手法の研究を行っている。このような手法に基づき、独自の新規シーズ創出のための基礎的な手法を行うとともに、これを情報家電、福祉機器、OA 機器、コミュニケーション機器、音響サーベイランス、語学（発音）教育など多様な分野に応用し有効性を実証している。これにより、高度化する情報環境に音声で簡単にアクセスしたいという社会ニーズに対応するとともに、オフィスや住宅における知的活動の支援や新たな産業応用の創出を目指している。

そのために、音響信号の独自のモデル化に基づく高精度な信号分析、混合音の音源分離、ロバスト音声認識エ

ンジン、マイクアレイシステムなどにより、雑音など多様な環境にロバストな音声認識技術と音源位置推定技術及び音響信号による異常検出技術を開発した。これらに基づき、頭部方向推定に基づく障害者向け PC インタフェースや、状況に応じた家電インタフェースなどに応用して有効性を検証した。

このような実環境における多様なマルチメディアコンテンツを扱う際に、認識誤りにより変形を受けたテキストに対しても、頑健で制約の少ない意味分析を可能にするために、音声からの変換で得られた記号列から、データマイニングやカーネル法などに基づいて分類、識別、検索等を可能にする技術の研究を行い、会議音声や車内音声に適用して有効性を確認した。

また音声を含むマルチメディアコンテンツからの検索を可能にする音声検索技術の研究開発を行い、独自の符号化手法に基づいて、大量のコンテンツから必要な情報を最小のコストで取捨選択し、検索公立を最大化するための技術を開発している。これにより、PC 上や Web 上で利用可能な実用に近い音声検索システムのプロトタイプを実現し、ベンチャー企業を通じた事業化に繋がった。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 音声認識、音声検索、ノイズロバスト、データマイニング

## 〔テーマ題目10〕 インタラクティブビジョンに関する研究（運営交付金）

〔研究代表者〕 永見 武司

（インタラクティブビジョングループ）

〔研究担当者〕 永見 武司、齊藤 泰一、喜多 泰代、  
植芝 俊夫、増田 健  
（常勤職員5名、他2名）

## 〔研究内容〕

3D モデルを使用するコンテンツの作成支援及び実空間における非接触非拘束インタフェース実現のための3次元データ処理技術、自由形状・柔軟物を対象とする視覚情報処理技術、2値化・傾き補正、リモートセンシング等の基本的画像処理技術の研究開発を行っている。

リアルタイム3眼ステレオビジョンシステムにおいてカメラキャリブレーション技術の実用化を目指して共同研究を行い、マルチカメラシステムでの性能向上を確かめた。また、3眼ステレオビジョンそのものをコンテンツやサービスへ応用するために、3D テレビ会議システムへの適用を実験により確かめた。大量画像データの中から日照条件等の外乱以外の変化を検出する技術を、外部機関とともに Web サービスシステムに組み込み、公開した。24時間監視システムから得られる映像データを対象に、典型的な変化をモデル化し、そこから外れる特異な変化量を検出し、記録する実験システムを開発し、展示会等において発表した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス



【キーワード】 画像技術、ヒューマンインタフェース

【テーマ題目11】 人の社会的関係を考慮した情報提供に関する研究（NEDO 研究助成事業）

【研究代表者】 西村 拓一（実世界指向インタラクショングループ）

【研究担当者】 西村 拓一、中村 嘉志、濱崎 雅弘、  
蔵田 武志、大隈 隆史、興梠 正克  
（常勤職員6名、他2名）

【研究内容】

サステイナブルな屋内外測位技術の実用化やその応用サービス実現に向けて、企業との特許実用化型共同研究において装着型測位システムの製品化に取り組み、平成20年度には製品化が可能な見込みとなった。測位に基づく科学ミュージアムガイドシステムの3次元地図や解説コンテンツに関する評価実験を科学技術館で実施した。平成18年度の科学技術館実験に関する国際会議発表での Outstanding Paper Award 受賞や、屋内外測位技術に関する複数のライセンス契約も成果として挙げられる。

また実世界でのユーザの活動状況を把握し、情報提供を行うシステム Web でのコミュニティ支援システムと統合する研究を進めた。イベント空間情報支援プロジェクトを主導し、システム利用ログを用いた人同士の関係の社会的観点からの分析や、新しい社会的関係の構築を支援するための技術開発を行った。博物館用のシステムを構築・運営し、参加者の位置に応じた情報提供を実施した。学会用のシステムにて人間関係や、行動履歴を用いたブログ作成支援システム、タグを用いたコミュニティ支援システムを開発した。これらの機能を統合したシステムを開発し、500人規模の学会で運用した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 Web マイニング、ユビキタス、人間関係ネットワーク

【テーマ題目12】 適応型システムの研究

【研究代表者】 樋口 哲也  
（適応型システムグループ）

【研究担当者】 高橋 栄一、河西 勇二、岩田 昌也、  
坂無 英徳、梶谷 勇、村川 正宏  
（常勤職員6名、他4名）

【研究内容】

通信の頑健性に優れた PLC（高速電力線通信）通信方式の開発を企業との共同研究によって推進したほか、この PLC をプラットフォームとしたユビキタスなセンサネットワークを構築するための要素技術として、ハードウェアによるセキュリティ（ウイルス除去、不正攻撃検知）、モバイル環境に適したデータ圧縮技術、筋電センサ技術等を開発した。データ圧縮では、救急車内画像の遠隔取得システムでの実装を通じた技術開発を行った。実環境での適応による性能向上を図るこれらの要素技術

と PLC インフラを生かした安全・安心、エコ等の応用展開を意図し、研究開発を進めた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 PLC、ユビキタス、セキュリティ、センサ

### 3) 研究ラボ

#### ①【メタンハイドレート研究ラボ】

(Methane hydrate research laboratory)

(存続期間：2005. 4. 1～2009. 3. 31)

研究ラボ長：成田 英夫

副研究ラボ長：海老沼 孝郎

主幹研究員：山口 勉

所在地：北海道センター、つくば西

人 員：13名 (13名)

経 費：578,703千円 (64,485千円)

#### 概 要：

メタンハイドレート研究ラボは、天然ガスの役割が増大するエネルギー社会の到来をわが国の中期的未来の姿としてとらえ、その長期的安定確保、自給率の向上ならびに輸送・貯蔵等技術の省エネルギー化の実現に向けた研究技術開発を行うことによって持続的経済社会の発展に貢献することを目的としている。

このため、わが国周辺海域を始め世界各地に賦存するメタンハイドレート資源から天然ガスを安定かつ経済的に採取する生産技術の研究開発（生産手法開発に関する研究開発）及びガスハイドレートの物理的特性を活用した革新的な省エネ技術の開発（機能活用技術）を推進している。また、産総研の第二期中期計画の中心軸であるイノベーションバズ機能として、両技術開発分野における産業界及び大学との相乗的連携の中核的役割を果たすことにより、新産業の創出と係る研究開発分野を担う人材の育成を目指している。

重点課題として、メタンハイドレート資源の生産手法に関する研究開発およびガスハイドレート機能活用技術の開発を設定している。前者においては、①メタンハイドレート堆積層の物性・動特性解析技術の開発と②メタンハイドレート堆積層の生産モデル解析技術の開発に大別し、相互の連携を図りつつ実施している。

①においては、基礎試錐で採取された天然コアの細粒砂粒径分布等の各種性状と浸透率、強度、熱伝導率、比熱等の物性との関係をメタンハイドレート堆積層の原位置条件下において実験的に評価し、検層解析結果との相互比較によって貯留層パラメータとしての信頼性を確保する。また、わが国周辺海域のメタンハイドレート貯留層特性に適する生産手法として提案した減圧法について、カナダにおける陸上産出試験結果の検証を行い、その有効性を検討する。さらに、異種ガス交換法を始めとする新たな生産手法の実フィールドへの適用性について評価する。

②では、生産過程における現象を解析出来る機能を有した基本シミュレータ及び生産性に大きく寄与する因子について解析する計算モジュールを開発する。特

に、わが国周辺海域におけるメタンハイドレート資源の貯留層特性を踏まえ、不均質層に適用可能な圧密評価モジュールの開発、圧密による浸透率変化を表現可能な浸透率評価モジュールなどを開発すると共に、減圧生産時のフィールドレベルでの生産性、圧密変形現象などを感度分析によって評価する。また、開発した圧密特性評価モジュールを使用して、わが国周辺海域におけるメタンハイドレート資源開発時の地層変形、坑井への応力負荷について評価する。①、②の研究開発にあたっては、成果の技術移転と導入促進を加速するため、産業界および大学との連携を推進しつつ実施する。

ガスハイドレートの物理的特性を活用した機能活用技術においては、ハイドレートの高いガス包蔵性を応用した天然ガスの輸送および貯蔵システムについて、製造条件の低圧化と製造の高速化・効率化及び常圧においても分解を抑制する技術などの工業化に必要な技術について研究開発を行う。また、受託研究、資金提供型共同研究によって、海水を原料とする天然ガスハイドレート製造技術、炭酸ガスの効率的分離技術等の研究開発を行う。機能活用技術について、工業化に関心の高い企業と大学を結集した「ガスハイドレート産業創出イノベーション」を運営し、研究開発成果を産業界に移転し工業化を促進する。

研究ユニットのアウトカムとしては、中長期的には企業との連携によるメタンハイドレート資源からの天然ガス生産技術の確立を通じた当該資源の商業的生産の実現であり、短期的にはガスハイドレートの機能を活用した新たな天然ガス輸送プロセスなどの省エネルギー技術を企業に移転し、新産業を創生することにある。これらの研究開発活動を通じ、遠い将来にわたり人類が安心・安全で快適な生活を営むことのできる社会の実現に貢献する。

---

#### 外部資金：

経済産業省 「平成19年度メタンハイドレート開発促進事業 生産手法開発に関する研究開発」

発 表：誌上発表28件、口頭発表46件、その他5件

---

#### 【テーマ題目1】メタンハイドレート資源の生産手法開発に関する研究開発

【研究代表者】成田 英夫

(研究ラボ長)

【研究担当者】山口 勉、海老沼 孝郎、羽田 博憲、皆川 秀紀、山本 佳孝、長尾 二郎、鈴木 清史、大山 裕之、川村 太郎、宮崎 晋行、香月 大輔、神 裕介、坂本 靖英（兼務）、駒井 武（兼務）、天満 則夫（兼務）、緒方 雄二、

清野 文雄、山崎 章弘、小笠原 啓一  
(常勤職員20名、他25名)

#### 〔研究内容〕

メタンハイドレート資源を孔隙に含む堆積層から、その地層特性に応じた有効な天然ガス生産手法を開発するため、当該堆積層の貯留層特性を評価すると共に、外部企業と連携し、生産性・生産挙動予測のための生産シミュレータを開発する。

##### ① メタンハイドレート堆積層の物性・動特性解析

基礎試錐で採取された天然コアの熱特性、浸透特性、力学特性等の原位置条件における測定結果を普遍的に解釈するため、各物性値に対するメタンハイドレート飽和率、孔隙率、細粒分等の影響について基礎試錐再現コアを用いて評価した。その結果、砂質堆積層の浸透率は構成する細粒砂の濃度に大きな影響を受け、その原因は孔隙径分布に起因していること、生産に伴う砂泥互層の力学特性の変化は砂層-泥層間の間隙水の移動が大きな役割を担っていることなどを明らかにした。また、コア試験結果と検層解析結果を相互比較することによって、メタンハイドレート胚胎層の浸透率解析式を新たに開発した。さらに、熱伝導率、比熱の推算式を開発した。これにより、我が国周辺海域における砂質メタンハイドレート貯留層モデル構築のための基礎データが得られた。生産時に予想される出砂トラブルに対処するため、出砂防止スクリーンメッシュと出砂量の関係を実験的に解析し、堆積層の骨格構造を成す砂の平均粒径の3倍程度のメッシュサイズが最適であることを見だし、陸上産出試験を成功に導いた。出砂現象については、この他、シルト質の移動・蓄積による浸透率変化のメカニズムを解析した。氷、MH 生成による浸透率変化を解析するため、近赤外分光を応用した計測技術を開発し、特許の申請を行った。生産手法の開発と評価については、水蒸気圧入、分解促進剤圧入、窒素等の異種ガス圧入、貯留層のガス浸透性改善手法、通電加熱法などの研究開発を行い、有効と評価した手法について特許申請を行った。

##### ② メタンハイドレート堆積層の生産モデル解析

メタンハイドレート堆積層の骨格構造・水・気体の3相に加え、メタンハイドレートの分解・再生成を扱うことが可能な圧密挙動評価モジュール、圧密挙動を考慮した浸透率評価モジュール等を開発し、各計算モジュールについて既存シミュレータを使用して、その妥当性を検証・評価した。

圧密挙動評価モジュールの開発では、メタンハイドレート堆積層における氷の生成や融解による力学特性の変化を考慮した計算ルーチンを付加し、解析精度の向上を図った。また、室内実験を通じて、メタンハイドレート堆積層の粘弾性的性質、すなわ

ち時間の経過に伴う弾性係数の変化を考慮した力学モデルを構築し、これを既存シミュレータに組み込むことによって、長期的な力学挙動の把握が可能となった。さらに、模擬メタンハイドレート層に対して圧密を伴う減圧分解実験を実施し、砂の種類や減圧度、初期メタンハイドレート飽和率などさまざまな条件下での圧密挙動ならびにガス産出挙動に関するデータを取得した。浸透率特性評価モジュールの開発では、減圧法を対象とした室内メタンハイドレート分解実験を実施し、分解時の温度分布の変化やガス・水産出挙動のヒストリーマッチングを通じて、ハイドレート存在下の相対浸透率曲線の最適化を図った。さらに最適化された相対浸透率曲線を汎用シミュレータに導入し、日本近海に特徴的な砂泥互層構造を有するハイドレート堆積層における浸透率特性に関わるパラメータスタディを実施した。堆積層の不均一性や浸透率の異方性が分解挙動やガス産出挙動等に及ぼす影響についてフィールドスケールでの感度分析を行い、これらの影響について定量的に評価した。

室内分解実験のヒストリーマッチングのために新たに提案されたモデルを加えて関連する各種計算モジュール群の改良や既存シミュレータ (FEHM) への組み込みを行うとともに、専用シミュレータへの受け渡しに関する検討を行った。また、陸上産出試験第1冬試験のヒストリーマッチングを実施し現地での推定ガス生産量と整合する結果を得た。

#### 〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 メタンハイドレート、ガスハイドレート、貯留層特性、生産シミュレータ、天然ガス、生産技術、原位置計測技術、熱特性、力学特性、圧密特性、浸透率特性

#### 〔テーマ題目2〕 ガスハイドレート機能活用技術の開発

〔研究代表者〕 成田 英夫

(研究ラボ長)

〔研究担当者〕 海老沼 孝郎、山口 勉、皆川 秀紀、山本 佳孝、長尾 二郎

(常勤職員6名、他1名)

#### 〔研究内容〕

ガスハイドレートによる天然ガスの輸送・貯蔵プロセスを開発するため、NGH 圧搾・成形現象の解明、自己保存効果の発現原理の解明、ガスハイドレートの特異的性質である自己保存効果について実験室的に解析・評価を行い、ガスハイドレート分解抑制機構の原理的解明を図る。また、ガスハイドレートによる天然ガス輸送・貯蔵技術の重要課題である自己保存効果について、現象が発現する条件を可視化解析などによって解析を行う。マイクロアイスを用いた CO<sub>2</sub>分離、貯蔵媒体としての水素ハイドレートの研究、冷凍システムにおける



CH<sub>4</sub>/THF 及び CO<sub>2</sub>/THF 混合ハイドレートの利用の研究を実施する。さらに、極低温における窒素-炭酸ガス混合系の相平衡挙動の解析等、次期プロジェクトのシーズを創出する基礎研究を行う。

「NGH 輸送実現のため NGH ペレットの圧搾、成形に関する共同研究」を実施し、高压ペレット成形時の圧搾過程のその場観察を行い、圧搾圧力と生成ペレットのハイドレート飽和率の関係を検討した。超音波振動子を用いた小型生成試験装置を試作し、本法による炭酸ガスハイドレートの効率的生成法について検討を開始した。その結果、従来法に比べて非常に小さな粒径のマイクロアイスを生成させ、低温下でのハイドレート生成速度向上が可能であることがわかった。生成したマイクロアイス中には、サブミクロンの粒子も多く、数十ナノ程度の粒子の存在も示唆された。「食品分野へのハイドレート技術の利用」として企業との共同研究を引き続き行った。「水素ハイドレート」については、各種有機化合物の結晶構造、水素吸収量、分解熱等を取得し、THF に競合しうる生成促進剤を提案した。なお本件は特許申請を実施した。「ハイドレート利用冷凍システム」の研究においては、相平衡実験、統計熱力学的推算、DSC 測定の手法により、CH<sub>4</sub>/水+THF 系、及び CO<sub>2</sub>/水+THF 系クラスレートハイドレートの相平衡条件、分解熱、ケージ占有率等の、実用化を検討する上での重要な各種物性値を得た。

「混合ガスハイドレートの分解挙動に関する研究」においては、NGH 輸送・貯蔵技術の実用化促進のため、混合ガスハイドレート試料の内部構造および分解過程を光学顕微鏡で観察し、分解時の表面変化と分解ガス量との関係や II 型ハイドレートの窒素置換効果をラマン分光で明らかにするなど、その安定性と自己保存性について評価を実施した。また、企業と共同で「天然ガスハイドレートの成型方法と安定性に関する研究」を実施し、分解に伴う氷膜形成条件をハイドレート生成・貯蔵実プロセスに適用した場合の最適条件について検討を行った。さらに天然ガスの輸送・貯蔵技術の工業化を加速するため、工業化に対し高い関心を持つ企業・大学と「ガスハイドレート産業創出イノベーション」を組織し、その主体として研究情報基盤整備や情報交換のための幹事会・総会、講演会などを主催し、本分野での中核的役割を果たした。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】天然ガス輸送、天然ガス貯蔵、水素貯蔵、自己保存効果、炭酸ガス分離、冷凍システム

## ②【シグナル分子研究ラボ】

(Signaling Molecules Research Laboratory)

(存続期間：2005. 6. 1～2008. 3. 31)

研究ラボ長：今村 亨

副研究ラボ長：岡 修一・鈴木 理

所在地：つくば中央第5、第6

人 員：5名 (5名)

経 費：155,506千円 (85,076千円)

概 要：

シグナル分子研究ラボでは、健康長寿を達成し質の高い生活を実現するために、シグナル分子を中心としたユニークな取り組みで研究を行った。そして得られた知識を活用して、細胞レベル・個体レベルで生命現象を制御する技術の開発を行った。

シグナル分子は、人間や動物の体内で作られ、体を構成する細胞の増殖や分化を制御している重要な分子群の総称である。例えばそのうちの一群である細胞増殖因子は、私たちを含む最近の研究により、胎児の脳神経系や筋肉など各種臓器の形成、成体での血管新生や障害臓器の再生、皮膚再生や毛髪成長、脳の高次機能など様々な動的恒常性を制御していることが分かってきた。これら細胞増殖因子を含む各種シグナル分子とその制御因子を応用することにより、神経細胞変性、脱毛、ガン、肝硬変、床ずれ、火傷後潰瘍、創傷、骨折などをはじめとする様々な問題を治療・解決する医薬となることが期待されている。また再生医療における各種細胞生産などへの応用も期待されている。このように有用と考えられるシグナル分子群であるが、その分子種と機能やメカニズムの解明はまだ不十分である。当研究ラボでは、ヒトなど高等動物のシグナル分子とその制御分子と推定される分子について、これら分子が細胞・個体レベルで果たす生理活性とその発現メカニズムを解明することを目標とした。さらに、得られた知見を活用して、細胞レベル・個体レベルで生命現象を制御するテクノロジーを開発することを目標とした。これらの研究活動を通して、新規知的財産権の創出を推進し、成果の発信を積極的に行った。

近年のヒトを始めとする多くの生物のゲノム配列解明と生体分子の構造や活性の解析は、生体分子の機能予測をある程度まで可能にしたが、実際の生体内での機能予測と検証にはまだまだ時間がかかる。そこで当研究ラボでは以下の戦略をとった。まずヒトなど高等動物のゲノム情報や類似分子情報、活性に関する周辺情報等に基づいて、シグナル分子とその制御分子と推定される候補分子を選択する。また各種生物から得られるそれらの制御分子を絞り込む。次に、その性質や生体や細胞におけるその発現を解析する。さらに、様々な細胞系や実験動物を用いてその活性を解析する。これらにより、これら分子が細胞・個体レベルで果たす生理活性とその発現メカニズムを解明する。

このようにして得られた知見を活用して、細胞レベ

ル・個体レベルで生命現象を制御するテクノロジーを開発することを目指した。これまでに確立した技術を発展させ、リモデリングを試みることにより、より利用に適したシグナル分子の開発も計り、細胞と生体機能を制御するための技術の開発をめざした。

当研究ラボにおいてはまた、全体の研究活動を通して、シグナル分子からの研究展開という新たな研究取り組みの有効性を示すことを目指した。ライフサイエンスにおける従前の研究取り組みの多くは、「特定の生命現象の解析から着手し、膨大な分子群の中から、現象の制御に関与する責任分子を見つけて、その知見の活用の仕方を考える」というものであった。この方法では、基礎研究の段階で応用のありかたまでを見据えることは、一般に困難であった。そこで当研究ラボでは、この課題の解決を指向し、「シグナル分子及び制御分子候補を起点として、高等動物の細胞と個体の機能制御メカニズムを究明し、その産業利用を目指す」という研究取り組みを採用した。すなわち、ゲノム情報や類似分子情報、活性に関する周辺情報等に基づいて、細胞に増殖・分化・機能発現・死などを指令するシグナル分子候補を選択し、その発現や機能の解析を行い、得られた知見を活用して、シグナル分子によって細胞や個体の生理機能を制御する技術を確認することを目的とする。この研究取り組みにより、基礎研究から応用・製品化までを見通したシナリオの構築が容易になる。このように、第一種基礎研究、第二種基礎研究、及び製品化研究を包含した一体型本格研究の実現を指向する。新規知的財産権の創出を推進し、民間への技術移転と社会への成果の発信を積極的に行った。特に、シグナル分子の利用と製品化の研究として、重点的に実施する研究課題を2題設定し、競争的（外部）予算を獲得して実施した。また得られた新知見をもとに、様々な発展を試みた。

シグナル分子を中心に据えた研究展開は、ゲノム配列が明らかになった現段階で最も有効な研究パラダイムの一つであるが、そのような研究展開を標榜した公的研究機関は、国際的にもほとんど例がない。一方、バイオビジネスでは、インシュリン、エリスロポイエチン、インターフェロンなど、シグナル分子を製品化した成功例が多くあり、ゲノム塩基配列の解読後はますます創薬の試みが活発に行われている。しかし営利企業では、その性格上、基礎研究段階での成果は公開されない。従って、公的機関である産業技術総合研究所でシグナル分子研究を重点的に行い、基礎的知見も含めた成果を発信することは、社会的にも意義深いものである。

外部資金：

経済産業省 平成19年度原子力試験研究委託費「放射線被曝による生体障害の予防・治療のための細胞増殖因子

とその利用技術に関する研究」

経済産業省 平成19年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「新規蛍光色素を用いた化学物質評価のためのDNAチップ及びアッセイキットの開発」

文部科学省科学研究費補助金（基盤 B）「プロテオーム解析によるエストロゲン応答遺伝子のノンゲノミック経路の解明」

発 表：誌上発表4件、口頭発表45件、その他3件

#### 【テーマ題目1】シグナル分子の基盤研究（運営費交付金「研究部門重点化課題」）

【研究代表者】今村 亨（研究ラボ長）

【研究担当者】今村 亨、岡 修一、鈴木 理、浅田 真弘、木山 亮一、羽生 義郎、他（常勤職員6名、他25名）

#### 【研究内容】

増殖や分化等の細胞機能を制御する働きを持つシグナル分子を用いて生命現象を制御・調節する技術を開発することを目標に、ゲノム情報の利用等を通じ細胞増殖因子等のシグナル分子を絞り込み、その発現、活性等を詳細に解析する。さらにシグナル分子の作用機構を解析しそこに関わる制御因子を明らかにする。また、シグナル伝達から生命現象を解析測定するための手法とツールの開発を行う。さらに、シグナル分子研究支援ツールとしての抗体作成技術の開発を行う。

平成19年度は、線維芽細胞増殖因子（fibroblast growth factor：FGF）群に属する22種類の増殖因子リガンドのうち、メタボリズム調整に関係すると考えられ、これまで受容体活性化の機構が明らかでなかった、1種のリガンドについて、前年度にこれと協調的に働くことを発見した補助受容体について、その関わりの中で発揮されるリガンドの受容体に対する高い選択性を明らかにし、実際に脂肪細胞でこの機構が働くことなどを明らかにして論文発表を行い、国際的に高く評価された。癌抑制遺伝子 **Kank** が、14-3-3タンパク質との相互作用によりアクチン繊維の形成に必要なシグナル伝達を制御し、細胞運動の際に形成される葉状仮足の形成を抑制することを明らかにした。また抗体作成技術の改良として、各種サイトカインによる抗体産生効率の向上を実現した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】増殖因子、細胞機能、発現解析、毛成長

#### 【テーマ題目2】新規発毛物質に基づく発毛育毛剤の開発

【研究代表者】今村 亨（研究ラボ長）

【研究担当者】今村 亨、岡 修一、鈴木 理、

浅田 真弘、他（常勤職員4名、他3名）

#### 〔研究内容〕

頭髮や体毛など体外に露出する毛は、皮膚の中で複数の細胞種が構成する毛包によって作られるが、その成長は、成長－退行－休止を周期的に繰り返す毛周期によって制御されている。この毛周期は、毛包を構成する上皮系細胞と、毛乳頭など間葉系細胞との相互作用によって制御されていると考えられる。これまでの研究により、毛周期の各過程の制御に関与している可能性のある複数のシグナル分子群が示されてきた。その中で FGF-X は、休止期に高レベルに発現し、動物実験の結果などにより、休止期に続く成長期の開始に関与する可能性があることが示された。

そこで本課題では、実験的に発毛作用を発揮したシグナル分子、細胞増殖因子 FGF-X 分子を、そのまま利用し、あるいはその活性メカニズムを利用することにより、休止期にある毛包を成長期に移行させて発毛を促す発毛剤を開発するための研究を行う。本分子は、禿げている状態（休止期）から発毛させる（成長期に移行）ことを原理とした発毛・育毛剤の開発を目指すものである。

第一の課題として、細胞増殖因子タンパク質直接利用による発毛誘導活性を利用して、発毛剤とするための研究を行った。高い活性を持つリコンビナント FGF-X タンパク質大量調製系の開発と、その有効最短形の探索と調製系の開発を行った。前年度に N 末端を短縮した種々のミュータントリコンビナントタンパク質を作製して、天然分泌型 FGF-X の反応しうる4つの FGF 受容体サブクラス（FGFR1c、FGFR2c、FGFR3c、FGFR4）に対して、天然分泌型とは異なる反応特異性を有することを示し、FGF-X 活性を有しつつも天然型よりも短い分子型を創出することに成功した。本年度はさらに C 末端を短縮した種々のミュータントリコンビナントタンパク質を作製し同様の解析を行った。また、天然型 FGF-X を投与した実験動物での効果を解析した。その結果、毛成長周期の休止期に投与すると成長期への移行を促進する天然型 FGF-X リコンビナントタンパク質は、毛成長期に連続投与すると逆に成長を強く抑制することが明らかになった。一方、FGF ファミリーの細胞増殖因子 FGF-Y には、従来から毛髮成長阻害作用が報告されていたが、本研究グループでは、FGF-Y 自身にチロシナーゼ阻害作用を有することを見出し、特許出願してきた。そこで、低分子量の FGF-Y アゴニストには美白剤としての利用可能性が期待されるため、FGFR1c/BaF3細胞を用いた細胞レベルの評価系で FGF-Y アゴニスト活性を示すペプチドを探索した。その結果、FGF-Y アゴニスト活性を有するとともに FGF-Y の活性を増強、促進する数種類の低分子量ペプチドを選択し、特許出願した。これらのペプチドは、低分子量で、経皮吸収性に優れており、美白剤としての利用が期待される。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 細胞増殖因子、発毛、毛成長

〔テーマ題目3〕 シグナル分子応答遺伝子研究（運営費交付金、文科省科学研究費補助金と共同研究費のマッチングファンド）

〔研究代表者〕 木山 亮一（シグナル分子研究ラボ）

〔研究担当者〕 木山 亮一、垣沼 直人、朱 耘、Meher Parveen（職員1名、他3名）

#### 〔研究内容〕

本課題では、トランスクリプトームやプロテオーム解析により様々なシグナル分子の作用を分子レベルで解析し、さらに細胞内のシグナル伝達メカニズムを解明することにより、創薬や診断分野における応用と実用化を目指すための基礎研究を行うことを目標とする。本年度は、女性ホルモンであるエストロゲンに対して応答性を示す遺伝子について、核内エストロゲン受容体を介するゲノミック経路とは異なるノンゲノミック経路に注目し、その経路に関与する以下のタンパク質について解析を行った。

- (1) 漢方生薬の甘草や人参などの抽出物を用いたシグナル解析を行い、エストロゲンとの共通性（ERK や AKT などのリン酸化状態の変動に関して時間変動や物質の量に対する変動）を比較し、それぞれに関与するカスケードを解析した。
- (2) 脳の性分化に関与するエストロゲン応答遺伝子について、アポトーシスや細胞移動に関係する遺伝子（タンパク質）に注目してウエスタンブロット解析などによりシグナルカスケードの探索を行った。さらに、アポトーシスのシグナル伝達経路として TGF $\beta$  等の経路との関係を明らかにした。

さらに、本研究では上記のエストロゲン応答シグナル伝達系を解析するためのツールとして、ベンチャー企業の開発した高感度で安定かつ安価な新規蛍光色素を産総研が開発した DNA チップを用いた化学物質評価法に利用した、国際的な化学物質規制及び標準化に対応するための新しい DNA チップアッセイキットを作成するために、化学物質評価用 DNA チップアッセイシステムの構築と DNA チップアッセイの再現性・安定性の確認を行うことにより、化学物質評価法の基礎を構築した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 プロテオーム、エストロゲン、シグナル伝達、脳神経系、DNA マイクロアレイ、プロファイリング、遺伝子機能

〔テーマ題目4〕 生体障害の予防・治療のための細胞増殖因子とその利用技術の研究（文部科学省（経済産業省）原子力試験研究委託費）

〔研究代表者〕 今村 亨（研究ラボ長）



【研究担当者】 浅田 真弘、鈴木 理、明石 真言、  
中山 文明、隠岐 潤子、後藤 恵美、  
本村 香織、木村 美穂、萩原 亜紀子、  
本田 絵美（常勤職員3名、他8名）

#### 【研究内容】

本研究では、放射線被曝による細胞死を抑制し、あるいは細胞増殖を促進することにより、粘膜障害や造血系障害を予防・治療するための分子とその利用技術を提供することを目的とする。すなわち、多種の細胞に活性を示す細胞増殖因子を対象として、高安定性と高分解耐性、長血中寿命などの特徴を付与するための糖鎖エンジニアリング技術を適用し、放射線照射による粘膜障害や造血系障害を予防・治療するための分子とその利用技術を開発することを目指している。

第一期では、増殖因子 FGF（繊維芽細胞増殖因子）によって放射線被曝による粘膜障害や造血系障害の予防または治療が可能であることを実証し、次に第二期では、その結果をもとに、糖鎖修飾型 FGF の構造や生産方法、投与プロトコルを至適化する。これにより、放射線防護機能を高めヒトへの臨床応用が可能な分子を創製し、その利用技術を完成することを計画している。

初年度には広域特異性を有する FGF1 を中心に生産系の確立とその効果の検証を行った。翌年度には、上皮系細胞に特異性を有する FGF7 や FGF10 の大量生産系を構築し、培養細胞を用いて放射線被曝による障害の予防・治療効果を評価する実験系に供し、その効果を確認した。さらに、動物個体や摘出組織を用いた新たな評価系の構築にも着手した。第一期最終年度となる今年度は、放射線による細胞・組織・個体における障害をより多面的に評価する系を構築し、これらを用いて、FGF1 と他の FGF（FGF7、FGF10 等）の予防・治療効果を実証した。その結果、FGF の生理活性を利用することで、*in vitro* では UV-B 照射による HaCaT 細胞の細胞死を抑制することができるが、また、*in vivo* については、ガンマ線照射によるマウス個体の腸管障害が FGF の投与によって予防できることが示された。さらに、骨髄細胞への影響を評価する系を構築した。

第二期となる平成20年度からは、改変型 FGF の効果を解析してその構造を至適化するとともに、放射線障害を予防・治療するための投与プロトコルの至適化にも取り組み、細胞増殖因子を用いた、放射線被曝による生体障害の予防・治療のための技術として完成させる計画である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 放射線障害、細胞増殖因子、糖鎖工学

### ③【超高速光信号処理デバイス研究ラボ】

（Ultrafast Photonic Devices Laboratory）

（存続期間：2005.6.1～）

研究ラボ長：石川 浩  
副研究ラボ長：挾間 壽文

所在地：つくば中央第2

人員：7名（7名）

経費：251,048千円（81,799千円）

#### 概要：

インターネットの普及で映像情報を中心として通信トラフィックが大きく増加している。これに対応していくためには、大量の情報を伝送・処理するシステムを開発していくことが必要である。将来の超大容量の情報通信システムとして、光信号を時間領域で多重化して、超高速の光信号を伝送・処理する光時分割多重方式が有望と考えられている。超高速光信号処理デバイス研究ラボは、光時分割多重方式で必須になる160 Gb/s 以上の超高速で動作する全光スイッチ、ならびに全光スイッチやその他の必要なデバイスをハイブリッド集積した、光時分割多重方式の160Gb/s 光トランシーバの研究開発を進めている。光スイッチングの原理として光非線形効果を用い、フォトニック結晶構造を用いた光閉じ込め技術も併用して、低エネルギーで動作する超高速スイッチを目指している。半導体や半導体量子構造の光非線形性を用いることで、電気スイッチでは到達できない超高速の動作が得られる。

具体的な研究課題の第一は、半導体量子井戸の伝導体での離散的な準位間の電子の遷移（サブバンド間遷移）を利用した超高速全光スイッチである。サブバンド間遷移スイッチは、強い光を入射したとき、電子の遷移により量子井戸が透明になる光非線形効果を利用しており、ピコ秒以下の高速でスイッチングできるのが特徴である。材料系としてⅢ－Ⅴ族化合物半導体の InGaAs/AlAs/AlAsSb とⅡ－Ⅵ族化合物半導体である CdS/ZnSe/BeTe を用いたスイッチの研究開発を進めている。Ⅲ－Ⅴ族のスイッチは、ピコ秒程度の応答速度で、低エネルギーで動作する可能性のあるスイッチで、160 Gb/s のシステムへの適用を目指して研究開発を進めている。新しい位相変調効果を用いた空間光学系の干渉計型スイッチを開発して、160 Gb/s 信号の10 Gb/s への無エラー多重分離動作に成功した。また、位相変調のメカニズムの研究から、位相変調効率を上げる方策も明らかにすることができた。Ⅱ－Ⅵ族のスイッチは、500 fs 以下の超高速で動作するのが特徴で、将来の Tb/s システムを含めたより高速の動作が要求される用途の開拓を目指している。これら全光スイッチとフォトニック結晶ともいえる周期構造を組み合わせて、光の閉じ込め強化を強化して一層の低エネルギー動作化を図る研究も進めている。

第二の研究課題は、シリコン細線導波路や PLC（ガラス導波路）と光半導体デバイスをハイブリッド集積

して、小型高機能のデバイスを開発して、最終的に 160 Gb/s の光時分割多重方式の小型光トランシーバを開発することである。このために、19年度はシリコン細線導波路の基盤的形成技術の開発と作成設備の整備を行った。

第三の研究課題は、フォトニック結晶を用いた超小型の光双安定論理スイッチである。光信号処理を行う場合、特に光パケットを取り扱う場合に、光を光のまま記憶する光バッファメモリが必要になる。電子回路では DRAM がこれに当るが、光の領域では、これに相当するデバイスがない。当研究ラボでは、光バッファメモリの要素デバイスとして、二次元フォトニック結晶導波路中にフォトニック結晶構造による共振器を設け、そこへの強い光閉じ込めによって発現する光非線形を用いた光双安定論理スイッチの開発を進めた。2光子吸収の伴う熱光学効果で、10 dB 以上の消光比の光双安定動作を実現した。さらに、フォトニック結晶技術の研究では、筑波大学などと協力して光回路と光非線形素子を組み合わせて光信号を保持するデバイスの開発と、フォトニック結晶技術の高度化に向けた基盤的研究を進めた。

#### 外部資金：

文部科学省 科学技術研究補助金 「超高速全光スイッチの低エネルギー動作化と光信号処理デバイスへの展開」

国際共同研究助成事業（NEDO グラント）「トポロジー最適設計によるフォトニック結晶の作製と超高速・全光論理スイッチへの応用」

総務省 戦略的情報通信研究開発制度「サブバンド間遷移超高速光スイッチの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／超低エネルギー超高速光蓄積デバイス技術の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」

日本学術振興会 科学研究費補助金・特別研究員奨励費  
「サブバンド間遷移スイッチの低エネルギー動作化に関する研究」

発 表：誌上発表16件、口頭発表44件、その他2件

〔テーマ題目1〕超高速全光スイッチ（運営交付金、総務省戦略的情報通信研究開発制度、文部

科学省科学技術研究補助金、日本学術振興会科研費補助金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構プロジェクト）

〔研究代表者〕石川 浩（研究ラボ長）

〔研究担当者〕物集 照夫、永瀬 成範、秋本 良一、黒須 隆行、挾間 壽文、  
Cong Guangwei、Lim Cheng Guan  
（常勤職員6名、他2名）

#### 〔研究内容〕

160 Gb/s 以上の超高速領域で動作する量子井戸のサブバンド間遷移を用いた全光スイッチを目指して研究を進めている。Ⅲ－Ⅴ族化合物半導体を用いたスイッチとⅡ－Ⅵ族化合物半導体を用いたスイッチの開発を並行して進めている。二つの材料系について研究を進めることにより、サブバンド間遷移スイッチの物理が明快になり、より高性能のスイッチの実現に繋げることを狙っている。

Ⅲ－Ⅴ族化合物半導体を用いたスイッチでは、TM 偏光の制御パルスで、TE 偏光の光に深い位相変調が掛かることを発見した。このメカニズムとして、最も大きく効いているのは、伝送帯のフェルミレベルの変動によるバンド間遷移の分散であることを明らかにした。空間光学系の干渉計と組み合わせたゲートスイッチモジュールを開発し、その動作を実証した。今後Ⅲ－Ⅴ族のスイッチは、位相変調効果を増大させることを狙って研究開発を進めて行く。平成19年度は位相変調効果の研究に加えて、より精密な量子井戸設計と製作を可能とするため、フォトリフレクタンス法による、エネルギー準位の同定と、これに基づく、量子井戸層における電子の有効質量、バンドオフセットの同定などの基礎的な研究も行った。

Ⅱ－Ⅵ族化合物半導体を用いたスイッチの研究では、サブバンド間遷移光スイッチの低消費スイッチングエネルギー化に向けて、光導波路構造プロセスの改善、キャリア緩和制御、周期構造による光閉じ込めの検討を行った。作製プロセスの改善により低損失かつサイズ制御された導波路を作製できるようになった。これにより狭メサ化した導波路構造において、光通信の中心の波長帯である C バンド帯で、消光比10 dB の吸収飽和をエネルギー1.5 pJ で実現することができた。周期構造による光閉じ込めでは、DFB 構造を導入した光導波路構造の作製に成功した。また、FDTD による解析を進め、2-3 ピコ秒のパルスに対しては、DFB 効果により飽和エネルギーが減少することを確認した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕超高速光スイッチ、サブバンド間遷移、量子井戸、位相変調、周期構造

〔テーマ題目2〕ハイブリッド集積技術（運営交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構プロジェクト）

【研究代表者】石川 浩（研究ラボ長）

【研究担当者】河島 整、挾間 壽文（常勤職員3名）

【研究内容】

ハイブリッド集積によるサブバンド間遷移素子を用いた超小型干渉計型のスイッチ、半導体デバイスとガラス導波路（PLC）やシリコン細線導波路とのハイブリッド集積による小型の超高速光トランシーバを目指した研究開発を行った。19年度は、シリコン細線導波路の形成方法に関する研究、半導体チップとシリコン細線導波路との高効率の光結合を実現するための光結合構造の設計を行った。併せて、PLC、シリコン細線などの微細な光導波路を作製するための実験室環境、装置の整備を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】キーワード：超高速光スイッチ、ハイブリッド集積、シリコン細線導波路、PLC

### 【テーマ題目3】超小型光双安定論理スイッチ（運営交付金）

【研究代表者】河島 整

（超高速光信号処理デバイス研究ラボ）

【研究担当者】（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

光信号を光のまま保持する光バッファメモリや、光信号の各種論理処理を目指して、フォトニック結晶を用いた超小型光双安定論理スイッチの研究開発を進めた。18年度までに、GaAlAs スラブ二次元フォトニック結晶による共振器への光閉じ込め効果を用いて、光非線形性を増強して、非線形エタロン効果による双安定動作を実現しているが、19年度は、周期の異なる二次元フォトニック結晶導波路を組み合わせて、分布帰還型の導波路構造を作成して、光の禁制帯のエッジが光非線形効果でシフトすることを利用した光双安定素子を制作した。この素子で、2光子吸収に伴う熱光学効果に起因する光双安定動作を実現した。この光双安定動作は従来のエタロン型に較べて、消光比が大きく、約10 dB の消光比を実現することができた。これまでの研究で、光双安定動作の基本的な検討を終了した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】光双安定素子、光バッファメモリ、フォトニック結晶、光導波路、

### ④【器官発生工学研究ラボ】

（Organ Development Research Laboratory）

（存続期間：2006. 4. 1～）

研究ラボ長：浅島 誠

所在地：つくば中央第4事業所

人 員：4名（4名）

経 費：129,189千円（99,554千円）

概要：

臓器の恒常性は、臓器形成素過程の絶え間ない繰返しにより維持されている。癌や生活習慣病などの慢性臓器疾患は、各臓器の形成素過程に関わる臓器特異的幹細胞の正常な増殖・分化プロセスからの逸脱に起因するものと考えられる。我々は発生システムの階層構造の理論的理解を深めるために、臓器形成（Organogenesis）の制御に関わるゲノム・プロテオームの挙動を統合的に解析するオーガノミクス（Organomics）という新しい研究概念を提唱し、新しい発生学の展開を目指している。本プロジェクトでは、オーガノミクスという革新的研究手法を駆使して臓器形成を制御するメカニズムを体系化し、新しい発生学研究領域を開拓するとともに、臓器・器官形成系をより高品質化することによって再生医療への応用を図る。更に、臓器ロードマップ作成によって得られた知見を元に、癌や生活習慣病などの新しい予防法と治療法の創成を目指す。具体的には、以下の2つの大きなテーマで研究開発を進める。

- ① マイクロアレイ解析及びプロテオミクス解析などを行うことにより、マウス、あるいはツメガエルの未分化細胞を用いて心臓、脾臓、血管、消化管、目や耳、脳などの神経器官の誘導・分化に関与する遺伝子・因子を同定した上で、必要ならば個々の遺伝子の機能解析を行い、得られた情報を集積することにより、それぞれの器官・臓器について分化ロードマップを作成するとともに、疾患臓器のプロファイルと比較することによって臓器別疾患発病因子を検索し、疾患の早期発見、予防方法を考案する。また、疾患モデルマウスを利用して試験管内で形成した臓器の移植などを行い、疾病改善、治療の応用へと発展させる。
- ② 幹細胞の未分化性維持の分子機構に関する解析を行う。①で得られた研究結果を具体的に医療応用に結びつけるためには、患者本人の幹細胞を臓器再生に用いることが求められるからである。具体的には、プロテオミクス解析やマイクロアレイ解析によって未分化状態特異的に発現する制御因子を検索すると共に、細胞表面膜タンパク質についても解析を行い、幹細胞を未分化に保つ候補因子を同定し幹細胞の未分化性維持機構を解明すると共に、分化細胞の幹細胞化の促進を試みる。また、分化能の高い幹細胞を選別するのに有効な細胞表面マーカーの検索も行い、良質の幹細胞の調製を容易にし、誘導臓器の再生医療への応用を図る。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託



研究費（間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究）

「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究」

共同研究費

「肺がん、食道がんの早期診断マーカーの発見とその診断方法の開発」

共同研究費

「モデル生物を用いたタンパク質分離チップの性能評価に関する研究」

共同研究費

「両生類上皮の発生初期に機能する分子の発現解析」

共同研究費

「個別化診断向けタンパク質発現プロファイル解析ツールの実用化開発」

科研費補助金(基盤 C)

「脊椎動物の脳の部域化決定における分子メカニズムの解析」

科研費補助金(萌芽)

「ノンコーディング RNA を介した神経新生の分子制御機構の解明」

発 表：誌上発表3件、口頭発表0件、その他0件

# 【テーマ題目1】臓器ロードマップを構成する新規分子の探索と機能解析

【研究代表者】浅島 誠（研究ラボ長）

【研究担当者】道上 達男、栗崎 晃、桑原 知子、三輪田 恭子、山岸 正裕、生澤 昌之、秋月 さおり（常勤職員5名、他6名）

## 【研究内容】

「カエル及びマウスの未分化細胞を用いた各種臓器誘導系」と「マイクロアレイやプロテオミクスの技術」を組み合わせることにより、心臓・膵臓・腎臓・神経・感覚器など様々な臓器・器官への分化に関わる遺伝子を網羅的に同定・検証することで、臓器別ロードマップ、すなわち、未分化細胞からどの時期にどの遺伝子が発現することによって臓器の分化が達成されるか、その道筋が全て記述されたロードマップを構築する。

また、作製されたロードマップ上の遺伝子が特定臓器疾患と関連するかどうかについてパイオインフォマティクスの手法を用い、ロードマップ上のどのような遺伝子が臓器特異的疾患マーカーとして利用可能かを探索する。さらに、データベース上で疾患との関連が示唆されたものについては実際に遺伝子・タンパクレベルで検証し、新しい疾患予防法への応用を図る。平成20年度は、特に興味深い知見が数多く明らかになってきた心血管系に関する解析を深めると共に、膵臓、腎臓、脳・神経系の分化に関わる遺伝子の同定・検証を継続することにより、

可能な限り臓器発生のロードマップの構築を進める。

## ① 心血管系の臓器分化ロードマップ作成

カエルを利用した心臓形成のモデル実験系を活用し、引き続き新規心臓形成関連遺伝子の解析を続けている。特に、XHAPLN3、Xhas2、Xversican の解析については、ツメガエルを用いた解析系によってこれらの因子が心臓原基形成に関与することを明らかにした。さらに上記3種の因子が、心臓原基周辺にヒアルロン酸マトリクスを維持することが、心臓原基形成時にとって必要なメカニズムであることも示すことが出来、あわせて論文に公表した(Ito et al., 2008)。また、新規細胞接着関連因子 Xclaudin5も、その機能阻害実験を行うと心臓が欠失するという知見が得られ、心臓、循環器系形成にとって必要であることを明らかにした。現在は(1)XHAPLN3関連の研究をさらに掘り下げ、ヒアルロン酸マトリクスの存在が心臓原基形成に及ぼす作用の解明（ヒアルロン酸マトリクスにより発現誘導される遺伝子の網羅的スクリーニングを含む）、(2)Xclaudin5の作用機序の解明、(3)心臓原基誘導開始時点（XHAPLN3の発現を制御する時期に相当、つまり最初の一手）に発現上昇、低下する遺伝子の網羅的スクリーニング、以上3点を柱に研究を進めている。特に(1)、(3)を遂行するにあたって、既に新規の心臓領域に発現する遺伝子ばかりでなく、その周辺にある肝臓・血管・造血組織に発現する新規遺伝子も多数見つかってきている。肝臓・血管・造血組織は先行研究により心臓形成との深い関連が示唆はされていたが、その実体に関しては不明な点が多かった。よって今後は、心臓形成をより生体内での現象に近い形で理解できるようにする事が期待される。また同時に、肝臓・血管・血球のロードマップ作成も進むことが期待される。また、それぞれの研究成果を、哺乳類のESもしくはiPS細胞を用いた心筋誘導系に応用していくことも視野に入れている。

## ② 膵臓・腎臓の臓器分化ロードマップ作成

膵臓に関しては、昨年までに開発した「マウスES細胞から胚様体を形成後、アクチビンと高濃度もしくは低濃度のレチノイン酸で処理する」という膵臓α細胞もしくはβ細胞誘導系を、さらに高精度なものにすることを試みた。その上で新規膵臓分化特異的遺伝子を、マイクロアレイを用いて探索する予定である。

腎臓に関しては、ツメガエルの未分化細胞をアクチビンとレチノイン酸で処理する腎管誘導系を用い、新規の腎臓形成関連遺伝子の同定を試み、前腎管に発現が見られるいくつか新規遺伝子の単離に成功した。現在はそれらの因子の発現・機能阻害実験を行うことにより、腎臓形成への関与をさらに詳細に解析している。

## ③ 脳・神経系の分化ロードマップ作成

主にツメガエルの系を用い、脳・神経の分化に関わる遺伝子の網羅的な単離を行い、ロードマップ作成を

継続している。特に本年度は、すでにいくつか同定した新規因子の脳・神経系分化への関与をさらに詳細に解析している。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 初期発生、器官形成、再生医療

## 【テーマ題目2】未分化細胞の維持と分化のメカニズム 説明

【研究代表者】 浅島 誠（研究ラボ長）

【研究担当者】 栗崎 晃、桑原 知子、三輪田 恭子  
（常勤職員3名、他2名）

### 【研究内容】

臓器ロードマップ作成の次の展開には、臓器再生が挙げられる。その際問題となるのは、実際に医療に応用可能な幹細胞の調製である。昨年11月、マウスの幹細胞化法を応用することでヒト iPS 細胞の樹立が可能であることが示されたが、幹細胞化にウイルスが必要であることなど実際の実用化にはまだいくつかの解決すべき問題が残されている。その観点から考えると、組織性幹細胞を効率的に調製し必要な組織に分化させて医療に用いる方が安全面からは現実的であるとの見方もある。いずれの場合でも、幹細胞の未分化性制御技術や効率のよい幹細胞調製技術が非常に重要となる。特に組織からの幹細胞の調製や iPS 化された細胞の選別には、幹細胞のよいマーカーの同定が必要である。本研究課題では、幹細胞特異的に発現するマーカー検索と、幹細胞の未分化性を制御する新規遺伝子の探索、及びその機能解析を進める。具体的には、マウス ES 細胞のプロテオミクス解析により同定した幹細胞特異的に発現するクロマチン制御因子について、安定発現マウス ES 細胞株を樹立しその幹細胞制御活性を詳細に解析し作用機序を明らかにする。また、細胞表面膜タンパク質を特異的に精製し濃縮した膜タンパク質についても解析を行い、未分化制御活性をもつ細胞膜タンパク質候補因子や新たな幹細胞表面マーカーを同定していく。

これまでの解析から、プロテオミクス解析により同定した幹細胞特異的に発現する2つのクロマチン制御因子について、幹細胞の未分化状態維持促進活性があることを見出している（特許申請済）。第1の因子についてはそのリン酸化により活性が制御されており、リン酸化特異的抗体で免疫蛍光染色したところ活性化クロマチンに局在していることが確認され、多くの未分化マーカーの発現を誘導することをリアルタイム RT-PCR で確認した。この因子はマウス初期胚の着床前の内部細胞塊で特異的にリン酸化されており、本因子をノックダウンするとマウス ES 細胞は LIF 存在下でも分化してしまうなど、未分化状態の維持に必須であることが示された。また、第2の因子として高度に精製したクロマチン画分のプロテオミクス解析から、未分化維持活性のあるゲノム DNA 結合因子を同定した。現在その作用機構について

解析を行っている。細胞表面膜タンパク質についても、効率的に定量比較できるデファレンシャルプロテオミクス解析法を確立し（論文作成中）、数十個の新規幹細胞表面タンパク質を同定し、主なものについてウエスタンブロットングや免疫蛍光染色により検証を行った（論文投稿中）。これらはヒト（患者）の体細胞から幹細胞を樹立するときの重要な表面マーカー候補となるだけでなく、成体組織に存在する組織性幹細胞を調製するための表面マーカーの重要な候補となりうる因子群といえる。

更に組織幹細胞については、ラット成体膵臓組織から膵臓幹細胞を樹立し、その培養系を確立することで、 $\alpha$ 細胞、 $\beta$ 細胞、 $\delta$ 細胞、 $\gamma$ 細胞へのin vivo、in vitro制御機構の解析を進めている。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 幹細胞、器官形成、再生医療

## ⑤【創薬シーズ探索研究ラボ】

（Drug-Seeds Discovery Research Laboratory）

（存続期間：2006. 4. 1～2009. 3. 31）

研究ラボ長：西村 紳一郎

所在地：北海道センター

人 員：1名（1名）

経 費：54,964千円（27,908千円）

概 要：

### 1. 研究目的

生命科学分野における基礎研究の成果が広く国民に理解され認知されるためには疾患の早期発見技術や予防薬・診断薬・治療薬等の医薬品開発を中心とした具体的な出口との関係やそれらによって誘導される大きな経済的・社会的波及効果等を見据えた「基礎から応用・実用化までの一体型本格研究」の実現が不可欠である。

本研究ラボでは創薬研究を支援・加速する資源としての独創的な化合物ライブラリと革新的な医薬品候補分子の合成法や探索技術の開発を二本の重要な柱として「化学とバイオ両分野の第1種基礎研究・第2種基礎研究の異なるポテンシャルを融合した本格研究」により医薬品製造業界等からの大きなニーズに応えられる革新的基盤技術を確立し提供することを第一の目的としている。さらにこの本格研究の実現のために、研究成果（方法論・新技術、新規バイオマーカー、及び医薬品候補化合物）をできる限り早い段階で充分な新薬開発ポテンシャルを有する製薬会社等との共同研究開発あるいは導出・技術移転に進展させることを第二の目的としている。獲得した医薬品候補化合物等に関する知的財産権・技術ノウハウ等を活用して疾患ターゲットごとに実績を

有する製薬・化学関連企業等との戦略的・包括的な連携を強化することでわが国発の新薬開発研究を支援・加速する。また、これらを実現することで新たな産学連携モデル（産総研創薬支援ビジネスモデル）を目指している。

本研究ラボの上記ミッションは第2期中期目標で示された産総研への期待において「いかに研究成果をあげ、それを普及させるかという観点から企業等との有効な連携を進めていくことも強く求められている」という重要な視点に合致しており、「わが国におけるイノベーションの実現に多大な貢献を果たすこと」を革新的創薬の実現とそれを加速する基盤技術の構築という具体的な目標を設定した産学連携研究という形で実践するものである。一方、中期計画で産総研が意思表示している施策にも明確に記載されている「健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発」を通して「質の高い成果の創出とその社会への還元を最大化するため」の具体的な事例に位置づけることができる。

## 2. 研究開発の方針・方法論など

本研究ラボが世界に先駆けて開発した糖鎖自動合成技術及び電磁波合成技術などを統合したコンビナトリアルケミカルバイオテクノロジーを活用してこれまでに作製した500を超える癌抗原決定基関連フォカスト化合物ライブラリを核として癌の新規な診断技術・予防薬・治療薬開発に有効な創薬シーズ化合物群を系統的に創出する。また、磁性体微粒子プローブを利用する機能性分子探索技術及びこれらの新技術に基づいて構築されてきた構造・機能情報化合物データベースなどを当ラボの有力な資源と位置づけ、広い意味での化学と生物学の異分野融合による創薬指向型の独創的探索研究を推進する。

「創薬研究を支援・加速する新技術開発とそれらを用いた有効な疾患マーカー・新薬候補低分子化合物の獲得」に絞り以下の3つの主要研究項目についての事業計画を策定した。

- (1) コンビナトリアルケミカルバイオロジー法による医薬品候補化合物ライブラリの作製と癌予防・診断・治療法開発研究への応用
- (2) 金属微粒子・固体基盤等にディスプレイするケミカルプローブ分子の作製と質量分析法による疾患関連バイオマーカー分子の高速探索技術の開発
- (3) 新規な低分子医薬品候補化合物の効率的合成技術の開発

これらの全ての課題について複数の企業との共同研究開発による実用化へ展開させる。3年間という時限的制約がある本研究ラボでは、①具体的な創薬シーズ（医薬品候補化合物と疾患関連マーカー等）を企業に速やかに提供することと、②これを連続的に実現させるための研究資源を確保することの2点が要求される

具体的成果であると想定している。

本研究ラボの使命は日本の製薬メーカーが現在独自の技術のみでは作製・獲得が困難な化合物群のうち、創薬のターゲットとしての魅力と特徴のあるフォーカスト化合物ライブラリを構築してそれらの化合物から有用な医薬品候補や新しい疾患関連マーカー分子を探索することである。

当研究ラボでは昨今、極めて重要となっている機密保持とコンプライアンスの徹底という点から逸脱することなく、効率的な運営を重視して集中型産学官連携研究が可能な体制の構築を基本とし、引き続き、NEDO 委託研究のミッション遂行及び企業等と連携した実用化促進研究を実施する。

このように本研究ラボにおいて実施している研究開発に対するニーズは増大する傾向にあると容易に予想される状況であるため、組織（産総研）側からもこれらの期待や研究の現状に即した研究員体制（常勤研究者の拡充）を柔軟かつ迅速に対応いただけるよう働きかけているところである。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「健康安心プログラム/糖鎖機能活用技術開発」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C「マイクロ波照射による糖鎖・糖ペプチド合成のための新たな展開」

文部科学省 科学研究費補助金 若手（スタートアップ）「マイクロ波と自動合成システムを用いた機能性糖ペプチドの効率合成とその機能構造研究」

発表：誌上発表9件、口頭発表14件、その他0件

### 【テーマ題目1】癌関連マーカー分子の探索と創薬への応用に関する研究

【研究代表者】西村 紳一郎（研究ラボ長）

【研究担当者】清水 弘樹、松下 隆彦、天野 伸治郎、比能 洋、清水 和美、作田 智美、長島 生（常勤職員1名、他7名）

### 【研究内容】

癌マーカーの探索と候補分子の絞り込みを可能とする「(1)次世代医薬品候補構築技術の開発」による具体的な「(2)医薬品候補化合物の導出」と「(3)次世代創薬・診断の基盤材料開発」を達成目標としている。

これら3つの達成目標を実現するためには技術課題として「①糖ペプチドライブラリの構築技術」、「②エピトープ同定と医薬品候補化合物の選定技術」、さらに、「③創薬候補の絞り込み技術」という3つの技術要素の開発が必須となる。

本年度までの進捗状況は、MUC1に存在する繰り返し



糖ペプチド構造からコア1、コア2、さらにコア6などの糖鎖を有する約300種類の化合物、さらにその関連構造としてラクトサミン繰返し構造やルイス抗原構造などのバリエーションを加えた約200種類、合計500種類以上からなる有用なエピトープ候補化合物の合成を達成した。また、糖ペプチドマイクロアレイによる評価実験によりエピトープ構造に必須の創薬ターゲットとなる候補化合物等の情報も得られている。その結果、ロードマップに記載されているとおり初期の目標達成時期を大幅に前倒しして平成19年度上期に権利を共有する全ての候補化合物（約400種類）を共同研究先企業に導出することが実現できた（現在、特許実施許諾等を含むマイルストーン契約締結に向けた作業中）。現在これらの成果物を活用した臨床研究がさらに展開しており、本研究テーマの多くのアウトプットが「癌の新規診断技術や治療技術の創出」という具体的アウトカム実現に向けて大きく進展している。また、この具体的な産学連携研究の成果（産総研発創薬研究開発ビジネスモデル）が製薬企業の北海道への研究拠点を誘致にも大きく貢献した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 癌マーカー分子、糖ペプチドライブラリ、糖鎖自動合成、MUC1、癌ワクチン、抗体医療

## 【テーマ題目2】新しいマイクロ波合成法による医薬品候補化合物の構築に関する研究

【研究代表者】 西村 紳一郎（研究ラボ長）

【研究担当者】 清水 弘樹、松下 隆彦、天野 伸治郎、比能 洋、清水 和美、作田 智美、長島 生（常勤職員1名、他7名）

### 【研究内容】

「マイクロ波効果による創薬候補化合物の構築」として従来技術では利用が困難であった低価格原料を用いた新規グリコシル化反応の開発、および従来の合成プロセスが煩雑で創薬や診断などの産業利用が遅れている糖ペプチドの効率的合成法の開発を目指す。また、「創薬を加速するマイクロ波照射装置開発」では医薬品の官能基選択的活性化や大量合成化過程の簡素化や実用的なマイクロ波照射型固相合成装置を実現するため、導波管や発振器の改良を含めた機器開発メーカー等との新たな共同研究を設定し、実用的なマイクロ波照射型固相合成装置のプロトタイプ機作製までを目標とする。

本年度までの進捗状況は、マイクロ波を利用することによりメチルグリコシド等、今までは糖鎖合成に活用されていなかった「安価な安定糖誘導体」を用いたグリコシル化反応を開発し、これまでの「高価な不安定糖誘導体」開発を中心とした糖鎖合成技術からの脱却と産業利用へ道を開いた。また、低温におけるマイクロ波照射による化学反応経路のコントロールに現在のところ世界で唯一成功し、実際にオリゴ糖合成へ展開している。さら

に、バイオセンシング材料で注目されている金ナノ粒子上で直接糖鎖化学合成することに世界に先駆けて成功した。また、マイクロ波利用による糖アミノ酸の活性化を通じた糖ペプチド作成技術を推進し、20ペプチドの5カ所にそれぞれ6糖からなる分岐糖鎖を導入した糖ペプチドの合成や、並列型ペプチド合成装置と自作のマイクロ波照射型ペプチド合成装置の組み合わせによるライブラリ合成化の推進の検討などを行い、上記テーマ1基盤技術としてフィードバックしている。

これらの成果に基づき装置開発メーカー等との新たな共同研究を設定し、実用的なマイクロ波照射型固相合成装置のプロトタイプ作製を開始している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マイクロ波合成、糖ペプチド合成、固相合成、医薬品合成

## ⑥【バイオセラピューティック研究ラボ】

（Biotherapeutic Research Laboratory）

（存続期間：2006. 7. 1～2009. 3. 31）

研究ラボ長：中西 真人

所在地：つくば中央第4

人員：3名（3名）

経費：72,710千円（69,410千円）

### 概要：

バイオサイエンスの分野では、ヒト・ゲノムプロジェクトやプロテオーム解析などの大規模プロジェクトが次々と実施される一方で、大型予算の投入により細胞や個体における情報伝達機構など基本的な生命現象の理解は大きく進み、その成果が先端医療に応用できる日がすぐそこまで来ているかのように喧伝されている。しかしながら現実には、これらの基礎研究の成果とその臨床応用の間には深いギャップが存在する。例えば、1980年代にほとんどの主要な遺伝性代謝疾患の原因遺伝子が同定され、1991年には世界で初めての遺伝子治療の臨床試験が開始されたにも関わらず、現在に至るまで遺伝子治療は実用化されていない。現在もてはやされている再生医療も同様であり、ヒト iPS 細胞（いわゆる万能細胞）の樹立など華やかな話題で盛り上がってはいるが、ヒトに移植する細胞の安全性を確保するという基本的な問題はこれからの課題として残されている。このようにギャップがある大きな原因として、基礎研究の成果と医療現場をつなぐ技術開発が、困難な「死の谷」の段階を抜けられずに停滞していることが挙げられる。

当研究ラボの名前として採用したバイオセラピューティック（Biotherapeutic）とは、古典的なバイオ医薬品であるワクチン・血液製剤から、生物学・細胞生

物学の最新の成果を基に作られる組換えタンパク質・抗癌モノクローナル抗体・核酸医薬・遺伝子治療薬・再生医療用細胞まで、幅広い「生物由来の医療用素材」を表す言葉である。これらの新しいバイオセラピューティックは、限界が見えてきた低分子化合物医薬品に代わる創薬のシーズとして注目され、2010年には国内外の市場における新薬の売り上げの30 %がバイオセラピューティック由来となると予想されている。さらに、バイオサイエンスの進歩により増え続けている「原因が明らかになっても治療法はない難病」の治療法開発の面でもバイオセラピューティックは大きな注目を集めている。しかしながら、日本国内の製薬企業の研究開発は未だに低分子化合物のスクリーニングに偏っており、国産オリジナルのバイオセラピューティックの開発は非常に遅れているのが現状である。

当研究ラボの目標は、独創的なバイオセラピューティックのシーズを開発し将来の実用化への道筋をつけることで、遺伝子治療・再生医療等の先端医療を現実のものとすると共に、国内の医療・製薬産業の育成・発展に貢献することである。当研究ラボで実施する研究内容は、産総研の「国際的な産業競争力強化や新産業の創出に向けて、幅広いスペクトルでの探索と分野融合によるイノベーションを推進すべき研究」や「わが国のテクノインフラ整備にかかわる基盤技術の構築など、産業基盤技術の研究・開発」というミッションに基づいており、研究のフェーズでは第一種基礎研究と第二種基礎研究にあたる。バイオセラピューティックの製品化は承認申請・設備投資・知的財産権の問題などさまざまな問題を乗り越える必要があり、研究ラボの組織と限られた時間の制約下で製品化やベンチャー企業の立ち上げを実施するのは不可能だが、これらのハードルを乗り越えても実用化する価値があると評価されうるシードを外部に提示して実用化への道筋を作ることを設定期限内の目標とする。

研究課題としては、第一期・第二期中期計画において産業技術総合研究所において得られた基礎研究の成果を重要な知的財産と位置づけ、それを継承発展させて、「遺伝子治療」「再生医療」「難治癌治療」「ウイルス感染症」など現在の医療における重要課題の解決に貢献できる具体的な技術シーズを開発するために、平成19年度は以下の3つの主要研究項目を設定した。

- (1) 遺伝子治療や再生医療の実用化に必要な、治療用遺伝子を細胞質で安定化できる持続型 RNA ベクター技術や、治療用遺伝子を核の中へ標的化する技術を開発する。またこの技術を応用して安全性の高いヒト iPS 細胞を開発する。
- (2) 再生医療と難治癌治療の分野における基盤技術として、ヒト細胞の寿命を決定している分子機構を解明し、その成果に基づいて細胞寿命を人為的に調節する技術を開発する。
- (3) ウイルス感染症や難治癌など遺伝子発現の異常によ

る疾患を治療するために、siRNA で遺伝子発現を制御する新しい技術を開発する。

研究手法としては、DNA・RNA・タンパク質を扱う分子生物学・生化学の基礎的技術はもちろん、培養動物細胞を扱う細胞生物学・ウイルス学、さらに実験小動物（マウス・ラット）を用いた前臨床試験までを広く対象とするため、これらの研究に携わることができる研究者を統合すると共に研究指導を行う。また、研究ラボ設立時の各項目の研究フェーズは第一種基礎研究から第二種基礎研究の段階にあるが、研究ラボ設立期間の終了までにいずれも形として見えるシーズを生み出すことを目指す。

外部資金：

文部科学省科学研究費補助金・基盤研究 B

「細胞核にターゲティング可能な DNA 内封ナノ粒子の分子設計」

文部科学省科学研究費補助金・特別研究員奨励費

「センダイウイルスの持続感染機構の解析と遺伝子治療用ベクターへの応用」

発 表：誌上発表4件、口頭発表7件、その他0件

#### 【テーマ題目1】先端医療のための基礎技術の開発

【研究代表者】中西 真人（研究ラボ長）

【研究担当者】瀬川 宏知、佐野 将之、西村 健、  
大高 真奈美、暁 波、酒井 菜絵子、  
梅村 洋子（常勤職員3名、他5名）

#### 【研究内容】

遺伝子治療・再生医療など、遺伝情報を使った先端医療の実用化のためには、(1) 組織細胞への遺伝情報の導入効率が高い：(2) 遺伝情報の発現が持続する：(3) 宿主の細胞への障害や遺伝毒性が無い、といったさまざまな性質を併せ持つ遺伝情報導入・発現系の開発が必要となる。このうち導入効率の向上については、細胞内部と外部環境との境である細胞膜や、核と細胞質の境界である核膜が大きな障壁であることが知られている。また、持続的な遺伝情報の発現はレトロウイルスのような染色体に挿入されるタイプのベクターを使うことにより可能であるが、その反面、染色体への外来遺伝子の挿入は細胞のがん化という副作用をもたらすことが臨床試験の結果から明らかになってきた。当研究ラボでは、このような現状を鑑みて、細胞質で安定に存在する RNA を使った新しい持続的遺伝子発現プラットフォームの確立を目指している。

細胞質で遺伝子発現を行う系としては、マウス・パラミキソウイルス1型として知られるセンダイウイルスを使ったベクターがあるが、これまでのセンダイウイルスベクターは細胞傷害性が強く、持続性のある遺伝子発現

はできなかった。しかし我々は、センダイウイルス変異株 CL151を基に細胞傷害性を欠き長期間持続的に遺伝子発現を行える新しい遺伝子発現系の開発に成功した。平成19年度は、前年度に行った「センダイウイルス変異株 CL151株の持続感染メカニズムの解析と、CL151ゲノム全長を使ったベクターの開発」を *Journal of Biological Chemistry* 誌に発表し、特許を申請した。また、このシステムからウイルス粒子形成に必要な遺伝子を欠損させた改良型ベクターを開発し、遺伝子治療やバイオ医薬品生産に関する共同研究を開始した。さらに、平成19年12月より重点課題として「安全性の高いヒト iPS 細胞樹立プロジェクト」を開始している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子治療、センダイウイルス、RNA、核移行シグナル

【テーマ題目2】ヒト細胞寿命制御技術の開発

【研究代表者】中西 真人（研究ラボ長）

【研究担当者】竹中 康浩、酒井 菜絵子  
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

高等動物の寿命は種によっておおそ決まっている。例えば、公衆衛生や医学の進歩があっても、人の寿命はたかだか100年余である。この理由については諸説があるが、動物には寿命を決める遺伝的プログラムが備わっているというのが最も一般的な考え方である。ヒト新生児に由来する線維芽細胞を培養すると、約50回から70回の細胞分裂後に、染色体末端のテロメア DNA（TTAGGG という6塩基の繰り返し構造）の長さが約6キロ塩基対まで短くなると共に増殖が停止する。一方、細胞寿命が無限になった細胞（不死化細胞）ではテロメア DNA を合成するテロメラーゼや組換えによってテロメアを伸長する機構が誘導されていることが知られている。これらの情報を総合して、「テロメア DNA の長さが細胞の寿命を決める分子時計の役割を果たしていて、個体の寿命はそれを構成する細胞の寿命によって決定されている」というテロメア仮説が提唱されている。

ヒト細胞の寿命の調節は、再生医療や難治癌の治療といった先端医療と大きな関わりがある。例えば、無限の寿命を持つマウス ES 細胞をそのまま個体に戻すと奇形種という癌になることがわかっており、ES 細胞由来の組織を患者に移植する場合は寿命をしっかりとコントロールすることが安全性の確保に必要である。またすべての悪性腫瘍に共通した性質は細胞の不死化（無限の分裂寿命を持つこと）であり、これにもテロメアが関わっていることがさまざまなデータから示されている。しかし、癌由来の不死化細胞では多くの場合テロメア DNA の長さが非常に短くなっていて、従来のテロメア仮説では癌細胞が不死化している仕組みは説明できない。

当研究ラボではこれまでに、テロメア DNA に特異的

に結合するタンパク質の1つ TRF1がテロメア機能の維持に必須であること・調べた限りすべての不死化細胞で TRF1の発現が10倍以上誘導されていること・不死化細胞では TRF1を核マトリックス（核膜の裏側の構造）に結合する活性が誘導されていることを明らかにしてきた。このことから、TRF1がヒト細胞の寿命を決定している因子の一つであるという仮説を立て、その発現誘導機構と、TRF1を核マトリックスに結合する因子の同定を進めている。

平成19年度は、ヒト TRF1遺伝子の転写開始点上流の2.2キロ塩基対のゲノム DNA の解析を進め、少なくとも TIM 細胞（Mortalin 遺伝子を強発現させて作成した不死化ヒト線維芽細胞）では、TRF1の発現制御が転写開始点上流500塩基対のプロモーター領域で決まっています、正常細胞に比べて5倍以上の活性化が見られることを見いだした。TRF1 プロモーターは他の Housekeeping 遺伝子のプロモーターに比べて転写活性は弱いですが、これは TRF1自体の発現量が少ないことと対応している。さらに平成19年11月に発表されたヒト iPS 細胞（いわゆる万能細胞）の研究から、正常細胞の脱分化に伴い TRF1の発現も5倍以上上昇することが明らかとなり、[テーマ題目1]「先端医療のための基礎技術の開発」で開発予定のヒト iPS 細胞を用いてこの現象をさらに解析し、ヒト細胞寿命の決定機構の全容を解明する方針である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】癌、再生医療、細胞寿命、テロメア

【テーマ題目3】siRNAによる遺伝子発現制御技術の開発

【研究代表者】中西 真人（研究ラボ長）

【研究担当者】佐野 将之（常勤職員2名）

【研究内容】

さまざまな疾患の原因が分子レベルで解明されるにつれ、遺伝子の活性化が病気を引き起こしている例が見いだされるようになった。例えば、関節リウマチは関節の滑膜で炎症性サイトカインの発現が異常に昂進して起きると考えられており、サイトカインの機能を抑制する抗体の投与で症状が改善するが、その効果は一過性で抗体を繰り返し投与しなくてはならない。そこで疾患関連遺伝子の異常な昂進を転写レベルで抑制することで根本的な治療法が開発できないかというアイデアが生まれた。

ウイルス感染症も広い意味で遺伝子発現の異常によって引き起こされる疾患である。慢性のウイルス感染症の場合、ワクチンで予防できるものやインターフェロンが有効であるもの以外はいったん罹患すると根治が難しいが、ウイルス遺伝子の発現を特異的に抑制できればウイルスの増殖を抑えて症状を抑え、最終的には体内から除去することも可能だと考えられる。

当研究ラボでは、特定の遺伝子を特異的に抑制する技



術として siRNA とキメラリプレッサーに注目して研究を進めている。siRNA とは標的とする遺伝子に相補的な20塩基程度の短い二重鎖 RNA で、標的遺伝子から転写された mRNA を切断して遺伝子発現が抑制される。この技術の医療への応用は世界各国で進められているが、標的遺伝子に少しでも変異が起きると効果が無くなるという欠点があった。平成19年度は、前年度に行った「Long-hairpin RNA を使ったヒト免疫不全ウイルス（HIV）の増殖抑制」を論文として Molecular Therapy に発表した。さらに siRNA の構造において必要な末端の構造について新たな知見を見だし、現在まとめて投稿中である。さらに持続感染しているセンダイウイルスを細胞から除去するための siRNA を設計してその有効性を確認した。この成果は、SSPE（亜急性硬化性全脳炎）などパラミキソウイルスが持続感染して引き起こされる疾患の治療法として有望であるだけでなく、[テーマ題目1]「先端医療のための基礎技術の開発」で開発した持続発現型センダイウイルスベクターを細胞から除去する技術としても有効なため、現在さらに解析を行っている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】転写因子、siRNA、転写抑制

#### 4) 研究コア

##### ①【爆発安全研究コア】

(Research Core for Explosion Safety)

(存続期間：2007. 4. 1～)

研究コア代表：飯田 光明

所在地：つくば中央第5、つくば西、北センター

概要：

爆発安全研究コアは、化学物質の燃焼・爆発の安全に係わる総合的な研究を実施し、公共の安全確保や産業保安技術の向上等に貢献することで、＜安心・安全で質の高い生活の実現＞に資することを基本ミッションとしている。

具体的には、

- ① 化学物質が関与する燃焼・爆発安全に係わる社会ニーズ、行政ニーズ、国際的ニーズ（標準化を含む）等に迅速かつ継続的に対応できる組織（機能的組織化）
- ② 爆発現象及び関連する現象全般について、基礎から応用に至るまでの総合的な研究の実施（研究ポテンシャルの向上・維持）
- ③ 国内外関連研究者（機関）とネットを構築し、燃焼・爆発安全に係わる情報並びに施設・設備の相互有効利用を図る（対外機関との協調）
- ④ 産総研中期計画・目標の達成

以上を主要ミッションとし、特に、行政対応、国際対応の課題に重点的に対処することで、産業や公共社会並びに国際通商等における安全確保に貢献する。

研究コアで実施している研究は大別して以下の通りである。

- ① 燃焼・爆発安全に関する基礎・基盤研究
- ② 化学物質の燃焼・爆発の試験・計測方法等に係わる研究
- ③ 公共の安全確保や産業保安向上のために要請される行政ニーズ対応研究

発 表：誌上発表7件、口頭発表2件、その他0件

##### ②【深部地質環境研究コア】

(Research Core for Deep Geological Environments)

(存続期間：2007. 4. 1～)

研究コア代表：渡部 芳夫

所在地：つくば中央第7

経 費：352,092千円

## 概 要：

研究コアとしての設立の要件は、原子力安全・保安院より、産総研が実施する放射性廃棄物地層処分に對する安全規制の技術的支援研究を、代表制を持って統括するしくみを強く要請され、政策当局、関連機関等との調整、協力において、組織的的代表制が不可欠となったことによる。

本研究コアの課題とミッションは、産総研地質分野において、概要調査ガイドライン等、地層処分の安全基準を策定していくために必要となる調査研究を実施することであり、産総研地質分野の研究戦略（戦略課題3-(2)高レベル放射性廃棄物の地層処分のための地質環境評価）に基づき、活断層研究センター、地圏資源環境研究部門、地質情報研究部門、地質調査情報センターの研究者39名（常勤職員33名、契約研究職員6名）と事務職1名が研究コアメンバーとして実施した。

本研究コアの対外的な代表性に基づく活動は、原子力安全・保安院や原子力安全委員会等の安全規制機関への技術支援等の活動と、規制支援研究機関との協力、ならびに上記の外部要請に基づいた外部資金プロジェクトの運営・統括等からなる。

政策原課（原子力安全・保安院放射性廃棄物規制課）への協力としては、平成19年6月に施行された核原料物質・核燃料物質および原子炉の規制に関する法律の改正に伴った、放射性廃棄物の処分に係る安全規制法体系（省令）の検討において、総合資源エネルギー調査会廃棄物安全小委員会のWGに加わり、地層処分、余裕深度処分、浅地中処分の安全規制に関する検討を行うとともに、国の地層処分の調査ガイドライン案を、原子力安全基盤機構、日本原子力研究開発機構と共同作成した。また、原子力安全委員会の2つの分科会、1調査会に対して、産総研での地層処分安全規制支援研究の成果等を報告した。

一方、原子力の安全研究の推進を目的として、地層処分の安全規制支援研究機関である原子力安全基盤機構、日本原子力研究開発機構との間で、独法間研究協力協定「放射性廃棄物地層処分の安全性に関する研究協力協定」を平成19年10月4日に締結し、第1回同協定協力委員会を11月7日開催し、今後の研究協力の方針と共同研究計画の策定を行った。これに基づいて、平成19年12月20日に、同2法人との間に共同研究契約「幌延深地層研究計画における安全評価手法の適用性に関する研究」を締結し、平成20年度までの2年間の共同研究を開始した。

さらに、産総研地質分野内での放射性廃棄物の地層処分に係る研究開発の調整のため、地層処分関連研究連絡部会における分野内での研究契約や成果共有等の調整に参画した。

なお、研究プロジェクト自体の成果は、研究コアメンバーの所属する研究ユニット等の業務の一環として

実施したものであり、詳細な内容は各研究ユニットの項に記述した。本項では、研究ユニットでは実施とりまとめがなされない、本研究コア自体が実施した以下の外部資金プロジェクトの1項目について記述する。

本研究コアが統括した外部資金：

財団等受託研究費 地層処分に係る地質情報データの整備（原子力安全基盤機構）

発 表：誌上発表8件、口頭発表3件、その他0件

## 【テーマ題目1】地質データベースの作成（外部資金）

【研究代表者】内藤 一樹（地質調査情報センター地質情報統合化推進室）

【研究担当者】内藤 一樹、伊藤 順一、風早 康平、中野 俊、高橋 正明、岸本 清行、高橋 雅紀、中田 和枝、松尾 京子（常勤職員7名、他2名）

## 【研究内容】

目標：

既存の地質データをわかりやすい形で整理し今後の研究に役立てるために、国内外の地質情報等を収集しデータベース化する。作成するデータベースには、基盤GISデータベースシステム、日本の第四紀火山データベース、および深部流体・深層地下水のデータベースである。また、地層処分の安全規制研究に関する海外動向調査および概要調査ガイドラインのための技術資料の作成を行う。

計画の概要：

- 1) 地質データベースの作成では、産業技術総合研究所深部地質環境研究センターで原子力安全・保安院委託事業により整備してきた基盤GISデータベースシステムを継続的に最新の地質情報に更新するとともに、情報閲覧機能の高機能化を図る。特に、基盤GISデータベースシステムに新規に出版公表された産業技術総合研究所地球科学図を登録するとともに、メンテナンスを継続して実施する。利用技術に関しては、文献調査段階での支援データベースとしての各種インデックスを実装する。
- 2) 日本の第四紀火山データベースの更新では、原子力発電環境整備機構が提示した概要調査地区選定上の考慮事項のうち、火山活動に関する「第四紀火山から15 km以上離れた地区」の条件確認のために、日本の第四紀火山が網羅的にリストアップされたデータベースを整備し、責任の有る管理体制の元、常に最新のデータに更新するために、火山活動に関する既存文献データを集めた「日本の第四紀火山」の更新を実施した。具体的には、新規に出版公表された学術雑誌、研究機関報告書、科研費報告書、一般

科学雑誌、学会講演要旨集から日本の第四紀火山に関係する文献を抽出し、火山毎に文献リストを作成する。抽出した文献から、位置、火山体の分布・地質、火山の型式、岩石、活動時期、噴火災害記録、火山体の体積と噴出率に関するデータを集め火山ごとに整理する。

- 3) 深層地下水データベース作成では、深部流体・深層地下水に関するデータベースについて、温泉、地下水、河川水など水関係の化学組成データを、学術雑誌、研究機関報告書、科研費報告書、一般科学雑誌、学会講演要旨集等から収集する。特に、位置情報、深度情報、データ精度情報も重点的に収集し、データベースにデータの登録と更新を行う。

成果の概要：

- 1) 地質データベースの作成では、平成18年度に産業技術総合研究所から新規に出版された地質図幅を中心に基盤 GIS データベースシステムに集約を行い、海洋地質図については陸域との重ね合わせ表示を可能とした。これにより、基盤 GIS が最新の情報に更新されたとともに、陸域と海域の地質図の重ね合わせ、および全文検索の対象となる図幅説明書の充実によって、統合的なデータ解釈を支援する機能が向上した。

地球科学情報の利用技術に関しては、3次元表示機能の検討および地質図データベースの利便性を高めるための地質図インデックス作成についての検討を行った。3次元表示機能に関しては、地質図3D モデル・3D ムービーの作成を行い、地質図に著された情報の空間的把握と確認がより確実に行えるようになった。地質図インデックス作成に関しては、高精細画像の表示と画像中に外部データをリンクする機能を持つツールとして「ZOOMA」および「Google Earth」の利用について検討を行い、地質図インデックス画面を試作した。これらの検討から得られた、それぞれのツールの長所・短所を踏まえ、今後インデックス画面上からの外部リンクの設計、地質図インデックスと基盤 GIS 画面とのインターフェースの設計を検討して、利便性の高い地質図インデックスの整備を進めるべきと考えられる。

- 2) 第四紀火山データベースの更新では、約100火山について計700文献のデータを追加し、平成19年度中に3回のデータベース更新を行った。データベースの追加記載項目の検討では、日本列島において無作為に選んだ火山について、火山地質・岩石および周辺基盤地質に関する地質情報を試験的に収集整理し、今後収集すべきデータ項目の仕様を確定した。

今回のデータ拡充におけるねらいは、下記の二つである。(1) 本データベースにより、火山および周辺基盤岩類について、地質概要を入手することができるものにする。このために記載項目に関する短いレビューを加える。(2) 学術論文等により、さらに詳細な地質

情報を入手するための橋渡しとなるものであること。そのために、文献検索に有効なキーワード（地層名・岩体名）を盛り込むことである。

- 3) 深層地下水データベース作成では、温泉名しか記述が無いなど位置情報の不十分な化学分析データを深部流体・深層地下水データとして活用する方法を検討した。Google Earth と各種の地図情報、印刷物やインターネットの検索により得られる情報の比較検討により、多くの化学分析データの位置情報の精度を向上させることが可能となった。本事業では、北海道、関東、北陸、大阪、中国、四国の合計3368件（データ総数4760件）の化学分析データの整備を行った。今後さらに温泉関連のデータ収集を継続するとともに、収集済みの化学分析データの位置情報の整備を進める必要がある。また、本データベースと、地質、地質構造、火山、鉱物・地熱資源等の地質情報データ、坑井情報データとの連携を図ることは、深部流体・深層地下水の特性分布・形成機構の解明を進めるために有効であると考えられる。3次元表示機能に関しては、地質図3D モデル・3D ムービーの作成を行い、地質図に著された情報の空間的把握と確認がより確実に行えるようになった。地質図インデックス作成に関しては、高精細画像の表示と画像中に外部データをリンクする機能を持つツールとして「ZOOMA」および「Google Earth」の利用について検討を行い、地質図インデックス画面を試作した。これらの検討から得られた、それぞれのツールの長所・短所を踏まえ、今後インデックス画面上からの外部リンクの設計、地質図インデックスと基盤 GIS 画面とのインターフェースの設計を検討して利便性の高い地質図インデックスの整備を進めるべきと考えられる。

【分野名】地質

【キーワード】地質データベース、第四紀火山、深層地下水



5) フェロー

【フェロー】

(AIST Fellow)

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5

概 要：

フェローは、理事長の諮問を受けて、研究者の代表として他の研究者の指導にあたりるとともに、特別な研究を行っている。

平成19年度は、3人のフェローを置いている。

---

機構図

|      |       |
|------|-------|
| フェロー | 立矢 正典 |
| フェロー | 大津 展之 |
| フェロー | 田中 一宜 |

## (2) 内部資金

〔研究題目〕難削微細形状デバイス用レーザー・電解複合加工システムの開発

〔研究代表者〕栗田 恒雄

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕栗田 恒雄、笠島 永吉、三島 望

(常勤職員3名)

〔研究内容〕

本研究では心臓外科、脳外科に応用されるカテーテル、チューブ、高密度電子回路検査用プローブ等の高精度、高効率、低環境負荷加工を目指し、同一機上でレーザー・電解逐次複合加工可能な小型複合加工機を開発することを目的とする。

対象ワークであるステンレス製小径管を高能率、高精度で加工することが可能なレーザー光源、レーザー加工法を知るために、厚さ0.1 mm のステンレス板のレーザー穴加工を行った。加工後の穴形状、穴径、材料表面状態等を評価することで、ステンレスの小径管加工を対象としたときの最適レーザー光源、レーザー加工条件について検討した。

同一光源を用いた加工、計測を可能とするために、レーザー・電解複合加工機に搭載するレーザー加工、計測モジュールを作成した。加工、計測モジュールはレーザー発振器、専用光学系、光学系、レーザー発振器治具から構成される。光学系、レーザー発振器治具はレーザー光路調整機能を持つ。また作業者保護のため、紫外光を吸収する樹脂カバーがレーザー光路全体に設置されている。

同一光源を用いたレーザー加工・計測用光学系及び位置計測方法を用いて高精度で保持することが難しい、低剛性である直径90  $\mu\text{m}$  のステンレス管上に75  $\mu\text{m}$  ピッチの螺旋溝加工に成功した。このような微小ワーク上の微細形状加工は世界でも例がない。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕レーザー加工、電解加工、複合加工、微細加工、小径軸

〔研究題目〕光ファイバによる周波数標準の超高精度供給装置の開発

〔研究代表者〕雨宮 正樹(計測標準研究部門)

〔研究担当者〕雨宮 正樹、今江 理人、藤井 靖久、鈴山 智也(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

本装置は事業所等の構内において、周波数標準(基準信号)を高精度に配信、分配する装置である。その目標は実環境(温度変動やケーブル引っ張り)に十分適応し、オリジナルの信号性能の劣化を極力抑えて伝送することである(目標システム雑音 $1 \times 10^{-13}$ (1s)、 $1 \times 10^{-15}$ (1日))。また複数ユーザにも供給できる光分配能力を有することである。この目標実現のため、当期は各装置((1)送信、(2)中継増幅、(3)分配、(4)受信の4装置)

について基本検討を実施し、トータルなシステムとしての基本性能確認を行うこととした。以下その進捗を示す。

(1)高精度位相制御装置については移相器を用いた制御系について2方法の装置を試作し効果を検証した。実際の光ファイバ(100 km 程度)使用状態において、位相変動のキャンセルが十分では無かった。この原因は移相器の温度変動等であることが判明した。現在、今期得られた実フィールドにおけるファイバ位相変動量をキャンセルできるよう位相制御時定数、制御利得、温度安定化など実施中である。(2)中継増幅装置は、これまで実験室内において、増幅媒体であるエルビウムファイバと反射防止用のアイソレータ、波長合分波部の各光部品を光コネクタで接続していたが光コネクタ部の光反射もあり、試験用のレベルでは無かった。今期、全ての接続部を溶融し反射と光損失を抑えた評価装置を完成させた。本装置の双方向の光信号間のアイソレーションは65 dBと良好であり、フィールドでの試験データを得た。(3)光分配増幅装置は、AWG(Arrayed Waveguide Grating)を用いた40分配の装置試作を行い、アイソレーション、温度特性等の評価を実施した。その結果、目標とする性能を満足したが、100分配以上の実現にはコストの点で不利であるため、パワー分岐方式の検討(8分岐 $\times$ 32分岐=256分配)を開始した。(4)光受信装置は、目標のシステム雑音実現に向け、光受信部初段のC/N(信号対雑音比)の向上を行った。また実用レベルにするためには、光ファイバの引っ張りや曲げによる損失変動に対する耐力をつける必要がある。自動利得制御回路を作成し、入力ダイナミックレンジ23 dB(0 dBm $\sim$ 23 dBm)を実現した。上記の各装置を接続し、トータル160 km のシステムを構成し各装置パラメータ、システムパラメータの設定条件の基本検討を実施した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕周波数標準、光ファイバ、基準信号供給、周波数安定度

〔研究題目〕エネルギー削減効果をもつ不凍タンパク質(AFP)技術の実証

〔研究代表者〕津田 栄

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕津田 栄、西宮 佳志、平野 悠、三重 安弘、近藤 英昌、三浦、愛伊藤 路子、林 悦子、高道 学、岩崎 和久、藁科 亜由美(常勤職員5名、他6名)

〔研究内容〕

目標：

零℃付近で効果的に水を凍結させる能力をもつ AFP 固定化材料を開発すること。培養により増殖させた細胞を約4℃下で長期間保存する為の AFP 細胞保存液を開発すること。

研究計画：

魚類 AFP を基板、フィルム、ビーズ状樹脂等に固定化したものを作製する。凝固点精密測定システム、FT-IR 分光法、水晶振動マイクロバランス法（QCM）を用いて AFP 固定化基板がもつ凍結性能と AFP 集積密度・配向性との相関関係を調べる。市販の細胞保存液に AFP を添加したものをを用いて種々の培養細胞の生存率の経時変化を調べる。滅菌室内に設置した低温インキュベーター、共焦点レーザー顕微鏡、電気化学顕微鏡（SECM）を用いることにより細胞保護メカニズムを解析する。

年度進捗状況：

AFP の固定化方法と凍結性能の相関、AFP の種類と凍結性能の相関、AFP 固定化担体材料と凍結性能の相関について検討した。特に(1) AFP のアミノ基を利用して固定化する方法、(2) AFP のカルボキシル基を利用して固定化する方法、(3) AFP の N 末端に導入したシステイン残基を利用して固定化する方法、(4) AFP と基板表面の疎水的な相互作用を利用する方法、(5) 分子間力、静電気力、疎水的相互作用を統合的に利用する固定化方法を検討した。その結果、(3)と(5)が高い活性を示すことを見出した。(5)は AFP 水溶液を吹き付けて乾燥させる簡便法であり大きな AFP 基板の作製を可能にすると考えられた。現在、FTIR や XPS などの分光法を活用した実験を行い AFP 固定化量と氷核活性の間の相関関係を解析している。一方、国産食用魚類のすり身から高純度精製された複数の AFP 試料を市販の細胞保存液に溶解し（AFP+）、その細胞保護機能を AFP 無添加の細胞保存液（AFP-）を用いた場合と比較した。HepG2（ヒト肝臓）、IEC6（ラット小腸）、COS-7（サル腎臓）、HeLa（ヒト子宮頸管）、ECV304（ヒト臍帯）、PC-12（ラット褐色細胞）、HEK294（ヒト腎臓）、Jurkat（ヒトリンパ球）、K562（ヒト胸水）、THP-1（ヒトリンパ球）を入手して AFP による保護効果を調べた。とくに1) AFP 濃度と保護機能、2) AFP の種類と保護機能、3) 細胞保護メカニズムを検討した結果、細胞保護機能は1-10 mg/ml の範囲で濃度依存的に向上することを見出した。また、AFP のアイソフォーム混合物と単一アイソフォームでは、前者の高い細胞保護機能を有していることを見出した。現在は実験の再現性を高めるための高純度 AFP 精製技術を検討している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】不凍タンパク質、3次元構造、分子機能、大量生産、製品化

【研究題目】高感度蛍光顕微鏡としての表面プラズモン励起増強蛍光顕微鏡システムの開発

【研究代表者】田和 圭子

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】田和 圭子、西井 準治、金高 健二

（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

表面プラズモン励起増強蛍光法を二次元高感度蛍光観察法として展開し、高度なナノ加工基板を利用した高倍率観測も可能な表面プラズモン励起増強蛍光顕微鏡（SPFM）システムの開発を目的とした。システム開発に必須な課題は(1)表面プラズモン共鳴による電場増強を最大にする基板条件を検討すること、(2)操作・調整が簡単な検出系で高倍率観察ができる二次元検出装置を作製すること、の2つと考え、今年度は(1)を中心に、金属膜の膜厚、格子周期（ピッチ）、溝深さの最適化、などの構造条件を最適化と、汎用化のためのコストダウンにつながるプラスチック基板の作製について検討した。蛍光を検出するために、基板上に蛍光標識蛋白質および、蛍光標識細胞を結合させ、水（緩衝液）界面で観測した。その結果、金属薄膜としては金よりも銀のほうが蛍光の増強効果が大きいことを示し、銀の上に酸化防止と消光抑制の20 nm 厚の SiO<sub>2</sub>膜を保護膜として形成させることが重要であることがわかった。また、ピッチによって共鳴角のコントロールが可能であることも示すことができ、溝深さについては、20 nm が最も増強電場が大きくなることがわかった。さらに、熱式ナノインプリント法によるプラスチック基板への周期構造の転写についても検討を行った。転写条件により周期構造の表面形状や溝深さが制御でき、20-30 nm の溝深さをもつ基板で大きな増強電場と強い蛍光強度を確認することができた。

【分野名】ライフサイエンス、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】蛍光顕微鏡、表面プラズモン、ナノ加工、周期構造、細胞

【研究題目】膜機能とマイクロ波加熱法による多成分混合ガスからの高純度水素の供給装置の開発

【研究代表者】佐藤 剛一（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】佐藤 剛一、西岡 将輝、長谷川 泰久、和久井 喜人、井上 朋也、濱川 聡（常勤職員6名）

【研究内容】

本研究は各種炭素資源（軽・灯油、バイオマス等）の改質反応によって得られた多成分混合ガスから、燃料電池等で利用する高純度水素のみを選択的に供給する装置の開発を実施するものである。高純度水素を取り出すためにパラジウム膜を、また膜の加熱には選択加熱や急速加熱が容易なマイクロ波加熱法を利用することによって、コンパクトなプロトタイプを作製を目標としている。本年度はプロトタイプ作成に向けた要素技術に関する基盤研究を実施した。

パラジウム膜の製作に関しては、CVD 法と無電解メ



ッキ法を利用して、多孔質セラミック管の表面に薄膜化、もしくは多孔質支持体の内部にパラジウムを充填する pore-filling 型膜について調製法等の検討を行い、透過能に優れた膜の製作を実施した。さらにパラジウム膜に各種妨害ガスが与える影響を検討し、特に二酸化炭素の共存が水素透過性能を大きく低下させること、その中でも pore-filling 型膜は比較的耐性に優れることなどの現象を見出した。マイクロ波加熱法については、従来型のマグネトロンに変わって、半導体アンプを用いることにより、重量を1/15、消費電力を1/3にするなど、小型化、低消費エネルギー化等に成功した。また膜の伝熱シミュレーションから、装置内温度設計に関する知見などを得た。これらの成果をもとに、次年度はプロトタイプ製作を中心に研究を実施する予定である。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】パラジウム水素透過膜、マイクロ波加熱法、高純度水素分離

【研究 題 目】スーパーグロス技術を用いたカーボンナノチューブ透明導電性フィルムの開発

【研究代表者】畠 賢治（ナノカーボン研究センター）

【研究担当者】水野 耕平（常勤職員1名）

【研究 内 容】

産総研独自開発技術で世界最高のカーボンナノチューブ合成法であるスーパーグロス法と、やはり独自技術である透明導電性フィルム製法（転写法）を組み合わせ、ナノチューブ透明導電性フィルムのスケールアップ可能な製造技術を確立し、ITO 薄膜を凌駕する導電性・透明性を持つ透明フィルムを開発することを目標とする。本年度においては、スーパーグロス合成法と気相流動合成法とを組み合わせたスーパー気相合成法を開発した。具体的には基板を使用したバッチ形式のスーパーグロス合成法のプロセスを縦型の気相流動炉内で実現するため、新型合成炉の設計と開発を行った。また反応温度やガス流量などのナノチューブ合成条件を広範囲に探索した。その結果、水分の添加などスーパーグロス法においてコアとなるプロセスが新型炉においても効果的であることを確認し、スーパー気相流動法のコンセプトが実証された。得られた導電性膜は、表面抵抗率 $2\sim 5\text{k}\Omega/\square$ 、透過率98 % (基板を100 %とする)を示す。これは転写法によって多層な樹脂を母材とした透明導電性フィルムにすることができる。この合成装置で得られた薄膜は ITO 薄膜に比較して透過率において優れ、抵抗率において不十分である。しかし予備的な実験によると、後処理により $300\ \Omega/\square$ まで向上でき、ITO に近い導電性を得ることができることが確認されている。ITO 代替という当初の目的に沿うならば、こうした後処理による導電性改善を目指す選択肢もある。しかしナノチューブ薄膜の透明性や、転写法により導電性フィルムとした時の屈曲性・耐久性を生かし ITO とは異なるニーズを

開拓することがより重要かつ現実的と思われる。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】カーボンナノチューブ、スーパーグロス、透明導電性フィルム

【研究 題 目】マルチウエーブ高速3次元比抵抗トモグラフィ技術の開発

【研究代表者】神宮司 元治（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】神宮司 元治、内田 利弘  
（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

従来の電流電極単極から送信するシステムと異なり、複数の電極から同時に電流を送信するマルチ送信比抵抗探査装置を試作し、同期検波回路および送信出力装置の最適化および内部ノイズ対策を進めた。その結果、屋外で従来の探査機で取得されるのと同等のクオリティのデータを圧倒的な高速度で取得できることを実証した。その後、第2号機の開発を進め、第1号機と比べて内部の同期検波の数や送信出力、電流コントロールのインピーダンス制御手法、ブロック構造型の専用スキャナーなど、大幅な改良を加えた。その結果、毎分1200点を超える極めて高速なスキャンが可能な実用的システムとして完成した。また、本測定装置の電極切り替え制御ファイル生成から、データ取得・管理、インバージョン解析まで、誰でも簡単に扱えるように、実用的に使用可能な一連の総合管理ソフトウェア群も完成させた。

【分 野 名】地質

【キーワード】電気探査、トモグラフィ、比抵抗、測定装置

【研究 題 目】不透明障害物内化学物質検知装置の開発ー水際薬物検査に向けた多光子励起レーザー走査過渡吸収顕微分光の展開ー

【研究代表者】古部 昭広

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】加藤 隆二、野中 秀彦、佐藤 知絵  
（職員3名、他1名）

【研究 内 容】

フェムト秒レーザーによる多光子励起過程を用いた過渡吸収顕微鏡を応用して不透明障害物内の化学物質を検知するための分光装置プロトタイプの開発研究を行った。具体的には、違法薬物等の水際検査への応用を目指し、以前に開発していた大型レーザーを基にした多光子励起レーザー走査過渡吸収顕微鏡の小型化、および違法試薬やその疑似物質の過渡吸収スペクトル特性の評価を行った。

小型化においては、最近市販されるようになった近赤外フェムト秒ファイバーレーザーを用い、新たにコンパクトな光学系、封筒や小型瓶をカバーできる大型試料ステージを備えた顕微鏡システム、小型分光器を用いた光

検出システム、信号処理システムからなるデスクトップ装置を構築することに成功した。有機物のモデル試料に対しては十分な精度で過渡吸収スペクトルおよび3次元イメージングの測定できるようになった。しかし、以下に示す実際の違法薬物の分光特性を考慮すると、まだ性能的に足りない部分がある。この解決のためには、検出光波長変換方法の改善、顕微鏡下でのレーザー集光方法の改善などが必要であろう。

実際の違法薬物の分光特性を知るため、科学警察研究所の協力で、覚せい剤および合成麻薬(MDMA 等)の過渡吸収スペクトル測定を行った。紫外光照射の条件で、可視域から近赤外領域に特徴のあるスペクトルを観測することができた。さらにこれらのスペクトルは疑似物質のスペクトルと異なっており、また、紙に覆われた類似物質に対して、現有装置を使って過渡吸収信号を得ることに成功したので、スペクトルから障害物越しに違法物質の検知が原理的に可能であることを示すことができた。しかし、光吸収強度が小さく、上で開発したプロトタイプ装置では感度的にまだ不足していることが問題点として明らかになった。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 顕微鏡、フェムト秒レーザー、過渡吸収、多光子励起、薬物検知

【研 究 題 目】 ハイテクものづくりプロジェクト／高耐食性精密金型作製技術の実証

【研究代表者】 小林 慶三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 尾崎 公洋、多田 周二、西尾 敏幸

(常勤職員3名、他1名)

【研 究 内 容】

本研究開発は、耐食性に優れる WC-FeAl 超硬合金に DLC(ダイヤモンドライクカーボン)膜を密着性よく形成し、精密部材の成形を可能とする超平滑性および離型性を付与した金型を供給するための技術を実証するものである。本研究開発では、「WC-FeAl の金型形状への成形技術」と「DLC 膜形成および密着性の評価」、「量産化検討」、「打ち抜き金型としての可能性評価」などが技術課題としてある。

本年度は大型焼結体を作製するため、各技術課題について研究開発を行った。WC-FeAl の粉末合成技術では短時間に WC-FeAl 粉末を合成するプロセスを開発し、パルス通電焼結法により大型焼結体を作製できる技術を確認した。特に、アルミニウムに含まれる酸素を焼結時に除去するため、炭素粉末を適量混合する技術を開発し、焼結体の抗折強度を改善することに成功した。また、パルス通電焼結により  $\phi 140 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$  程度の焼結体を作製できることを確認し、結合相が FeAl 金属間化合物になっていることを確認できた。焼結体はアルミニウムの液相が生成する温度域で加圧成形できるため、焼結

用の型の形状を工夫することで焼結体のニアネット成形が可能であることを確認した。焼結体の加工性は従来の WC-Co 超硬合金と同程度の条件で放電加工や研削加工が可能であり、加工面は従来の超硬合金よりきれいであった。DLC 膜は基板を加熱することにより密着性が向上し、WC-Co 超硬合金より高い密着性を実現できた。さらに、本研究開発で試作した金型を用いて Mg-1 mass%Si 合金急冷薄体を打ち抜き加工したが、DLC 膜の存在により打ち抜きに要する圧力は10 %程度減少することがわかった。今後、本金型が適用できる材料などをさらに検討する必要がある。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 WC-FeAl、DLC、金型、ニアネット成形、量産化、打ち抜き加工、マグネシウム

【研 究 題 目】 医薬製剤原料生産のための密閉型組換え植物工場の開発

【研究代表者】 松村 健

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 安野 理恵、伊藤 亮、福澤 徳穂、

田坂 恭嗣、城 真一郎、田林 紀子

((株) 北海三共)、田中 輝義 ((株)

田尻機械工業)(常勤職員4名、他3名)

【研 究 内 容】

目標：

遺伝子組換え植物を完全人工環境下で育成可能にし、かつ、施設内で医薬品中間体までの工程を実施可能なシステムの構築を行う。

研究計画：

19年度内に密閉型遺伝子組換え植物工場施設内で、遺伝子組換えイチゴの栽培試験を実施し、植物工場システムの実用性の検証を行う。

年度進捗状況：

既に当該グループにおいて作出済みのイヌインターフェロン発現イチゴを用いた菜箸件を実施した。試験開始にあたり、カルタヘナ担保法に基づく遺伝子組換え植物の第二種産業利用申請を経済産業省に行い、国内第一号案件としての承認を得るに至った。イチゴの1サイクルの栽培試験の結果、床面積30平米の栽培室において、約 50 Kg の果実の収穫を得るに至った。この結果から、同栽培室において、年間300 Kg 以上の果実収穫が推測され、イヌの治療薬原材料に換算して、320万頭分を供給出来ると試算され、生産システムとしての本工場は非常に有効であることが示唆された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子組換え植物、植物工場、水耕栽培

【研 究 題 目】 ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャ (User Centered Robot Open

## Architecture)

【研究代表者】平井 成興（知能システム研究部門）

【研究担当者】比留川 博久、大場 光太郎、  
神徳 徹雄、梶田 秀司  
（常勤職員36名）

## 【研究内容】

ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャに基づいて開発を進めている3種のプロトタイプロボットのうち、物流支援ロボットに関して、前年度構築した位置姿勢インフラ環境を用いて、物流支援に必要なソフトウェア環境を構築する。対人サービスロボットについては、ロボットアームの改良を行い、リスクアセスメントの実施後、病院施設内での評価実験を行う。人間に近いヒューマノイドロボットを目指すサイバネティックヒューマンについては、脚部の基本設計を進める。

物流支援ロボットについては、複数台のロボットの動的な軌道計画を行うためのシミュレータを構築し、前年度で構築した位置姿勢インフラ環境などと RTM 技術を用い、実機での実証を行った。

対人サービスロボットについては、当初の試作機における剛性不足の問題点を解決できるようなアームを設計・製作し、当該問題が解決できたことを確認した。また、筋力が衰えたユーザ向けのロボット操作インタフェースを開発するとともに、病院施設内での操作インタフェース評価実験を実施した。マニピュレータの評価については、リスクアセスメントを行い、病院施設において動作範囲内に何も安全な状況で外観および伸縮機構に対する印象の評価を行い、受容性を確認した。

サイバネティックヒューマンについては、その下半身部分に関して、日本人青年女性の平均体型をほぼ再現する脚モジュール(HRP-4L)の基本設計と歩行シミュレーションを行った。それに先立ち、人間サイズの足部を試作し、ヒューマノイド(HRP-2)に装着して歩行実験を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ユーザ指向ロボット、オープンアーキテクチャ、物流支援ロボット、対人サービスロボット、サイバネティックヒューマン

## 【研究題目】海水中炭酸系パラメータ測定法の国際標準化

【研究代表者】原田 晃（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】鶴島 修夫、柴本 陽子  
（常勤職員1名、他1名）

## 【研究内容】

目標：

現在 ISO/TC-147 WG53で審議中の「Water quality — Determination of total alkalinity in sea water using high precision method」に関する国際相互検定

を実施し ISO 化を推進する。また、アルカリ度と合わせて標準化が必要である海水中の全炭酸、pH あるいは pCO<sub>2</sub>の測定法の ISO 化の可能性を調査する。

研究計画：

平成19年度の前半は、海水中のアルカリ度測定法の ISO 化の完成に集中する。このために必要な validation data の収集、解析を行い、ドラフトの改訂を行う。後半は、海水中の全炭酸、pH あるいは pCO<sub>2</sub>の ISO 化を目指した活動を開始する。米国で開発され産総研で改良して用いられている方法について、標準化の可能性があるか調査するとともに、必要な事項について追加実験を行う。溶液中の pH については、現在アドホックグループが設置され検討が開始されているので、この中で海水中の pH が取り上げられるかの検討を行う。同時に海洋開発研究機構と共同研究を実施している海洋表層の pCO<sub>2</sub>センサーの ISO 化の可能性を調査する。

年度進捗状況：

アルカリ度測定法の ISO 化については、国内外5機関での相互検定を実施しデータのとりまとめを行い、ISO 事務局に報告するとともにデータを元に DIS の改訂作業を実施した。DIS の改定案の投票において反対がなかったため事務局の判断で FIDS の投票が省かれ、平成20年3月6日付で ISO22719として発行された。次に取り扱う課題については、米国、ヨーロッパおよび国内研究者と協議を行い、pCO<sub>2</sub>、pH について取り上げるべきとの感触を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ISO、TC-147、アルカリ度、pCO<sub>2</sub>

## 【研究題目】真空計を用いた圧力測定における熱遷移効果の補正方法の国際標準化

【研究代表者】秋道 斉（計測標準研究部門）

【研究担当者】新井 健太、吉田 肇、城 真範、  
平田 正紘（常勤職員3名、他1名）

## 【研究内容】

【目標】

半導体製造、極低温利用産業などでは、真空計と圧力を知りたい場所とに温度差が生じることがしばしばあり、その温度差によって熱遷移効果による圧力差が生じる。この現象は、数%～数十%にも達することがあり、製品の特性に大きな影響を与える。これまでに、熱遷移の効果を説明する経験式が発表されてはいるが、その振る舞いが複雑（特に中間流領域）で、真空配管の内面処理法などでも変わるため、実際の真空装置への適用には補正方法の確立とその標準化が必須である。

【研究計画】

中間流での温度差、圧力、配管径、内面処理、材質、気体の種類などによる特性をどの補正式がどの程度再現できるのか、などの整理された情報を調査する。

熱遷移の効果を正確に把握するための正確な圧力真空



場を発生させる環境、熱遷移効果のふるまいに影響を与えると考えられる条件（温度差、圧力、配管径、内面処理、材質、気体種）を変えて、その効果を精密に測定できる真空システムが必要になる。そこで、熱遷移効果測定装置の設計、試作をし、予備実験、装置の性能評価を行なって、改良し装置を作り上げる。この装置を使って、熱遷移効果の温度差、圧力、配管径、内面処理、材質、気体種に対する特性を明らかにする。

最終成果としては、熱遷移効果の補正方法を JIS として発行する。可能であれば、ISO 規格として提案する。

#### 【進捗状況】

調査の結果、高石・泉水の経験式は、圧力や気体種依存性など中間流でのふるまいを比較的良く再現している事がわかった。この経験式を用い、補正方法の検討をした。また、熱遷移の効果の諸特性を精密に測定できる真空システムの基本概念を決定し、設計を進めた。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 真空計、熱遷移効果

#### 【研 究 題 目】 ナノリスク管理に関わる気中ナノ粒子測定方法の標準化

【研究代表者】 榎原 研正（計測標準研究部門）

【研究担当者】 榎原 研正、櫻井 博、高畑 圭二  
（常勤職員3名）

#### 【研究内容】

微分型電気移動度分析器（DMA）の分級分解能関数（伝達関数）の高精度評価技術を開発する。この技術により伝達関数を正確に評価した DMA を用いて、ポリスチレンラテックス（PSL）準単分散粒子の粒径分布幅を正確に決定するとともに、その不確かさ評価を行う。さらに、代表的な気中ナノ粒子の測定器を対象に、上記の粒径分布幅標準、および別途開発する気体中粒子数濃度標準、および単分散粒径標準を利用した、試験校正技術（粒径分解能試験、計数効率試験、及び粒径校正）を確立する。これらの技術を導入した気中ナノ粒子測定方法の技術基準（規格原案）を作成することを目指す。

本年度は、DMA3台を利用するいわゆる三つ巴法において得られるデータの解析方法として、スペクトル中心位置の3台間の相互ずれを表す2変数とスペクトル拡がりを表す3変数の計5変数をあてはめパラメータとする方法を提案し、この方法を噴霧乾燥法により発生した食塩粒子を対象に適用し、各パラメータの DMA 操作条件（特にエアロゾル対シースエア流量比）依存性を評価した。

DMA に対して PSL 粒子を利用したより簡便な分解能評価方法を含む性能試験方法をまとめ、ISO/TC24/SC4/WG12において、ISO/CD15900 “Determination of Particle Size Distribution - Differential Electrical Mobility Analysis for Aerosol Particles” の中で提案した。さらに、ISO/TC24/SC4/ WG12の次期プロジェクト

として予定されている凝縮粒子計数器（CPC）の試験規格案 PWI 27891を提案した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 エアロゾル、粒子、粒径分布、個数濃度、測定、電気移動度分析器、凝縮粒子計数器、標準粒子

#### 【研 究 題 目】 標準基盤研究／強化磁器食品の耐衝撃強度試験方法の標準化

【研究代表者】 杉山 豊彦

（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 阪口 修司（中部産学官連携センター）  
（常勤職員1名、他1名）

#### 【研究内容】

学校給食用食器は、以前は金属製であったが、「おいしさ」という感性に訴えるなどの理由から磁器に替えることが進められており、学校給食用には強化磁器が用いられている。同様の理由から、病院などの給食においても強化磁器が使用されている。このような給食供給現場において食器の洗浄を含めた食器の取り扱いには重要な課題であり、破損が少なく取り扱いやすい磁器製品の供給が求められている。強化磁器はアルミナ含有量を高めて強度を上げた磁器であるが、統一された規格・基準が無いため、学校給食用などの発注仕様では単に「強化磁器」と指定されることが多く、粗悪な廉価製品を区別できないという問題がある。これは、強化磁器全体の世間での信用を落とすことにもなる。本研究では、主に給食用の強化磁器食器製品を対象とした衝撃強度試験の試験方法を確立し規格化することを目指し、産技連業部会の強化磁器分科会のこれまでの実験と検討結果を基に、公設研究機関と連携して情報交換、ラウンドロビン試験などを行い、標準の制定を目指す。

本年度は、固定方法等が測定値に及ぼす影響、ハンマー重量と測定値の関係などをラウンドロビン試験を行いながら解析するとともに、異なる型の試験装置を用いた場合の測定結果の整合性、装置に依存しない共通化した測定手順などを検討し、標準測定法の案を作成した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 強化磁器、衝撃強度、衝撃試験

#### 【研 究 題 目】 生酒高圧炭酸ガス処理システムの標準化

【研究代表者】 大淵 薫（生物機能工学研究部門・パイオ高圧加工基盤連携研究体）

【研究担当者】 岩橋 均、三原 雅樹、原田 暢善  
（常勤職員3名、他1名）

#### 【研究内容】

目標：

高圧炭酸ガス処理は、食品の殺菌技術の中で、操作の容易さと省エネルギーの面で優れている。この技術を利用した新規の生酒に対する期待が酒造業界に高く、茨城

県の産学官連携事業で、圧力処理容器と生酒の商品開発を進めている。ここで得られた知見を発展させ、加圧処理プロセスの標準化を図る。具体的には、清酒醸造等に用いられる酵母の殺菌条件を評価するための標準株を定め、処理条件（圧力・温度・時間）と殺菌効果を国内外の研究組織と協力して相互検定し、殺菌効果の評価手法を国際標準化する提案を行う。

研究計画：

19年度は、標準菌株と処理条件を設定し、国内学会に提案し、相互検定を実施する。20年度は、国内機関の相互検定の中間結果に基づき手順を確立し、国際学会に提案して相互検定を実施し、21年度の標準化提案に備える。年度進捗状況：

*Saccharomyces cerevisiae* S288C (ATCC26108) を標準菌株として選定し、生育条件等を設定することにより耐殺菌性が安定した酵母を得る方法を定めた。これを用いて圧力処理による殺菌効果の相互検定を実施する手順を検討し、国内学会に提案し、6機関の協力の下に検定を開始した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生酒、食品、高圧炭酸ガス、殺菌

【研 究 題 目】 太陽光発電基準セル評価に関わる分光放射照度測定方法の標準化

【研究代表者】 猪狩 真一（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】 猪狩 真一（常勤職員1名）

【研 究 内 容】

基準太陽電池の校正および太陽電池性能評価のための分光放射照度測定方法を標準化する。具体的には、自然太陽光又は擬似太陽光（ソーラシミュレータ）の分光放射照度測定方法、分光放射照度測定装置、測定データの処理方法及びデータの表示方法を標準化する。分光放射照度測定方法に関しては、測定方法、測定手順及び測定精度（不確かさ）の確認方法を標準化することであり、分光放射照度測定装置に関しては、標準光源、入射光学系、分光器及び検出器を標準化し、平成21年度に JIS 原案作成、その後、国際提案（IEC 等）する。

研究内容は次の6項目である。

1. 検出器の対光直線性評価方法及び非直線性の補正方法の研究 (H19)
2. 入射光学系及び分光器の性能規定に関する研究 (H19～H20)
3. 迷光評価方法及び迷光除去方法の研究 (H19～H20)
4. 光源の発光方式に応じた測定方法の研究 (H19～H21)
5. 国内外の分光放射標準とトレーサビリティの調査 (H20)
6. 分光放射照度測定の不確かさの見積もり方法の調査 (H20～H21)

平成19年度は、「検出器の対光直線性評価方法及び非直線性の補正方法」及び「迷光評価方法及び迷光除去方法の研究」に必要な光学系を開発した。また、「光源の発光方式に応じた測定方法の研究」及び「入射光学系及び分光器の性能規定に関する研究」、「迷光評価方法及び迷光除去方法の研究」に着手した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 分光放射照度測定、標準化、基準セル

【研 究 題 目】 高効率新規冷媒の燃焼性評価方法の標準化

【研究代表者】 滝澤 賢二（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 徳橋 和明（常勤職員2名）

【研 究 内 容】

冷凍空調機器用冷媒として使用されるフロン代替物には可燃性のものも含まれていることから、省エネルギー効果に優れ、かつ安全性の高い冷凍空調機器を開発、製造するためには、冷媒の燃焼危険性に関する国際基準の整備が不可欠である。本研究は、冷媒候補化合物及びその類似化合物について、容器法により燃焼速度を測定し信頼性の高いデータを蓄積する。得られたデータに基づいて、広範な化合物群及び混合系に適用可能な燃焼性予測手法を開発する。これらの成果を基に国際標準への燃焼速度測定法の提案と冷媒の燃焼性データの提供、及び燃焼性予測手法の開発を行うことにより、省エネ型新規冷媒及びそれを用いた高効率冷凍空調機器の開発促進に資する。

本年度は、HFC-272fb（1,1-ジフルオロプロパン）、HFC-272ea（1,2-ジフルオロプロパン）、HFC-263ca（1,2,2-トリフルオロプロパン）、HFE-263mf（2,2,2-トリフルオロエチルメチルエーテル）、HFE-263sf（エチルトリフルオロメチルエーテル）の5つの C<sub>3</sub>化合物について燃焼速度の測定を行った。これまで測定した25種類の化合物について構造異性体や共通の分子構造を持つ化合物同士の燃焼性を比較し、燃焼速度を含フッ素置換基やエーテル結合等の分子構造パラメータを用いて推算した。また、燃焼性の極めて低い冷媒候補化合物の燃焼速度を評価する方法を開発した。

【分 野 名】 エネルギー・環境

【キーワード】 冷媒、安全、燃焼性評価、燃焼速度、代替フロン

【研 究 題 目】 プラスチック材料の生分解性試験用試料及び参照試料作成方法の標準化

【研究代表者】 船橋 正弘（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 船橋 正弘（常勤職員1名）

【研 究 内 容】

生分解の度合いを定量的に評価できるようにするため、生分解速度の基準となる標準物質の開発を行う。具体的には、数種類の生分解性プラスチック材料の生分解

速度等のデータの取得・分析を行い、ISO、JIS 準拠の生分解試験（JIS K6950水系培養液中の好氣的評価法及び JIS K6953制御されたコンポスト条件下の好氣的評価法等）において、その生分解度の再現性が高く実用的な期間内に重量あたりで、60 %以上分解する試験片であり、かつ、供給体制を構築しやすい生分解性プラスチック材料を選定する。その標準試験片の生分解速度、加工方法、形状、保存方法、機械的性質、熱的性質等を含めて、規格原案を策定する。

この内容は、現在 ISO 規格にあるプラスチックの生分解試験法に適用可能な試料の作製法として、平成18年度に「プラスチック材料の生分解試験のための試料及び参照物質の作製法」のタイトルで ISO 規格に提案し、規格原案 ISO/WD 10210として承認されている。2011年を目処にこの規格の成立を目指す。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 生分解性プラスチック、試験法、標準規格、ISO 規格

【研究 題 目】 バイオマス炭素含有率の測定法の標準化

【研究代表者】 国岡 正雄（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 国岡 正雄（常勤職員1名）

【研究 内 容】

炭素14の濃度測定法として、加速器質量分析に着目し、米国と議論を行い、ASTM 法をもとに、以下のことを明らかにしていく。①再生可能原料であるバイオマス等のみから生成した化成品、特に高分子材料の再生可能原料率（バイオベースコンテンツ、BC）を測定し、100 %という値が安定して決定できるかどうか検討する。データの偏差等も詳細に検討する。また、BC が0 %である石油由来製品についても同様に検討する。②実際の製品に近いプラスチック製品、複合材料、再生可能原料由来と石油製品由来の混合物である化成品の最適サンプル調製条件を検討する。③無機炭素類（珊瑚、貝殻、珪藻土等）が適用できるかどうかを詳細に検討する。これらのデータをもとに、国際標準規格原案を作成し、ISO/TC61/SC5/WG22で詳細に検討し、同一のサンプル数種類に関して、国際ラウンドロビンテスト（測定は各国分析可能研究機関）を行う。また、東南アジア諸国においては、加速器質量分析を可能な国はまだ少ないことが予測されることから、各国特有の石油原料由来あるいは再生可能原料由来のサンプル（組成が既知のもの）を提供してもらい、その測定方法を日本の研究機関で技術指導を行い測定することにより、その確からしさ、測定方法の妥当さを検討する。

上記の結果を鑑み、米国と協議をし、ASTM D6866の測定法をもとにした、最適サンプル調製法、適用可能なサンプルの種類、予想される誤差、解析データ結果等を含む、ISO 国際規格原案を提案する。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 バイオマス炭素含有率、炭素14、試験法、標準規格、ISO 規格

【研究 題 目】 ガラス中の微量金属不純物（pb,cd,cr）の分析方法（標準基盤研究）

【研究代表者】 赤井 智子（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 山下 勝（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

ガラス産業連合会環境技術部会では、各社の分析担当者が集まって RoHS 対応のためのガラス中の微量成分分析方法についての団体マニュアルの作成作業を平成17年度末に終えている。この団体マニュアルは実証試験を行った後に公開し、平成19年度以降に標準化を行うことになっている。電気製品用ガラスにおいては、母材となるガラスの組成の種類が多数あり、それが微量金属成分の分析値に与える影響を十分に検証する必要がある。そのためデータの採取や必要な標準試料の作成を行い、現行の団体マニュアルを改訂し、最終的には JIS 原案を提案する。

本年度はフッ化水素酸の分解で溶解しないガラスとセラミックの混合物を分解するためのアルカリ融解の前処理法について検討することを目的として、アルミナと標準ガラスの混合サンプルを作製してガラス産業連合会所属の各社に配布して共同実験を行い、その結果をとりまとめた。また、アルカリ融解の適切な条件について検討した結果、バーナーを用いて酸素を十分に供給しつつ加熱することが融解時に沈殿を生じさせないためには必須であることがわかったため、分析マニュアルの記述を修正した。また、昨年度から継続して検討してきた結果から、共存元素が分析値に影響を与えることが明らかになったため、マトリックスマッチングを推奨する記述をマニュアルに加えた。上記の作業によって団体マニュアルの検証を終了し、JIS 原案の作成準備に着手した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 RoHS, Pb, Cd, Cr, 化学分析

【研究 題 目】 ISO/TC206（ファインセラミックス）の戦略的運営のための基盤研究推進

【研究代表者】 山内 幸彦

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 兼松 渉、阪口 修司、宮島 達也、

森川 久、柘植 明、上養 義則、

村上 一乃、阿知波 初美

（常勤職員7名、他2名）

【研究 内 容】

本研究は、わが国が ISO/TC206において国際規格化をリードしていくため、ISO 新業務項目提案のための技術基盤確立（ISO 化を視野に入れた JIS/TS 素案の作成）及び、国際規格化の戦略案提示を目的とする。本年度は、部分安定化ジルコニアの機械的特性に直接影響を



及ぼす成分のイットリアを定量分析手法の標準化に着手し、次のような成果が得られた。イットリアを0～10 %含有する市販の6種類のジルコニア粉末（バイオセラミックス用ジルコニア中の実用的なイットリア含量を網羅）に対して、塩酸、硫酸、硝酸、フッ化水素酸、リン酸などの各種酸類の種類と濃度についての分解試験結果から硫酸（1+1）が最適であることを見出すとともに、粉末を完全分解する条件を明らかにした。また、国際標準化戦略に関しては、平成17および18年度に行った調査結果をふまえ、人工関節（骨頭）・人工骨の強度基準の実状と、米国における人工骨の市場規模について調査を行った。その結果、特にジルコニアの使用が想定されている人工骨頭の強度基準については標準化ニーズが高く、米国においては人工骨そのものよりも骨の形成を誘導する骨形成因子(BMP)の市場が成長しつつあることが明らかとなった。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 試料分解法、有害物質、ジルコニア、イットリア、人工関節、人工骨

〔研究題目〕 質量計用デジタルロードセル及びその通信データの標準化計画

〔研究代表者〕 森中 泰章（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 根田 和朗、森中 泰章  
（常勤職員2名）

〔研究内容〕

本研究の目標は、質量計用デジタルロードセルの評価方法を作成し、質量計用デジタルロードセルの JIS 規格素案を作成することである。

日本には質量計用デジタルロードセルの評価方法に関する規格がないため、デジタルロードセル単体での評価ができず、デジタルロードセルを組み込んだ質量計で評価している。質量計の重要な部品はロードセルである。この規格が完成すると、デジタルロードセルを規格によって評価できるようになり、評価されたデジタルロードセルを組み込んだ質量計の性能を、担保できるようになる。

海外では既にロードセルに関する規格として、OIML R60 (INTERNATIONAL ORGANISATION OF LEGAL METROLOGY RECOMMENDATION 60) Metrological regulation for load cells がある。この規格は勧告であり、デジタルロードセルの評価方法について詳細に記載されていない点がある。そのまま翻訳 JIS にするのではなく、不明瞭な部分を明確にした上で JIS 規格素案を作成した。なお、デジタルロードセルの通信データの標準化についても附属書（参考）として記載した。

研究計画

- ・ OIML R60のデジタルロードセルの評価方法に関する部分の翻訳
- ・ デジタルロードセルの評価装置の製作

- ・ 試験方法の検証
- ・ 通信データの標準化
- ・ JIS 素案の作成

年度進捗状況

2006年度

- ・ OIML R60のデジタルロードセルの評価方法に関する部分の翻訳
- ・ デジタルロードセルの評価装置の製作
- ・ 指示計に相当する部分のソフトウェアの作成
- ・ デジタルロードセルの評価方法の検証（一部）

2007年度

- ・ デジタルロードセルの評価装置の改良
- ・ ソフトウェアの改良
- ・ デジタルロードセルの評価方法の検証
- ・ 通信データの標準化
- ・ JIS 素案の作成

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 デジタルロードセル、質量計、非自動はかり、通信データ

〔研究題目〕 ナノ材料の用語・計測手法に関する国際標準化

〔研究代表者〕 藤本 俊幸（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 小野 晃、一村 信吾（理事）、  
阿部 修治、藤本 俊幸  
（常勤職員4名）

〔研究内容〕

ナノテクノロジーの産業への応用・展開が進展している現状を受け、2005年5月、国際標準化機構（ISO）の中にナノテクノロジーを専門に扱う新しい技術委員会（TC229：議長と幹事はイギリス）が発足し、WG1（用語・命名法）、WG2（計測・キャラクターゼーション）、WG3（健康・安全・環境）の TC-WG 構造で活動を開始した。

ナノテクノロジーは、技術の潜在的革新性ゆえに、エレクトロニクスから医療まで広い分野にわたって社会に大きな便益をもたらすことが期待されているが、人の健康に与える影響やその理由など基本的な問題に対して明確なデータが未だ得られていない。

そのため、サイズや形状などナノ粒子のキャラクターゼーションと粒子数濃度、不純物などの計測技術の標準化が求められており、本標準基盤研究では、TC229へ日本が提案する規格原案作成および標準化活動において Terminology および Metrology の観点から検討を行う。

平成19年度は、ナノカーボン材料開発において日本が優位であることを受け、ナノカーボン材料における用語と定義に関する技術仕様書（TS）を新規作業項目として提案し、承認された。計測法としては前年度作業項目として承認された4つの日本提案および1件の新規日本提案の WD 作成において Terminology、Metrology の観

点から検討を行った。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ナノ計測、カーボンナノチューブ、国際標準化

〔研究 題 目〕 人間特性データ解析

〔研究代表者〕 赤松 幹之（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 倉片 憲治、佐藤 洋、大塚 裕光、横井 孝志（常勤職員5名）

〔研究 内 容〕

本研究では音や音声に対する聴覚や注意の特性、柵越え動作の特性を計測解析することによって、聴覚・言語情報による警告情報提示や安全距離を確保するための柵に関する規格策定に必要な基礎知見やデータを蓄積する。この目的を達成するため次の2課題について研究を進めた。

(1) 安全確保のための聴覚・言語情報による警告情報提示に関する研究：

様々な音や雑音が混在する駅構内での音声情報提示方法、自動車等運転時の警報提示方法を構築するため、様々な音環境や運転行動環境を設定して聞き取りやすさや運転行動特性を把握する。

(i) 音声提示方法の構築：今年度はドラフト準備と追加データの採取を行うために次の項目について検討した。① IEC60268-16 のためのデータ準備と Annex のドラフト：物理的測定規格にアクセシブルデザインのためのデータを掲載するためのデータを準備した。② 一般通則向け情報のまとめ：話速、フレーズ中に提示するキーワード数の上限、間違いにくい音声情報構築のためのガイドラインについてまとめた。③ 音声音量の主観的評価実験：現実的な条件下で音量設定に関する主観的評価を行い、聞き取れる最低限の音量、聞き取りにくい音量、最適な音量、最大限の音量について明らかにした。

(ii) 警報音提示技術の構築：今年度は衝突警報システムにおける警報音の評価指針の国際標準の作成のために、複数の警報システムからの同時提示における統合のための、警報タイプ分類、警報信号の評価項目、これらに基づく警報デザインのガイドラインを作成した。このためドライビングシミュレータを用いて、警報音の提示タイミング、警報音の提示位置などについて、実験的に検討を行い、複数警報音を提示する場合の条件を明確化した。

(2) 安全柵のための立位姿勢・動作における到達範囲に関する研究：

柵を乗り越えて上肢を伸ばしても危険物に手が届かないための安全距離を、柵の高さとの関係で求める。高さを変えた柵を越えて最大に手を伸ばすリーチング動作を実測し、得られたリーチング動作データをもとに様々な体格を持つコンピュータマネキンのリーチン

グ動作を生成して、最大到達範囲を算出し、これをもとに安全距離を策定し、この数値を ISO 規格 (ISO13857) および JIS 規格として提案する。

今年度は、12名の被験者の柵越え動作計測実験で得られた実測データを3次元位置座標時系列データとして蓄え、上肢到達距離を算出した。さらに、これらのデータを、コンピュータマネキンで再現し精度を確認すると共に、上肢到達距離および安全距離を算出した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 国際標準、安全、聴覚、動作

〔研究 題 目〕 ロービジョンのための可読文字サイズの標準化

〔研究代表者〕 伊藤 納奈（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 佐川 賢（常勤職員2名）

〔研究 内 容〕

本研究では、全国で100万人またはそれ以上ともいわれるロービジョン者の視覚特性のうち、視力特性とそれに関連する可読文字サイズについて計測し、そのデータベースを作成するとともに、ロービジョン者の視覚特性に適合した文字デザイン手法を確立し、JIS TR 及び JIS TS として提案することを目的とする。

対象とする文字として日本語文字（平仮名・漢字）やアルファベット等の多様な文字タイプを用い、それぞれのサイズの違いによる一文字の判読率を計測する。ロービジョンは特に白黒反転文字（黒地に白文字）を読みやすく感じるが多いため、適切なポジ、ネガでのコントラスト比についても、ロービジョン独特の問題として検討する。これらの内容を踏まえ、読みやすい文字サイズを推定する手法を開発する。また1文字だけでなく、文章としての読みやすさを考慮した文字サイズについても考慮する。

今年度は計測法を確立のため、実験機材の開発および予備実験を主として行った。また予備実験による機材の調整も行った。次年度から実験を行い、データ収集に努める予定である。また被験者のロービジョンの属性を明らかにするための医学的検査も、医療機関の協力のもとに随時行う予定である。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ロービジョン、色、基本色領域、コントラスト、コントラスト感度

〔研究 題 目〕 触覚記号の最適サイズ推定方法の標準化

〔研究代表者〕 佐川 賢（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 伊藤 納奈（常勤職員2名）

〔研究 内 容〕

目標：

触覚記号や触覚文字は視覚障害者の情報として重要な役割を果たしているものの、認識しやすい適切なサイズは確立されていない。特に高齢者は年齢とともに触覚の圧

感覚や空間分解能などの基本特性が衰えるため、触覚記号の認識が極めて悪くなる。年齢を考慮した特別な配慮が必要とされる。本研究では、認識しやすい触覚記号や触文字の適切なサイズを決めるため、触知覚に及ぼす種々の物理的および人的要因に関するデータを収集し、それらのデータに基づいて適切な触覚記号や触文字のサイズを設計する指針を開発する。

研究計画：

触覚記号や触覚文字の認識に及ぼす次の3つの要因に関する触覚識別実験を行い、これらのデータを基に、文字種と対象者（若年者、高齢者、視覚障害者）のそれぞれの条件における最適な触覚記号のサイズを推定する規格をJIS原案としてまとめる。

(1) 文字種による適正サイズ

単純幾何学図形、カタカナ・数字、点字、のそれぞれに対する適正サイズ

(2) 高齢者・若年者に対する適正サイズ

上記3種の触覚記号・文字を用いた場合の高齢者および若年者の適正サイズ

(3) 視覚障害者・晴眼者による適正サイズ

上記3種の触覚記号・文字を用いた場合の視覚障害者および晴眼者の適正サイズ

年度進捗状況：

平成19年度は上記項目(1)及び(2)の一部の検討を実施し、実験装置の作成、予備データの収集、本データの収集を行った。その結果、単純幾何学図形では5種類の図形で実験結果から推定する限り、高齢者及び若年者とも12 mm程度のサイズがあればほぼ図形が認識できることが判明した。また、カタカナ及び数字10種の文字で検討した結果、高齢者・若年者ともおよそ18 mm程度のサイズがあればほぼ文字は認識できることが明らかとなった。なお、触覚判読の確率では高齢者は明らかに若年者に比して触読の確率が低下していることが判明した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 触覚、触覚図形、触覚文字、高齢者、視覚障害者

【研究 題 目】 製品の香りや匂いの官能評価のための嗅覚同定能力測定法の標準化

【研究代表者】 小早川 達（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 戸田 英樹、斉藤 幸子、安岡 典子（常勤職員1名、他3名）

【研究 内 容】

近年の急速な高齢化社会の到来は、医療現場における診療件数の増加を招き、医師、患者双方に様々な負担を強いている。この傾向は嗅覚障害を扱う耳鼻咽喉科においても例外ではない。そこで我々は、簡便に嗅覚能力を測定することができる方法として「スティック型嗅覚同定能力測定器」を開発し、標準仕様書(TS)に盛り込んだ。平成19年度は、新たな嗅覚測定器の提案を行うこと

より、嗅覚検査の標準化に向けた取り組みを更に推し進めた。

現在、和光純薬工業株式会社と共同で「シート型嗅覚同定能力測定器」の開発に着手している。スティック型測定器と同じ12臭を使用しているが、従来のスティック型にはない大きな特徴を二つ有する。(1)一度に複数の被測定者を対象とすることが可能、(2)測定者を介さず被測定者が自分自身で実施することが可能であるという点である。

本研究では、試作段階にあるシート型嗅覚測定器の性能について改良点の洗い出しを行った。(1)におい試料からのにおい漏れ：12臭中3臭について、におい提示部を露出させる前からのにおいの漏れが確認された。(2)経時変化による品質の劣化調査：数ヶ月に亘り、においの感覚強度や質を調査したところ、劣化が認められる試料が2臭あった。(3)スティック型測定器による同定率との比較：1臭を除き、スティック型と比較して遜色ない同定率が得られた。以上の結果を踏まえ、商品化に向け、においの印刷方法や印刷紙の変更など早急な改良策を講じている。

今後は平成18～19年度の研究成果を受け、日本工業規格(JIS)原案作成委員会での検討を重ねた上で日本工業標準調査会へのJIS原案提出に尽力する所存である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 嗅覚、におい、同定能力、検査、スティック型、シート型

【研究 題 目】 赤外線光ファイバセンサーの開発と医学・生理学への応用

【研究代表者】 兵藤 行志（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 有本 英伸（光技術研究部門）、本間 一弘、山根 隆志（人間福祉医工学研究部門）、浅川 弘之（筑波大学）、沼野 智一（首都大学東京）（常勤職員4名、他2名）

【研究 内 容】

中赤外線領域を極めて高効率で透過させる新しい光ファイバを応用した、ファイバ分光技術の開発を進めた。被覆材料による感受領域の制御を行って接触面積を一定とし、より定量的な軟組織の生化学計測を可能とした。また、生きた個体のまま(in vivo)の生体を対象として、組織表面の生体分子の挙動検出を検証した。具体的には、小型実験動物を対象として、組織の生理的環境変化(虚血)に伴う表面の代謝状態の把握に応用し、測定精度や高速性について性能を検証した。その結果、数秒から数十秒にて、代謝状態を反映する特異的なスペクトラムを得られることがわかった。今後、精密診断及び再生医療の開発などに、より安全かつ効果的な手法を実現するための支援技術として発展させる計画である。

なお、当該研究は、産総研とフランス国立科学研究セ



ンター (CNRS) との共同研究にて行った (CNRS 側研究代表: Prof. Bruno BUREAU, Universiy of Rennes1)。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 赤外分光、in vivo 計測、ラット

〔研究 題 目〕 年齢別聴覚閾値分布の標準化

〔研究代表者〕 倉片 憲治 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 水浪 田鶴 (常勤職員1名、他1名)

〔研究 内 容〕

我々の聴力は、年齢とともに次第に低下していく。その低下の程度を年齢別・男女別に記述した規格が ISO 7029 (年齢別聴覚閾値の統計的分布) である。この規格は、聴覚異常の有無を判断する基準となる他、報知音の音量設定の規格 (JIS S 0014) にも引用され、報知音の最小音量を定める基準となっている。しかし、ISO 7029は30年以上前に測定された聴力データに基づいているため、現在の日本人のデータとは大きく食い違っている。そこで、本研究担当者 (倉片) は、2005年、ISO/TC43 (音響) /WG1 (聴覚閾値) 会議にて ISO 7029の見直しを提案した。それを受けて、同 WG はその改訂を PWI 登録し、作業を開始した。

本研究では、10歳代後半から80歳超の男女を対象に大規模な純音聴力測定を実施し、ISO 7029改訂のためのデータを収集する。また、規格の適用範囲を拡張するために、通常の聴力検査では実施されない8,000 Hz を超える高い周波数での聴力も併せて測定を行う。これらのデータをもとに ISO 7029を改訂し、現代のわれわれ日本人の聴力を適切に反映した ISO 規格を作成する。

本研究の第二年度である平成19年度は、特にこれまでデータ数の少なかった30歳代から50歳代の男性を対象として、通常の聴力検査及び高周波聴力検査を実施した。その結果、総計で180名を超える有効データを収集することができた。併せて、国内外の聴力測定の文献データを収集し、改訂規格の準備を進めた。その経過は、平成20年5月に上記 WG に報告し、平成20年12月末を目標に改訂 ISO 規格原案を作成する承認を得る予定である。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 聴力、加齢、聴覚閾値、ISO、標準化

〔大 項 目 名〕 標準基盤研究

〔中 項 目 名〕 簡易型水素センサーの標準化

〔研究代表者〕 松原 一郎

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 松原 一郎、申 ウソク、伊豆 典哉、伊藤 敏雄、西堀 麻衣子、中島 久美子 (常勤職員5名、他1名)

〔研究 内 容〕

エネルギー問題・環境問題の双方の観点から、一般生活におけるエネルギー源として、水素を利用する水素エ

ネルギー社会への移行が一つの有効な対策と考えられており、早急な実現が望まれている。これを実現するためには、安全対策として水素センサが不可欠である。ガスセンサに関する国際規格として IEC (IEC60079-29) 規格が存在するが、これは広く可燃性ガスを対象とした警報器用の規格であり、水素選択性、応答速度、検知濃度範囲等、水素ガス専用のセンサに必要な要求性能が定められていないため水素センサに関する国際標準化が求められている。本研究では水素ステーション等水素関連施設で利用される水素漏洩検知センサの国際標準化を目指す。平成19年度は、ISO/TC197/WG13 “Hydrogen Detectors” において、2回の国際会議と4回の国内会議で規格案を審議した。その中で、既存の IEC 規格との関係、検知濃度範囲、許容範囲、温度試験、応答時間、回復時間等の要求性能や試験方法に関する議論を行い、規格案を作業段階 (CD) から委員会段階 (DIS) に進めた。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素センサ、国際標準化、試験方法

〔研究 題 目〕 転がり軸受の回転精度測定法と規格値の標準化

〔研究代表者〕 間野 大樹

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 間野 大樹、是永 敦、安藤 泰久、野口 昭治、佐々木 信也 (常勤職員3名、他2名)

〔研究 内 容〕

転がり軸受の回転精度の重要性が高まりつつある。記憶密度の向上に伴って数10 nm レベルに回転非同期振れ成分を抑制することが必須となったハードディスクドライブや、サブミクロンの加工精度が要求される工作機械など、高速かつ高精度の回転系がキーテクノロジーとなる技術分野では、数 min<sup>-1</sup>程度の極めて低速な準静止状態における精度ではなく、実用回転速度域における精度向上が必要とされている。しかし、転がり軸受の回転精度の測定法を定めた ISO 1132-2:2001ならびに JIS B 1515-2:2006は準静止状態における測定面の形状誤差を含んだものに止まっており、軸受精度等級毎の回転振れの規格値 (ISO 492:2002ならびに JIS B 1514-1:2006内にて規定) も未だμm のオーダーで、必要とされる精度よりも1~2桁程度大きい。これら現在の規格は実際の要求仕様との差が大きく、軸受回転精度の実体を反映しているとは言い難い。そこで本テーマでは、実用速度域での回転状態にある転がり軸受を対象として、新しい回転精度測定法を開発し、振れの測定法及び規格値の見直しを提案することを目的としている。

平成19年度は、試験軸受の固定方法が測定結果に及ぼす影響を明らかにしたうえで、変位の測定系を改良し、新しい測定法に基づく試験機の更なる高精度化ならびに高回転速度域への対応を行った。また、新しい測定法を

用いて製品軸受における回転精度の実態を把握するための予備調査を実施し、それらの結果をもとに、(社)日本ベアリング工業会及び転がり軸受メーカーと今後の展開に関する意見交換を行った。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】転がり軸受、回転精度、公差、JIS、ISO

【研究 題 目】複数酵素を用いた携帯型マイクロ流体センサの開発

【研究代表者】市川 直樹

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】市川 直樹、松本 壮平、前田 龍太郎、高橋 正春(常勤職員4名、他1名)

【研究 内 容】

タイ国におけるサトウキビ中のショ糖量を圃場で簡便かつ精密に測定できるセンサの開発への期待が高い。こうしたセンサを実現する有望な方法として、マイクロ流路を用いて複数の酵素反応を連続的に行うデバイスが考えられる。こうした技術は、ショ糖計測のみならず幅広い応用が考えられる。本研究開発では、タイ国・国立研究機関との国際共同研究により、マイクロ流路中に複数酵素を微細パターンとして固定化する方法の開発、この手法を利用したマイクロ化学分析チップの作製及び検出性能・再現性の評価などを行った。具体的には、タイ国研究機関で酵素固定化、日本側でデバイス作製技術の開発をそれぞれ行い、その上でタイ側研究者を2名日本に招聘した。スクリーンプリント装置を用いて、微細な酵素パターンをガラス基板上へ固定化する手法と、シリコーンゴムの一種の材料(PDMS)を用いた微細流路を精密位置決め積層装置を用いて酵素固定化されたガラス基板へ積層する手法を開発し、デバイスの試作を行った。作製したデバイスにサンプルの液体を流し、酵素反応が生じていることを確認した。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】マイクロ流体、酵素反応

【研究 題 目】RT ミドルウェアに関する研究

【研究代表者】神徳 徹雄(知能システム研究部門)

【研究担当者】末廣 尚士、北垣 高成、安藤 慶昭、野田 五十樹、富沢 哲雄、

Geoffrey BIGGS

(常勤職員5名、他2名)

【研究 内 容】

ロボット技術をソフトウェア的にモジュール化して再利用性を高め技術の蓄積を可能にする RT ミドルウェアのコンセプトを、広く普及させる強力な手段として標準化が求められている。

本研究では、ソフトウェア技術の国際標準団体である OMG(Object Management Group)において、モジ

ュール化を推進するフレームワークとなるロボット用のコンポーネントモデルの OMG 国際標準案を策定することを目指す。既に OMG において、ロボット技術の標準化を議論するために日米韓で共同議長を選出してロボット技術部会(Robotics-DTF)を設立して議論を進めているところである。

平成19年度においては、定期的に OMG の技術会議の議論に参加するとともに、円滑な技術部会運営のために Robotics-DTF の関係者訪問などおこなった。ロボット用ソフトウェアの枠組みとなるコンポーネントモデルに関して、文書化作業部会(RTC-FTF)において、昨年採択された統一標準仕様案の実装を進めつつ、提案仕様の不具合を修正した最終仕様案を作成し、9月に技術委員会にて採択された。12月の理事会で承認され、2008年4月には正式な標準仕様として OMG のホームページで公開される予定である。

これらのコンポーネントモデルの標準化作業と並行して、次の課題としてシステムが連携して作業を実施するのに欠かせないロボット用の位置・測位情報の標準化を進めることとなった。標準提案公募が6月に発行され、日本と韓国からそれぞれ提案が12月に提出され、現在、両者の提案をベースにして統一提案の合意形成を進めているところである。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】国際標準化、RT ミドルウェア、OMG、コンポーネントモデル、位置・測位情報

【研究 題 目】JIS「地質用語集」原案の作成

【研究代表者】鹿野 和彦(地質情報研究部門)

【研究担当者】鹿野 和彦、湯浅 真人、脇田 浩二、柳沢 幸夫、齋藤 文紀、尾崎 正紀、宮崎 一博、巖谷 敏光、西岡 芳晴、竹内 圭史(常勤職員10名)

【研究 内 容】

JIS A 0204及び TS A 0019に記述されている用語等、地質図を表現するに必要な地質用語を選別し、それぞれの用語について読み方、定義または意味等を記述し、系統的に編集する。また、利用者の理解を助けるため、用法等について解説をまとめる。平成19年度は、平成18年度に選定した地質用語の解説原稿を編集し、JIS A 0204及び TS A 0019を元とした JIS 原案を補う規格として素案をとりまとめた。

【分 野 名】地質

【キーワード】日本工業規格、地質図、地質用語

【研究 題 目】関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究

【研究代表者】木村 克己(地質情報研究部門)

【研究 内 容】

大都市圏の安全と環境保全に資する地質学的総合研究

の実施を目標に、関東平野の浅層地盤（地下100 m 以下）と中層地盤（500 m 程度まで）を主な研究対象として以下の4課題を実施する。1) 浅層地盤の地下地質・構造に関する研究では、東京低地から中川低地（春日部市以南）における沖積層の堆積相・化学特性・堆積物物性標準の確立、3次元地質モデル・地下地質情報データベースの構築、地層形成モデルと堆積環境を反映した土質力学特性の解明を進める。2) 浅層地盤の地震動評価研究では、浅層地盤の地下地質・構造の研究成果に基づき地質モデルを反映した地震動応答評価を行う。3) 中層地盤の地下地質・構造に関する研究では、関東平野中央部を対象として、層序・地質構造・堆積物物性等の地下地質標準と3次元地質モデルを構築するとともに、それを基礎として水理地質構造を確立し、地下水の水質形成機構と地質構造の影響を解明する。4) 首都圏西部地域地下水循環モデルの構築に関する研究では、これらの関東平野の地下地質・構造に関する研究を基礎に、首都圏西部地域の地下水の現況と過去60年間の状態を再現する3次元循環モデルを構築する。本研究課題は地質情報研究部門の部門重点課題であり、平成19年度は4年計画の2年度にあたる。

【分 野 名】地質

【キーワード】首都圏、関東平野、地下地質、地質構造、データベース、層序、地盤、3次元モデル、地震動、地下水

【大 項 目 名】関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究

【中 項 目 名】浅層地盤の地下地質・構造に関する研究

【研究代表者】木村 克己（地質情報研究部門）

【研究担当者】田辺 晋、小松原 純子、竹村 貴人、木村 克己、中島 礼、石原 与四郎、江藤 稚佳子（福岡大学）、稲崎 富士、中西 利典（（独）土木研）、八戸 昭一（埼玉県環境科学国際センター）、林 宏一（応用地質（株））、中山 俊雄（都土木技術センター）、中尾 有利子（日大）、小田 匡寛（埼玉大）（常勤職員5名、他9名）

【研究 内 容】

沖積層の層序・堆積・3次元地質モデルに関する研究

東京低地臨海部および荒川低地下流部における沖積層の基準となる層序・岩相の確立と堆積環境の復元を目的としたボーリングコア堆積物の掘削・解析、データベースの構築を目標に以下の研究を実施した。

1-1) ボーリングコアの高精度解析：

オールコアのボーリング調査を東京都江東区潮見地区と埼玉県戸田市上戸田地区で実施し、70m 長（GS-KSM-1）と53 m 長（GS-TKT-1）のコア堆積物を採取し、同孔を利用してサスペンション方式による PS

検層を実施した。採取したコア堆積物は半裁後、岩相と生物化石相の詳細な観察を行い、 $\gamma$ 線透過率、帯磁率、乾燥・湿潤密度、含水率、砂粒含有率を1～20 cm 間隔で測定した。これらの調査によって、東京低地臨海部、古東京川に下総台地から合流する枝谷、荒川低地下流部の各沖積層の模式層序・堆積相・堆積物物性のデータを得ることができた。

下総台地と東京低地の境界付近における2本のボーリングコア堆積物（MZ コアと SZ コア）の堆積相と放射性炭素年代値を利用し、奥東京湾口における砂嘴堆積物周辺の堆積相の時空間分布を検討し、その成果を論文にとりまとめ公表した。中川低地下流部の三郷コア（GS-MHI-1）から採取した29の堆積物試料について貝形虫化石を検討した結果、5つの化石相が認識され、海水準上昇期以降の古水深の変化が明らかになった。その結果を論文にとりまとめ公表した。

1-2) ボーリングデータベース・3次元可視化手法開発・3次元地質モデル

東京低地臨海部と荒川低地下流部の埼玉県戸田市、さいたま市、鳩ヶ谷市などの地域について、ボーリング資料を収集し、約2000本のボーリング柱状図資料の数値化を行った。3次元地質モデル構築では、ボーリング柱状図の数値情報を統計的に処理して等間隔のグリッドモデルを構築する方法を開発し論文にとりまとめ公表した。これによって、沖積層の岩相・N 値の側方変化の詳細を3次元的に可視化し、ボーリングコア解析による詳細データを基準にして、堆積プロセスの詳細な検討が可能になった。

沖積層の化学特性に関する研究

沖積層の間隙水の化学特性とその起源の解明を目的に、荒川低地の埼玉県戸田地区で掘削された GS-TKT-1 コアを用いて、堆積物試料の pH と電気伝導度の化学特性を検討した。その結果、海成層では pH が弱アルカリ性を示し、電気伝導度が高く、一方、淡水成層では、ほぼ中性で電気伝導度が低いという傾向が得られた。これはこれまで得た沖積層と同様の特徴である。また、埼玉県春日部地区に設置された地下水観測井で連続水位観測、4ヶ月に1回の頻度での定期水質検査を行った。

沖積層の地盤工学特性に関する研究

沖積層の堆積環境が土質力学特性に与える影響を評価できるモデルを構築し地震時の地盤振動特性の評価を行うこと、及び、圧密－弾性波伝搬の同時測定を行い圧密応力下での堆積物の弾性波伝搬特性と土質力学特性との関連性を明らかにすることを目標として、以下の研究を行い当初の成果を得た。

中川低地の春日部コア（GS-KBH-1）の沖積粘性土試料について、等方圧密過程におけるベンダーエレメントを用いた S 波速度の測定、基礎物理試験、化学量測定試験、標準圧密試験による土質工学的視点から土質力学特性の評価を行った。さらに、これらの地盤物性値を



背景に地質学による区分と関東大地震との関連性について考察を行った。a) ベンダーエレメントと PS 検層でのデータが一次関数の関係を持つことから、ベンダーエレメントの有効性が明らかになった。また、含水比と深度を用いた実験式によって想定 G0（微小ひずみにおける剪断剛性率）を導く事が可能である。b) 想定 G0を震度で比較すると、深さ0～30 m で G0が変化せず一定の値を取る事が明らかになった。c) 地震の揺れは震央からの距離だけではなく、地盤特性の影響を強く受ける。その中で、軟弱粘土層が地震の揺れに与える影響は大きいと考えられる。

浅層地盤の地下構造・物理特性に関する研究

平成17年までにその適用性を確認することができた微動アレイ探査を用いて、埼玉県南西部においてこれまで調査地域の北西側の三郷市から春日部市までの東西約12 km×南北約14 km の範囲において51点の微動アレイの測定を行った。調査で得られたデータを基に描いた S 波速度250 m/s の上面深度は、概ね沖積層と更新統下総層群との境界に相当する結果となった。

【分 野 名】地質

【キーワード】首都圏、地下地質、沖積層、軟弱地盤、データベース、3次元モデル、地下水、間隙水、ボーリングデータ、ボーリング調査、ベンダーエレメント、繰返し非排水三軸試験、微動アレイ探査

【大 項 目 名】関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究

【中 項 目 名】浅層地盤の地震動評価研究

【研究代表者】関口 春子（活断層研究センター）

【研究担当者】関口 春子、吉田 邦一  
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

中川低地沖積層の地震動応答に関して、特に堆積環境履歴の違いによる地盤の性質の地域的な違いと埋没谷の形状に着目し、地震観測及び数値シミュレーションに基づいてその特徴を明らかにすることを目標としている。本年度は、中川低地帯の地震観測網の再編、及び、中川低地帯内部における地盤の違いの検討等に関する予備的研究を以下の通り実施した。

中川低地帯における自然地震観測網の再編

平成18年度より中川低地帯における自然地震観測網の再編を行っている。平成15年度に構築したアレイ観測網を通り、新たに中川低地を横断するライン状の観測網を計画し、今年度は3地点の設置を行った。このライン状観測網は、中川低地の埋没谷全幅の形状、中川低地内部における沖積層の土質の違い、1923年関東地震時の被害の空間変化を比較検討することを目的としている。平成19年7月に発生した新潟県中越沖地震の際に得られた記録からは、全観測点に共通の周期7秒程度の増幅と観測

点間のばらつきの大きい2秒程度以下の増幅の様子が明らかになった。前者は、深部までの堆積層全体が影響する応答、後者は各地点の直下の沖積層の厚さの違いに起因すると考えられる。

中川低地沖積層の物性値構造のモデル化

中川低地沖積層の地質・土質モデルをベースに、前年度作成した物性値構造モデルの初期バージョンを用いて、1923年関東地震の地震動の数値シミュレーションを行い、特に中川低地内部の地震動変化を検討した。その際、波形インバージョンによる既存の震源モデルに震源過程の複雑さを添加して広帯域の地震動を生成する震源モデルを作成した。地震動シミュレーションにはハイブリッド法（低周波数：差分法、高周波数：等価線形化手法）にて行った。シミュレーション結果を観測記録や震度分布と比較して中川低地内部の地震動変化の再現性を検討した。

草加のアレイ観測記録を用いた表面波の解析

自然地震観測網のうちの直径1 km 程度内に集中したアレイ観測点の記録を用いて表面波の位相速度解析を行った。また、同場所で微動アレイ観測を実施し、その表面波位相速度解析と合わせて、長周期地震動の伝播特性を推定した。

【分 野 名】地質

【キーワード】中川低地、地震動、数値シミュレーション、沖積層、自然地震、アレイ観測、表面波、物性値構造、関東地震

【大 項 目 名】関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究

【中 項 目 名】中深層地盤の地下地質・構造に関する研究

【研究代表者】水野 清秀（地質情報研究部門）

【研究担当者】水野 清秀、中澤 努、山口 和雄、加野 直巳、大滝 壽樹、住田 達哉、牧野 雅彦、横倉 隆伸、駒澤 正夫、安原 正也、山口 正秋、稲村 昭彦、木村 治夫、森川 徳敏、佐藤 秀幸、本郷 美佐緒、納谷 友規、中里 裕臣（農村工学研究所）、八戸 昭一（埼玉県環境科学国際センター）、須貝 俊彦（東京大学）、林 武司（秋田大学）、宮下 雄次（神奈川県温泉地学研究所）、藪崎 志穂（立正大学）  
（常勤職員10名、他12名）

【研究 内 容】

地質標準の確立に関する研究関東平野中央部の地下深度500 m 程度までの地質層序を確立し、ボーリングコアの対比や反射法探査における反射面と各地層との対応関係を明確にすることによって、地下地質構造を明らかにし、地震波速度・電気比抵抗値などの物理データや水

質などのデータを総合して、地下地質標準を確立することを目標に、以下の研究を実施した。

関東平野中央部に位置する埼玉県南埼玉郡菖蒲町上大崎にて文部科学省振興調整費「統合化地下構造データベースの構築」の研究で掘削された深度150 m のボーリング孔を利用してさらに深度350 m までのコア採取とPS 検層及び電気比抵抗検層を行った。層相はシルト、砂層を主体とした細粒相と砂礫層の繰り返しからなり、また砂礫層は地震波速度、電気比抵抗値が相対的に高い値を示している。珪藻分析などからは9層準に海成層が確認された。また花粉分析からは、地層を4つの花粉化石帯に区分することが可能であり、この区分がほかのコアとの対比にも使える見通しが得られた。埼玉県の川島、鷲宮、春日部などの既存コア中のテフラを分析した結果では、約110万年前に降灰した上越テフラが鍵層として追跡できることがわかり、その分布深度からは鷲宮-春日部地域では深く北方や荒川低地西縁では浅くなる構造が推定された。

#### 反射法探査による地下地質構造に関する研究

関東平野中央部で極浅部から地下深度500 m 程度までを対象として、加須低地-大宮台地-荒川低地-入間台地を横断する北東-南西方向の測線において反射法探査を実施し、反射面とボーリングデータ、検層データ等とを対比し、関東平野中央部の模式となる地下地質層序・構造を確立することを目標としている。平成19年度は、18年度に調査実施した菖蒲1測線の詳細データ解析、菖蒲坑井での VSP 調査、加須1と桶川1の2測線で新規の反射法探査を実施した。菖蒲1測線(大宮台地～加須低地)の詳細解析では、深度数10 m から1 km の範囲で断面全体に渡って連続する反射面が捉えられ、1 km 以深にも断続的な反射面が検出された。綾瀬川断層の地表位置とその周辺の地下に反射面の変形や急傾斜などが認められ、地下深部の断層による堆積層の変形は地表で確認される撓曲崖を挟んで幅2 km 程度に及ぶと考えられる。菖蒲坑井の PS 速度検層、電気検層データの変化する深度と反射面深度は概略一致する。菖蒲坑井の深度107 m ～299 m の区間でハイドロフォン VSP 調査を実施し、深度185 m、215 m、265 m、305 m 付近等で反射波を検出した。新規の反射法調査の加須1測線(加須低地)は菖蒲1測線に接続、桶川1測線(荒川低地～大宮台地)は平成17年度調査の川越1測線に接続させ、それぞれ7.5 km、6 km の長さでデータ取得した。加須1測線の予備的解析によれば、清水・堀口(1981)が微地形に基づいて推定した久喜断層と考えられる地層の変形は、加須1測線の範囲内には見られないようである。

平成14-16年度に東京都によって取得された既存反射法地震探査データのうち、東京都中部南北測線(平成16年度東京都地下構造調査-反射法地震探査)及び東京都東部東西測線(平成14年度東京都地下構造調査-反射法地震探査)について1 km 以浅の堆積層を対象として再

処理を行った。その結果、得られた深度変換断面図では東京都中部南北測線の北端からおよそ5 km の範囲(埼玉県和光市)において、北多摩層上部の固結シルト層に相当すると思われる反射面が北傾斜しており、その高度差は数百 m に達する。これはボーリングデータから得られた北に傾斜する地質構造(東京都土木技術研究所、1996)と調和する。さらに南北測線において上記地域のさらに南およそ5 km の範囲(東京都練馬区)では複数の褶曲が見られた。また東京都東部東西測線の西端からおよそ6 km の範囲(埼玉県和光市～東京都板橋区～北区)において東傾斜で高度差150～200 m の傾斜不整合が見られた。

#### 重力探査による中深層地下地質構造に関する研究

関東平野において、埼玉県鴻巣-菖蒲地域、草加地域、及び東京都立川断層周辺地域で3次元的な密度構造を明らかにすることを目標として重力探査を実施した。鴻巣-菖蒲地域で180点程の重力調査を行い既存データと併せて重力異常図を作成しフィルター解析を行った。鴻巣周辺に北西-南東方法に大きな低重力異常が見出され深度数 km のグラベン状の地下構造が明らかになった。草加地域で、深度が数100 m 以浅の微細構造を抽出するために測点間隔50～100 m 程度の重力の精密調査を100点程追加し3次元重力基盤解析を実施した。その結果、中川に沿う南北方向に数10 m の埋没構造が判明した。立川断層周辺地域で70点程の重力調査を行い、既存データを含めてフィルター解析を実施した。断層と密度構造との対比を行った結果、密度構造は地質的に推定されている段差構造とは逆になっていることなどが判り、現在とは逆の断層活動の時期があったことが推定された。広域地下水流動系に及ぼす地質構造の影響評価に関する研究

関東平野中央部に位置する元荒川構造帯内の地下水は、周辺部と比較してその水理水頭、一般水質、希ガス濃度、同位体比に“異常”を呈することが知られている。本研究では、元荒川構造帯内外の地下水の精密調査を通じて、このような地球化学的特異性の三次元的分布のさらに詳細な実態把握を行い、関東平野の広域地下水システムに及ぼす断層等の地質構造の影響について評価することを目的とする。

まず、地球化学的特性の広域分布把握のため、元荒川構造帯の西-南側の荒川右岸に位置する自治体(吉見町、川島町、川越市、ふじみ野市、富士見市、志木市、朝霞市、新座市、和光市)管轄の水源井について、約50地点から水試料を採取した。現場測定データ(溶存酸素濃度、酸化・還元電位、電気伝導度)と酸素・水素同位体組成から判断して、荒川右岸地域には、元荒川構造帯を含む荒川左岸地域と比較してより循環性の高い地下水が卓越していることが強く示唆された。また、東京都武蔵野台地の北-北東部に位置する練馬区、板橋区、北区、豊島区と交渉し、各自治体が有する防災用の深井戸(～300

m) について地下水試料の採取許可を得た。この結果、揚水規制のため水源井の本数が極めて少ない当該地域においても、高密度の地下水情報が得られる目処がついた（一部試料については採取済み；本格的な試料採取は2008年度に実施）。一方、鉛直分布については、遠心分離器を用いて菖蒲オールコアボーリング試料（25深度；最深部331 m）から抽出した間隙水について、各種分析を実施した。泥水混入率が低い深度183 m 以浅の間隙水について水質・同位体のオリジナル値を外挿によって求めたところ、元荒川構造帯を特徴づける高  $\text{Cl}^-$  濃度、低酸素・水素同位体比を有する地下水は、菖蒲地域においては深度80-90 m 付近の浅層部にまでその分布が及んでいることが明らかとなった。今回は、泥水の混入が著しいため、地球化学的異常を呈する地下水体の下限深度については明らかにすることが出来なかった。そこで、その下限深度を把握するための代替策として、観測井掘削時に得られた深度別の不攪乱試料に基づく  $\text{Cl}^-$  溶出試験法の採用を検討し、当該手法の有効性を確認するため、埼玉県春日部観測井の代表的なコアサンプルを用いての予備実験を秋田大において開始した。

【分 野 名】地質

【キーワード】関東平野、地下地質、更新統、下総層群、上総層群、綾瀬川断層、元荒川構造帯、広域地下水流動、水質、間隙水、塩素イオン、ボーリング調査、物理検層、反射法探査、重力探査

【大 項 目 名】関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究

【中 項 目 名】首都圏西部域地下水循環モデルの構築に関する研究

【研究代表者】石井 武政（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】石井 武政、町田 功、安川 香澄（地圏資源環境研究部門）、内田 洋平（地質調査情報センター）（常勤職員4名、）

【研究 内 容】

首都圏西部域のおよそ荒川と多摩川に挟まれた地域を対象に、主として地下水の現況および過去60年間の地下水状態を再現する3次元地下水循環モデルを構築することを目的とする。昨年度、模式的な地質構造を組み込んだ、総格子数約52万の基本バージョンモデルを構築し、自然状態での地下水流動を平均降雨の下で試算することとして、モデルの初期化を行った。本年度はこれに沖積層および常総粘土層の分布と厚さを追加し、また、断層（深谷断層、綾瀬川断層、江南断層等）の走行傾斜・幅・距離と水理性状の見直し結果を加えて、モデルを更新した。断層近傍の格子を再分割したので、更新後のモデルの総格子数は約58万となっている。

一方、モデルの妥当性を検証するための材料となる水質や同位体についてのデータ収集に努めたほか、都内の

自然湧水やトンネル湧水計7地点の水試料採取と水質・同位体等の分析を行った。その内訳は、一葉の井戸（文京区、浅井戸）、柳の井戸（港区、湧水）、等々力湧水（世田谷区、湧水）、井の頭湧水（武蔵野市・三鷹市、深度約180 m 深井戸）、JR 東京駅（千代田区、深度20～30 m トンネル湧水）、JR 上野駅（台東区、深度25 m トンネル湧水）、東京メトロ恵比寿駅（渋谷区、深度不明トンネル湧水）である。これらの分析の結果、水質は電気伝導度にして200～5000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  と大きく変化していたものの、一葉の井戸と柳の井戸を除いて全てトリチウム濃度は4.0～4.9 TU、 $\delta 180$  は-8.7～-9.1 ‰、 $\delta D$  =-54～-58 ‰の範囲に入った。すなわち、全ての地下水は比較的新しく、かつ同一起源であることが示された。井の頭湧水でも同様の結果が得られたことは、この深度180 m の地下水の起源が浅層にあり、それが下向きに流動していることを示唆する。

【分 野 名】地質

【キーワード】関東平野、首都圏、地下水、湧水、トンネル湧水、地下水循環モデル、格子、水質、同位体

【研究 題 目】地質標本データベース

【研究代表者】兼子 尚知（地質情報研究部門）

【研究担当者】兼子 尚知、利光 誠一、奥山 康子、坂野 靖行、角井 朝昭、中澤 努、中島 礼、青木 正博、松江 千佐世、清水 徹、豊 遙秋、尾上 亨、遠藤 祐二（常勤職員10名（うち、他研究ユニット3名）、他3名）

【研究 内 容】

産総研地質標本館に研究試料として長年蓄積されてきた岩石・鉱物・化石などの地質標本は、「地質の調査」の研究成果を保証するファクトデータであり、これを登録・保管し、体系化して登録標本情報の公開をしていくことが求められている。これに対しては地質標本館と地質情報研究部門地質標本研究グループが連携して、収蔵標本の登録・保管、アーカイブ化、データベース化を進め、その成果を RIO-DB の研究課題として公開してきた。本年度は各 DB 群の内、「地質標本登録 DB」において、区分〔岩石〕について約1万件の新規データおよび580件の画像を追加し、区分〔鉱物〕、区分〔鉱石〕などについてもデータの整備・拡充を行った。また、「日本産変成岩標本 DB」、「岡本化石標本 DB」についても整備・構築を進めた。

【分 野 名】地質

【キーワード】RIO-DB、地質標本データベース、地質標本館

【研究 題 目】地球化学図情報データベース

【研究代表者】今井 登（地質情報研究部門）



〔研究担当者〕 今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、  
太田 充恒、久保田 蘭  
(常勤職員5名)

〔研究内容〕

近年問題となっている土壤汚染などの環境問題に対応するため、日本全国のヒ素、水銀、カドミウムなどの有害元素をはじめとする53元素の濃度分布の全データをデータベース化し、インターネットを通して活用できるようにするとともに、日本における地球化学基盤情報を提供する。

本年度は全国の海域地球化学図のデータ作成と表示システムを作成した。また、全国の海域の約5,000点に及ぶ試料採取点の詳細情報(試料採取時の状況と写真、試料の写真等)をデータベース化し、それらの情報がクリックブルマップから表示できるシステムを構築した。

また、日本の地図化学図を、WEB上で任意の場所を任意の倍率でズームイン・アウトすることのできるシステムを作成した。用いたのは ZOOMA と呼ばれる拡大・縮小ソフトウェアで、右クリックにより場所の移動が、スクロールバーにより地図の拡大縮小ができる。また任意の都道府県を検索してその地球化学図を表示することができる。現在はヒ素、クロム、カドミウム、鉛、亜鉛、水銀の六元素について表示することが可能である。これにより、全国のヒ素、カドミウム、鉛などの有害元素の分布が直感的に一目で分かり、特定の地域の汚染状況を拡大して、より簡単に参照できるようになった。環境汚染関連の生データがホームページ上で直接公開されている例は少なく、その点でも大きな意義があると考えられる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 地球化学図、データベース、有害元素、バックグラウンド、環境汚染、元素分布

〔研究題目〕 地層名検索データベース

〔研究代表者〕 鹿野 和彦(地質情報研究部門)

〔研究担当者〕 鹿野 和彦、巖谷 敏光、松浦 浩久、  
中野 俊、宮崎 一博、中江 訓、  
原 英俊、尾崎 正紀  
(常勤職員8名、他1名)

〔研究内容〕

膨大な数の地層・岩体・火山(>10,000件)の名称を検索して、それらの定義、内容などを調べるためのデータベースである。本データベースは、地層命名規約に基づく新たな地層名の提案、地質文献読解などにあたって必要とするもので、辞書機能のほか、地層などの分布位置からも検索可能な機能をもち、地質分野に携わる者にとって不可欠なデータベースとして期待されている。平成17年度からは第二期計画として、1)データの記述内容を高め、2)検索した地層・岩体・火山の分布や模式

地などを地質図上で表示する機能を設けるなど機能を拡張するとともに、3) 英文版の作成を目指す。平成19年度は、1) データの新規登録と校正・更新・編集、2) 第四紀火山データベース英文版版公開、3) 地質図に記載されている地層を地質図に表示するシステムの英文版試作、4) 地層名辞書ファイルの英訳を行った。本データベースは研究情報公開データベースとして公開しており、現時点でのアクセス件数は4万件を越える。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 研究情報公開データベース、地層、岩体、火山

〔研究題目〕 地震に関連する地下水観測データベース

〔研究代表者〕 松本 則夫(地質情報研究部門)

〔研究担当者〕 松本 則夫、小泉 尚嗣、高橋 誠  
(常勤職員3名)

〔研究内容〕

産業技術総合研究所は、「地震予知のための新たな観測研究計画(第2次)の推進について(建議)」(文科省測地学分会)において、地震に関連した地下水の変化等のデータベースを作成することとされており、本データベースがそれに相当する。本データベースは、産総研の観測網によって観測された地下水・地殻変動・地震に関する最新の観測データを表示する。また、データベース利用者が、同観測データの解析に用いられているプログラムで手持ちのデータを解析することもできる。平成19年度は、最新の観測データおよびメンテナンス情報の公開に加えて、RIO-DB 公開システムの更新に伴って、内部システムにも変更を加えた。データ公開監視およびメンテナンス情報の更新を継続した。さらに、本年度から開始した東南海・南海地震予知のための地下水等観測施設のデータを公開した。同データベースに対する平成19年度のアクセスは約26万件弱であった。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 地震、地下水、データベース、地殻変動

〔研究題目〕 活火山データベース

〔研究代表者〕 星住 英夫(地質情報研究部門)

〔研究担当者〕 星住 英夫、工藤 崇、中野 俊、  
石塚 吉浩、石塚 治、古川 竜太、  
及川 輝樹、川辺 禎久、下司 信夫、  
篠原 宏志、斎藤 元治、宮城 磯治  
(常勤職員12名)

〔研究内容〕

RIO-DB 課題である「活火山データベース」のデータの追加及び修正を行った。1万年噴火イベントデータ集は、九州地方など一部を除きデータを整備した。火山地質図集については英訳作業を進め、14火山について翻訳を終了し、順次公開中である。また新たに、火山研究解説集として薩摩硫黄島を追加した。火山研究解説集は、

活火山の火山活動について、地質・地球物理・地球化学データをもとに解説したものである。また全体に、レイアウトの改善や誤植の修正などの作業を実施した。

【分 野 名】地質

【キーワード】活火山データベース、RIO-DB、火山地質図、活火山、噴火履歴、カタログ

【研 究 題 目】関東平野の地下地質・地盤データベース

【研究代表者】木村 克己（地質情報研究部門）

【研究担当者】木村 克己、田辺 晋、小松原 純子、中島 礼（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

本データベースは、関東平野の地下に伏在する第四系を対象として、基本層序・物性、地形分類、地下構造、平野の形成過程と古地理変遷史、埋没地形、2次元および3次元地下構造に関する各データとその解説からなる。データは、部門重点課題として実施している都市地質プロジェクトの調査研究で得た研究資料、関東の自治体所有のボーリングデータ、その他公開可能な地下地質・構造・物性に関するものから構成される。3年目にあたる。

今年度は東京都足立区本木地区（GS-AMG-1）、葛飾区高砂（GS-TSN-1）、新宿（GS-KNJ-1）の3コアで得られた年代・堆積物物性の分析値、コア試料の画像データをデータベースに新たに加えた。そして、ウェブの検索インデックス用の図面の作成、検索用のユーザーインターフェース・画面デザイン作成。また、データ検索のシステム構築として、TACC のスタッフと相談し、その内容を定め平成19年9月に公開した。

【分 野 名】地質

【キーワード】関東平野、地下地質、第四系、沖積層、コア、ボーリングデータ

【研 究 題 目】シームレス地質図データベース

【研究代表者】脇田 浩二（地質情報研究部門）

【研究担当者】脇田 浩二、宝田 晋治、尾崎 正紀、Joel.C.Bandibas、井川 敏恵（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

1/20万シームレス地質図について、1/20万区画の「屋久島」「小笠原諸島」の大幅なデータの更新、及び全国のデータ修正を行った。現地形に合わせて人口改変地等のポリゴンデータを修正した。詳細版ラスターデータのWeb 公開を開始した。国内外の学会で1/20万シームレス地質図作成の成果を公表した。また1/5万シームレス地質図について、統一凡例を作成し、京都及び大阪地域周辺域の統合を進めた。

【分 野 名】地質

【キーワード】シームレス、地質図、数値化、地理情報システム、データベース

【研 究 題 目】海洋地質データベースの研究

【研究代表者】岸本 清行（地質情報研究部門）

【研究担当者】荒井 晃作、井上 卓彦、飯笹 幸吉、池原 研、小田 啓邦、片山 肇、岸本 清行、上嶋 正人、辻野 匠、山崎 利嗣（常勤職員10名、他4名）

【研究内容】

産総研が保有する海洋地質情報の総合的データベースの構築・整備を目的として、5つのサブテーマ（「海域地質構造 DB」、「海底堆積物 DB」、「海洋地球物理 DB」、「海底鉱物資源」、「高分解能音波探査断面 DB」）に分類して研究を実施している。既存アナログデータのデジタル化や海洋地質図等出版物の関連メタデータ、原データの編集、可視化技術の援用などにより、出版物でカバーしていない海洋地質情報やその後の追加情報などの多様な利活用を促進することを目指す。今年度は、各テーマ毎に新規データ、関連報告書データの追加、保守を行った。今後の課題は、サブテーマ間の相互参照や、検索のしやすさなど、機能利便性の向上である。また、内外研究者への既得観測データの提供サービスを目指している。

【分 野 名】地質

【キーワード】海洋地質データベース、RIO-DB、海域地質構造、海洋地球物理、海底鉱物資源、海底堆積物、音波探査

【研 究 題 目】情報相互運用性の高い統合地球科学図データベース構築の研究

【研究代表者】脇田 浩二（地質情報研究部門）

【研究担当者】脇田 浩二、尾崎 正紀、大熊 茂雄、駒澤 正夫、今井 登、宝田 晋治、川畑 大作（常勤職員7名）

【研究内容】

地質情報の統合的な発信に向けて、発信方法の検討・データ整備を行った。本年度は、WMS によるデータ配信のため、20万分の1日本シームレス地質図の配信試験を実施した。また、東日本地域の20万分の1スケールの重力異常図、空中磁気異常図、地球化学図の作成を実施した。データ形式の統合化、国際標準化にあたって、GML、GeoSciML 等国际規格への適応の検討を行った。

【分 野 名】地質

【キーワード】統合、データ整備、シームレス、地質図、重力図、化学図、国際標準

【研 究 題 目】新潟県中越地震隣接域の地震リスク評価と被害予測の研究

【研究代表者】桑原 保人（地質情報研究部門）

【研究担当者】桑原 保人、木口 努、今西 和俊、長 郁夫、山口 和雄、横倉 隆伸、加野 直巳、伊藤 忍、川畑 大作

(常勤職員9名、他7名)

#### 〔研究内容〕

2004年10月の新潟県中越地震の発生により、震源域隣接の南部と北部が地震空白域として強く認識され、近未来の大地震発生の可能性が高い地域として指摘されている。本研究は、当部門の総合力をもって本地震空白域における地震リスク評価と被害予測をおこなうため、当該地域の詳細な地下構造・応力場の解明、数値モデルによる地震発生長期予測モデルの作成、南部空白域での地すべりポテンシャルの評価を、平成17年度から3年計画で行なう。本年度は最終年度にあたり、主に、十日町断層周辺の断層構造の把握のための地震探査データの解析、計算機シミュレーターを用いた地震発生のアンサンブル予測手法の開発、南部地域の地すべりポテンシャルの解析を行なった。反射法の解析では十日町盆地東縁断層は、深さ数百 m 程度までしか断層が及んでいないいわゆる根無し断層で有る可能性が高く、一方、十日町盆地西縁断層は、深さ5 km 以上まで追跡できる断層で有ることがわかった。地震発生予測では、摩擦構成則を考慮した2次元モデルによって地震発生を再現し、数百通りの境界条件で地震発生時期のアンサンブル予測を行うことを提案し、それを実現させた。地すべり解析では、2004年中越地震震源域での地すべり解析結果をもとに、未破壊の南部域での地すべりポテンシャルを見積もった。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕新潟県中越地震、地震発生予測、3次元地質構造、地殻応力、活断層、地すべり

#### 〔研究題目〕火山性流体移動連続観測による噴火予知技術の高度化に関する研究

〔研究代表者〕篠原 宏志 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕篠原 宏志、斎藤 元治、松島 喜雄、風早 康平、石戸 恒雄、高倉 伸一、西 祐司、森 健彦、鬼沢 真也、大和田 道子、長谷 英彰、谷口 雅美 (常勤職員7名、他5名)

#### 〔研究内容〕

携帯型マルチセンサー (Multi-GAS) を用いた噴煙組成長期連続観測システムの試験運用を三宅島において実施した。2-3ヶ月に一回、三宅島雄山山頂に標準ガス及び校正された携帯型マルチセンサーシステム (Multi-GAS) を持参し、現地で連続装置を感度試験を行った。その結果、半年程度の間に20 %程度の感度のドリフトが検出されるため、定量的な観測のためには定期的な感度校正が必要であること、ただし急激な感度変動はないため感度校正作業の間の期間は感度を内挿することにより定量性が確保できることが明らかとなった。

阿蘇火山において二酸化硫黄放出率の計測を現地機関と共同して行い、計測手法 (トラバース法とパンニング法) による放出率値の誤差評価の確立を進めた。また、

口永良部島における二酸化硫黄放出率の計測を行い、同火山における火山ガス放出率が地震活動及び地殻変動と連動して減少していることを明らかにした。

伊豆大島三原山をモデルフィールドとし、マグマの上昇による熱水系発達過程のモデル化と地球科学的観測量の変動予測を目指した研究を行っている。地下の熱水流動を反映する観測量として自然電位 (SP) に着目し、昨年度に引き続き連続観測を実施した。また、全山的な SP 分布の観測結果を解析し、3次元的な数値シミュレーションを実施することにより透水係数等の水理状態を把握した。これらの結果を基に、マグマ貫入にともなう SP 変動把握のための熱水系シミュレーションに着手した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕火山、マグマ、噴火予知

#### 〔研究題目〕無人自律飛行船型ロボット／空中基地の開発

〔研究代表者〕村上 裕 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕村上 裕、恩田 昌彦 (常勤職員1名、他11名)

#### 〔研究内容〕

無人自律の飛行船型ロボット／空中基地ロボットは、全方位推進機であるサイクロイダル・プロペラを搭載した無人飛行船ロボットであり、空中基地として、上空からの観測や監視などの目的に使用するために開発する。このロボットの特徴は従来の飛行船にない機動性や敏捷性能であり、この特性を可能にしているのは船体左右に搭載されたサイクロイダル・プロペラである。この推進機の基本構造は、原動機で駆動される回転翼とそのピッチ角 (迎角) を制御する機構とからなる。回転翼は操縦者の操作により瞬時にピッチ角を変え、360度任意の方向に推力方向を制御できる。

開発する空中基地ロボットは、海面上2 km 以上の高度での観測や監視に十分な機材を搭載できるように設計したモデル機であり全長20 m、最大径7 m、総容積約640 m<sup>3</sup>とした。地上からの無線操縦で飛行するが、無線操縦システムが機能しなくなった場合は搭載計算機による自律飛行で帰還できる機能を開発する。また、推進機が故障の場合、1基が生きている場合は飛行が可能であり、すべての推進機が停止した場合や飛行予定空域から逸脱しそうな場合は、ヘリウムガスを一部抜いて、安全な場所への自動降下などの安全対策を開発する。

今年度は、外径約3 m、推力50 kg のサイクロイダル・プロペラのプロトタイプ機を製作し、2008年3月10日から22日にかけて北海道広尾郡大樹町大字美成の大樹町多目的航空公園内にある JAXA の大樹実験場格納庫内で飛行船の飛行試験をおこない、垂直離陸、自由にその重心回りでの旋回、前進から後退への瞬時の切り替えを行える性能を示すことができた。



〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕飛行船型ロボット、空中基地、上空からの観測や監視、無人自律

〔研究題目〕東アジアの地質と資源に関する統合研究

〔研究代表者〕高橋 浩（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕高橋 浩、斎藤 文紀、渡辺 寧、  
中江 訓、原 英俊、石塚 吉浩、  
村上 浩康（常勤職員7名）

〔研究内容〕

韓国地質資源研究所（KIGAM）、中国地質調査局（CGS）と地質調査総合センター（GSJ）の研究者が互いに相手国を訪問し地質巡検・意見交換を行い、日本列島、韓国及び中国の地質対比に関する研究を開始した。また、黄海と長江沖から採取した4本のボーリングコア試料の解析を行い、当地域における第四紀後期における年代層序を初めて明らかにした。さらに、主に中国を調査対象として中国地質科学院鉱産資源研究所とも連携しながら研究を進め、インジウム鉱床生成場におけるその濃集プロセスを明らかにするための調査研究を開始した。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕東アジア、地質、鉱物資源、中国、韓国、日本

〔研究題目〕知識循環型サービス主導アーキテクチャ（AIST SOA）の開発

〔研究代表者〕関口 智嗣（グリッド研究センター）

〔研究担当者〕伊藤 智、田中 良夫、小島 功、  
工藤 知宏、小林 克志、中田 秀基、  
児玉 祐悦、竹房 あつ子、小川 宏高、  
谷村 勇輔、横井 威、Said Mirza、  
的野 晃整、横山 昌平  
（常勤職員12名、他3名）

〔研究内容〕

知識をサービスの形態に具現化し、誰もが容易に登録・利用可能な次世代情報基盤を、情報技術研究部門と協力して開発した。それぞれのサービスを実行するために必要なリソースをオンデマンドに提供する仮想クラスタ管理システムと、登録したサービスやリソースをセマンティクスを活用して検索可能な RDF(Resource Description Framework)データベースの仕組みを開発した。仮想クラスタ管理システムでは、昨年度までの単一サイト内での運用に対して、複数サイトに渡って仮想サーバ群を切り出し可能となるよう OpenVPN などを利用して管理機能を拡張し、ソフトウェアをパッケージ化して公開した。また、商用データセンタとの共同実験により、複数サイトでの動的なリソースの追加が可能なことを実証した。RDF データベースは、リソースとサービスの両面を管理するための統合リポジトリを開発した。リソース管理では、ルール処理による異常状態検出

などを可能とするため、計算リソースの負荷や空き領域などのモニタリング情報を RDF で管理した。サービス管理では、意味的な構造からサービスを検索可能とするため、サービスのオントロジーを RDF で管理した。

これらの成果は、3月に開催された情報処理学会の「わくわく IT@あきば2008」で展示公開した。

〔分 野 名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕グリッド技術、SOA、Web サービス、RDF、仮想化技術

〔研究題目〕大気及び水圏環境の持続的保全のための環境触媒技術

〔研究代表者〕葭村 雄二

（新燃料自動車技術研究センター）

〔研究担当者〕浜田 秀昭、羽田 政明、藤谷 忠博、  
中村 功、Asima Sultana、高橋 厚、  
根岸 信彰、松沢 貞夫、竹内 浩士、  
佐野 泰三、大古 善久、平川 力、  
松林 信行、鳥羽 誠、三木 康朗、  
望月 剛久、後藤 新一、小熊 光晴、  
島田 広道、佐藤 一彦、韓 立彪、  
安田 弘之（常勤職員22名、他1名）

〔研究内容〕

仏国は我が国と同様に環境保全に対する認識が強く、持続的環境保全には環境触媒技術の高度化が不可欠であるという共通認識を有している。また、環境触媒技術の基盤研究から応用研究に渡る本格研究を通し、両国の事情に応じた新規環境産業の創製等にも結実させたいという共通認識を有している。このため、①ディーゼル排ガスのゼロエミッション化を目指した DeNOx 触媒技術や NOx 完全分解触媒技術、②内燃機関用燃料油のクリーン化触媒技術及び燃料電池用燃料化技術、③水中の有機化合物の酸化・分解用光触媒技術、④環境適合化学プロセスを目指すグリーンケミストリー関連触媒技術等に係る触媒技術及び関連基盤技術を相補的に共同で構築すると共に、本格研究を実施し、産業界を通して研究コンセプトや研究成果を実証する。更に、研究成果等を積極的に発信し、国内外の環境・エネルギー政策やガイドライン策定にも役立つ技術的根拠を提供する。

本年度は、前述の課題①では還元剤を用いた NOx の選択還元性能の向上、及び革新的な NOx の直接分解技術の開発、②ではガソリンのサルファー化のためのアルキル化脱硫や選択脱硫触媒技術及び脱硫触媒の高度解析技術の構築、③では大気及び水中に含まれる微量有機化合物等の分解・低減用光触媒技術、及び光触媒の構造解析や標準化技術構築、④では化学品合成用の環境調和型選択酸化技術、及びバイオマス基材からの高付加価値材料製造技術の研究を共同で行った。

〔分 野 名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕大気環境保全、水圏環境保全、環境触媒、

脱 NO<sub>x</sub> 触媒、脱硫触媒、光触媒、グリーンケミストリー、日仏研究協力

【研究題目】分散電源用超電導薄膜限流器研究開発  
(IP インテグレーション)

【研究代表者】山崎 裕文 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】新井 和昭、淵野 修一郎、中川 愛彦、海保 勝之 (エネルギー技術研究部門、常勤職員3名、他2名)、熊谷 俊弥、相馬 貢、山口 巖、近藤 和吉 (先進製造プロセス研究部門、常勤職員3名、他1名)、樋口 登、名取 尚武 (パワーエレクトロニクス研究センター、常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

超電導体は、超電導状態においては電気抵抗ゼロで大きな電流を流すことができるが、ある決まった電流値 (臨界電流) より大きな電流を流すと電気抵抗が発生する。このような超電導体の特徴を生かして、通常時は抵抗ゼロで、電力系統の短絡事故時に大きな抵抗を発生して事故電流の増大を抑制するような新しい電力機器 (限流器) を作ることができる。そして、大面積超電導薄膜を用いる超電導薄膜限流器が、信頼性・性能 (高速応答など)・体格・大容量化への拡張性の観点から優れている。

本研究では、先進製造プロセス研究部門でこれまで開発してきた塗布熱分解法によるサファイア基板上大面積超電導 YBCO 薄膜を多数作製するとともに、エネルギー技術研究部門で、合金分流保護層を有する独自方式高容量密度限流素子の大容量化技術を開発して、限流素子モジュールを製作する。さらに、超電導機器実装技術を有するパワーエレクトロニクス研究センターの協力により、多数の素子モジュールを接続して極低温容器内に実装して、3相6.6 kV/200 A 級限流器プロトタイプモデルを製作する。このモデルを用いて、液体窒素冷却時における熱侵入の測定、定格電流通電試験、限流特性試験などを行う。

平成19年度の成果は、以下の通りである。超電導薄膜の耐環境保護技術として、液体窒素へ出し入れする際の結露に基づく超電導特性の劣化を防ぐ保護膜材料を開発した。塗布熱分解法超電導薄膜を用いて限流素子を作製して期待通りの限流特性を確認するとともに、コンデンサによる薄膜保護技術、特性の異なる薄膜でも利用可能とする、超電導テープによる並列接続技術を開発し、200 A<sub>rms</sub> 級までの大電流容量化に成功した。500 V/200 A 級素子モジュールを作製して、所定の限流性能を確認した。多数の素子モジュールを接続して極低温容器内に実装するための技術開発を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】限流器、超電導薄膜、YBCO、塗布熱分

解法、限流素子、合金分流層

【研究題目】赤外線によるアスベスト溶融技術の実証

【研究代表者】池田 伸一

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】池田 伸一、梅山 規男  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

アスベストを無害化するための最も単純な方法は、その融点の1500℃まで加熱し、繊維状形態を無くしてしまうことである。本研究の目的は、1600℃以上に線状に加熱することが可能な反射鏡を作成し、ロボットなどで精密な位置制御を行うことができるシステムの要素技術構築である。本研究では、壁などの吹き付けアスベスト材のその場溶融処理が、特に問題なく可能であると確認することができた。想定されていた、吹き付け材が施工されているコンクリートや鉄板などの劣化、改質などの課題も問題にならないことを明らかにした。平成20年1月23日にそれらの成果に関して産総研からプレス発表を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス、環境・エネルギー

【キーワード】赤外線加熱、高温溶融、アスベスト無害化、高効率加熱

【研究題目】Point-of-Care マイクロ流体バイオチップ診断装置の開発

【研究代表者】亀井 利浩

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】亀井 利浩、板谷 太郎  
(常勤職員2名)

【研究内容】

マイクロチップ電気泳動を利用した DNA などの分析技術が開発され、バイオ化学分析プロセスをマイクロチップ上に集積したラボ・オン・チップの実現が期待されているが、高感度分析には依然として大型の共焦点レーザー誘起蛍光法が使われており、蛍光検出システムの小型化が必要である。本研究では電気泳動マイクロチップに実装できる水素化アモルファスシリコンフォトダイオードおよび光学干渉フィルターの開発を目指す。今年度は、デバイス作製プロセス、特に光学干渉フィルタパターンニングプロセスの最適化を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ラボ・オン・チップ、アモルファスシリコン蛍光検出素子

### (3) 外部資金

中期目標や中期計画で定められているように、産業技術総合研究所は、業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図ることとなっており、そのため、外部資金や自己収入の増加と固定的経費の割合の縮減に努めている。

外部資金の多くは、各省庁からの様々な制度から委託研究費で、その多くが、競争的資金となってきた。産業技術総合研究所が受け入れる外部資金は、制度的には、受託研究として受け入れられ、研究終了後それぞれの委託元に詳しい研究報告がなされている。

#### 【経済産業省】

##### (i) 産業技術総合研究所委託費

###### ・石油生産合理化技術開発等委託費

石油生産の合理化に資するための技術開発に係わる委託事業により、生産の合理化に係る技術の開発及び利用の促進を図るための経費。平成19年度は、1.0億円で実施した。

###### ・電源利用技術開発等委託費

長期固定電源の利用に資するため、石油代替エネルギーの発電のための利用を促進するための技術開発に係る委託事業により、石油代替エネルギーによる発電のための技術の開発及び利用の促進を図るための経費。平成19年度は、20テーマを5.5億円で実施した。

##### (ii) 産業技術研究開発事業（中小企業支援型）委託費

「中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業」で、高度な検査・計測機器等（主に研究開発独法や大学、企業の研究部門などの研究を行う組織において研究開発等に利用される機器）について公的機関による共同研究を通じた実証試験を行い、革新的な技術を持つ研究開発型ベンチャー企業・中小企業の開発する機器等の市場への普及促進を図るための経費。平成19年度は、外部からの応募142件から35テーマを採択するとともに、総額8.0億円で実施した。

##### (iii) 特許微生物寄託等業務委託費

特許制度におけるバイオ関連の特許出願は、出願者において特許対象となる生物株を出願前に寄託機関に寄託することが義務づけられている。産業技術総合研究所特許生物寄託センターは、特許庁長官の指定する特許微生物寄託機関及びWIPOブダベスト条約（1980年）により認定された国際寄託当局である。当該事業については、産総研そのものが特許庁長官の指定を受けた寄託機関となるとともに、特許庁からの寄託業務の委託を受けることとなる。平成19年度は、1.6億円で実施した。

##### (iv) 放射性廃棄物処分基準調査等委託費

高レベル放射性廃棄物処分事業を円滑に推進していく

ため、地層処分技術に関する関連技術を総合的・効率的に調査し、その信頼性を向上させることが必要であるとの観点から、地質環境に関する技術調査の高度化及び人口バリア等の長期安定性の確証を図るための調査研究等を実施するための経費。平成19年度は、2.3億円で実施した。

##### (v) 石油天然ガス基礎調査等委託費

我が国のエネルギーの長期安定供給の確保に資するため、21世紀における有望な新たな国産エネルギー資源として期待されているメタンハイドレートについて、世界に先駆けてその商業的産出のための技術整備を行い、探査技術や生産技術の開発等を促進するための経費。平成19年度は、2テーマを6.9億円で実施した。

##### (vi) 産業技術研究開発委託費

科学技術政策の重点分野における国際標準を獲得するためには、検討の場（ISO/IEC）において主導的に提案するために必要な科学技術の知見及びそれを支える体制の整備が必須であるとの観点から、ライフサイエンス、IT、環境、ナノテクノロジー・材料の4分野を中心とした標準化のための研究開発を実施するための経費。平成19年度は、9テーマを2.4億円で実施した。

##### (vii) 石油資源開発技術等研究調査等委託費

人工衛星を利用した高度リモートセンシング技術を石油等の資源探査に活用するための基盤技術を活用するため、人工衛星から得られる画像データの処理解析技術等の研究を実施するための経費。

また、我が国の喫緊の課題である大陸棚延長の可能性のある海域における資源地質調査等を行うため、大水深域を対象とした資源探査技術・データの蓄積を図るための経費。平成19年度は、15.5億円で実施した。

##### (viii) 燃料電池先端科学研究委託費

我が国のエネルギー供給の安定化・効率化、地球温暖化問題（CO<sub>2</sub>）・地球環境問題（NO<sub>x</sub>、PM等）の解決、新規産業・雇用の創出、水素エネルギー社会の実現等を図るため、省エネルギー効果、環境負荷低減効果などの優れた特性を有する燃料電池の実用化、普及を目指し、ここで必要とされる次世代の技術革新に貢献する基礎基盤技術を開発するための経費。平成19年度は、9.9億円で実施した。

##### (ix) 中小企業産業技術調査等委託費

安全・安心な国民生活の実現及び我が国固有技術による国際市場獲得に向けて、計量標準、計測・分析・試験・評価方法及びそれらに係る先端的機器、並びに関連するデータベース等の戦略的・体系的な整備を促進する等知的基盤の整備に資する調査研究及び研究開発等を実



施するための経費。平成19年度は、2テーマを0.5億円で実施した。

(x) 戦略的技術開発委託費

研究開発等を実施するための経費。平成19年度は、18テーマを10.4億円で実施した。

(xi) その他 14テーマ 9.0億円で実施した。

【文部科学省】

(i) 科学技術振興調整費

科学技術の振興に必要な重要研究業務の総合推進調整のための経費。各省庁、大学、民間等既存の研究体制の枠を超えた横断的・総合的な研究開発の推進を主たる目的としている経費。平成19年度は、25テーマを11.2億円で実施した。

(ii) 科学技術振興費

「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」、「防災」の5分野において、文部科学省が設定した課題等に関する研究開発を実施するための経費。平成19年度は、13テーマを3.4億円で実施した。

(iii) 原子力試験研究費

文部科学省設置法第4条第67号に基づき、各府省所管の試験研究機関及び独立行政法人における原子力試験研究費を文部科学省に一括計上するものであり、各府省の行政ニーズに対応した試験研究等を実施するための経費。平成19年度は、33テーマを4.4億円で実施した。

(iv) その他

2テーマ 3.1億円で実施した

【環境省】

(i) 地球環境保全等試験研究費（公害防止等試験研究費・地球環境保全試験研究費）

環境省設置法第4条第3号の規定に基づき、関係府省の試験研究機関が実施する公害の防止並びに自然環境の保護及び整備に関する試験研究費を「地球環境保全等試験研究費（公害防止等試験研究費）」として環境省において一括して予算計上し、その配分を通じて国の環境保全に関する試験研究の総合調整を行うための経費。また、地球温暖化分野を対象として、各府省が中長期的視点から計画的かつ着実に研究機関で実施・推進されるべき研究で、地球環境保全等の観点から(1)現象解明・予測、(2)影響・適応策、(3)緩和策、などをテーマとする研究課題を実施するための経費。平成19年度は、26テーマを3.2億円で実施した。

(ii) 地球環境研究総合推進費

地球環境問題が人類の生存基盤に深刻かつ重大な影響を及ぼすことに鑑み、様々な分野における研究者の総力を結集して、学際的、省際的、国際的な観点から総合的に調査研究を推進し、もって地球環境の保全に資することを目的としている経費。平成19年度は、9テーマを0.6億円で実施した。

(iii) 環境技術開発等推進事業（実用化研究開発課題）

地球環境問題や大気・水環境等への負荷低減のために対応が急がれる環境技術の研究開発であり、研究開発終了後比較的短期間にある程度の実用化が見込めるものを実施するための経費。（環境省一括計上予算）平成19年度は、0.5億円で実施した。

【その他省庁】

平成19年度は、総務省、農林水産省からの受託を、12テーマ、2.1億円で実施した。

## 1) 国からの外部資金

## ①【経済産業省】

## ー産業技術総合研究所委託費ー

## ・石油生産合理化技術開発等委託費

〔研究題目〕石油流通合理化のための流量計品質管理技術に関する研究

〔研究代表者〕高本 正樹(計測標準研究部門)

〔研究担当者〕寺尾 吉哉、嶋田 隆司、土井原 良次、  
武田 一英(常勤職員4名、他1名)

## 〔研究内容〕

全国の石油コンビナート等では揮発油税等の納税額算出のための保税メータや石油取引用メータとして数万台の石油用流量計が使用され、その精度管理に多大な資源、コストを要するため、合理化が強く求められている。そこで、本プロジェクトでは、民間企業の校正設備を用いて実液検証実験を行い、産総研が所有する世界最高精度の国家流量標準設備を根拠に灯油・軽油である標準流量の校正可能液種をガソリンから重油までの広い粘度範囲に拡大すること、国家標準設備の300 m<sup>3</sup>/h までの最大流量を600 m<sup>3</sup>/h まで民間企業の試験設備で標準を拡大することを目的とする。さらに、研究開発成果に基づいて、技術基準を策定し、合理的で低コストの校正技術を標準化する。必要な国家標準の供給を開始し、長期安定性がありメンテナンスコストの低い高精度現場用石油流量計に関する基礎的な研究と開発することも目的とする。

本プロジェクトの4年目である平成19年度は、国家標準設備を使い液種拡張に適した流量計の基礎的な研究開発を引き続き実施してデータの蓄積を進めた。また、灯油、軽油の国家流量標準によって校正された標準流量計を用いて、民間設備を連鎖的に校正し、校正液種の適用粘度範囲をガソリン、重油まで拡張する実証実験を行った。同時に流量拡大のための装置を複数並列に接続して最大流量を300 m<sup>3</sup>/h 以上へ拡大する実証実験を国内設備で実施し、外国の標準設備を使って妥当性を検証した。これらの知見に基づき具体的な技術基準を業界へ提案し、JCSS 技術的要求事項適用指針として策定され、民間事業者が実際に利用できる制度の立ち上げを完了した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕石油流量、流量計、トレーサビリティ

## ・電源利用技術開発等委託費

〔研究題目〕発電用原子炉の流量計測高度化に関する研究

〔研究代表者〕高本 正樹(計測標準研究部門)

〔研究担当者〕寺尾 吉哉、古市 紀之、前田 恒志、  
松涛 徳子(常勤職員3名、他2名)

## 〔研究内容〕

開発された高レイノルズ数校正設備についての性能評価を行った。流量変動については、その標準偏差が0.4～1.5 %と非常に良好であり、特に実プラントにおける

レイノルズ数においては、0.4 %程度と大規模な脈動等のない、理想的な流れ場になっていることが分かった。

流速分布計測試験を行ったところ、低レイノルズ数ではあるが、壁面近傍はべき乗則におおむね一致した結果を得ることができ、また乱れ分布にも特異な結果は観測されなかった。

参照標準流量計である WS の特性試験では、50 t 秤量タンクへの送水試験、循環との比較試験、温水時の特性試験を行い、その性能が流量計の校正を比較法にて行うことに十分な性能を持っていることを示した。さらに、設備の詳細な不確かさ評価を行い、拡張不確かさ( $k=2$ )が0.077 %であることを示すことができた。

国際比較は、温度特性試験の比較に重点をおき、スウェーデン SP との間で、超音波流量計と電磁流量計をトランスファーとして行った。結果として、温度変化に対するブルーバー設備の校正能力は、ほぼ設備間で同様の傾向を示しており、また En 値も良好であることから、SP と NMIJ の設備については、概ね良い一致を示している結果となり、高レイノルズ数校正設備における温度特性について信頼性の確保ができた。

高レイノルズ数における直管の校正試験を行った結果、クランプオン型流量計に関しては、レイノルズ数に関する依存性が非常に強く、高レイノルズ数で特性が変化する様子が観測される流量計もあり、外挿は非常に危険であると言えることを明らかにした。また、整流器による影響も非常に大きく、実プラントを模擬した実流校正試験は必須であると考えられる。一方で、多測線型はレイノルズ数や整流器に関して、非常に安定した K ファクタの結果となった。ともに直管の場合、校正された K ファクタを用いれば±0.2 %以内の精度にて計測が可能であると考えられる。

立体配管下流における流量計測の影響として、クランプオン型の流量計に関しては、その偏差が直管から比して非常に大きい。整流器を用いたとしても MUR を想定した場合には、これを実流校正なくして用いることは明らかに難しい。また一方で、多測線タイプに関しては、上流側に整流器を用いることで、その影響を相当量消すことができる。しかしながら立体配管ごとにその傾向が異なり、その際の K ファクタの予想は非常に難しいことから、実配管レイアウトを模擬して流量計の校正の必要性を強く求められることを示した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕液体流量、超音波流量計、校正設備、原子力発電

## ー産業技術研究開発事業(中小企業支援型)委託費ー

〔研究題目〕精密計測用 GPS 衛星信号の再放射装置

〔研究代表者〕今江 理人(計測標準研究部門)

〔研究担当者〕鈴山 智也、藤井 靖久  
(常勤職員2名、他1名)

# 〔研究内容〕

GPS 衛星は、衛星測位システムの代表的なものであり測位分野以外の幅広い分野で利用が進められている。当所では、GPS 衛星を仲介として、時間周波数標準分野における精密計測の研究開発を進めている。通常、高精度の時間周波数標準の利用には、屋外に GPS 受信アンテナを設置し、受信信号をアンテナケーブルで屋内に導入して利用しているが、大型のビルや地下における GPS の利用では、新たに信号ケーブルを長距離敷設する必要があり、GPS の高精度利用の課題の一つとなっている。

本研究では、BS や地上 TV 信号を受信する TV フィーダ線などの既存のケーブルを用いて屋内に GPS 信号を導き、屋内の実験室や校正室、事業所内に再放射することによりエリア内の GPS 機器に安定かつ供給精度を劣化することなく提供する方式の確立に向けたプロトタイプ機の開発を行い、商品化のための基礎データ取得を行うことを目的として実施したものである。

GPS 信号の屋内再放射の方式としては、

- ① TV 信号フィーダ線などの既設の同軸ケーブルを用いて屋内に導入する方式
  - ② 光ファイバーケーブルなどを用いて長距離伝送して屋内に導入する方式
  - ③ 電波信号などで伝送して屋内に導入する方式
- などの方式が挙げられるが、本研究では、主に①に関して検討及びプロトタイプ装置の開発を実施し、②、③は検討や実現可能性のための基礎実験を行った。

開発したプロトタイプ装置を用いた実証実験などの結果から、方式の有効性を検証でき、実用化の可能性を高めることができた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 GPS、時間周波数標準、再放射、TV フィーダ線

〔研究題目〕 自己校正可能な微小電流計測器の開発

〔研究代表者〕 齋藤 則生（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 齋藤 則生、黒澤 忠弘、加藤 昌弘、森下 雄一郎（常勤職員4名）

〔研究内容〕

10 fA を不確かさ±0.1 %で測定できる微小電流測定器の開発に着手した。微小電流計の開発のために3つの要素技術を開発する必要があることが分かった。

- ・絶縁支持体の機械的歪みにより発生する電流の低減
- ・リレー接点に生じる摩擦電気（電荷）の低減
- ・フィードバックキャパシタ Cf の改良

3つのうち2つの要素技術の開発を行い、その結果ノイズレベルの低減を行う事ができた。さらに残った要素技術の開発を行うことで目標が達成できると考える。

微小電流源の開発のために、Co-60  $\gamma$  線から生じるイオンを集める電離箱を試作した。試作した電離箱は、従

来の電離箱よりも、安定した電流が得られることが分かった。さらに安定な電流源を得るために、水中に電離箱を置くことを計画している。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 微小電流、自己校正、放射線計測

〔研究題目〕 質量分析装置用コンポーネント

〔研究代表者〕 齋藤 直昭

（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 大村 英樹、岡田 三郎（産学官連携コーディネータ）（常勤職員3名）

〔研究内容〕

研究開発独法や大学・企業の研究部門などでは、既存装置では不可能な最先端分析や特殊用途分析を必要とする場合がある。既存装置あるいは分析装置用各種コンポーネントを利用して特殊仕様装置の開発を行っているが、特殊仕様に改造可能である高性能なコンポーネントを製造できる国内企業は少なく、様々な制限のある海外製を輸入している状況にある。そこで、独立して動作する質量分析装置を構成できるだけでなく、研究者が独自に開発する特殊仕様の装置に転用できるような分析装置の基本コンポーネントの開発を行い、中小企業との共同研究を通じた検証実験を実施し、当該装置の製品化を促進して中小企業を支援することを目標とする。

基本コンポーネントから構成される質量分析装置を試作して性能評価した。さらに、特殊仕様の装置に転用できるように、基本コンポーネントに性能付加・改良した。この過程に於いて、連携中小企業と共同研究を実施し、随時技術提供等を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 質量分析、装置開発

〔研究題目〕 ハイスループットバイオアッセイのための多色発光検出96穴プレート対応ルミノメーターの開発支援

〔研究代表者〕 扇谷 悟

（ゲノムファクトリー研究部門）

〔研究担当者〕 川崎 公誠、佐原 健彦、近江谷 克裕\*、呉 純\*（\*セルエンジニアリング研究部門）（常勤職員4名）

〔研究内容〕

研究目標：

本研究では、ハイスループットバイオアッセイを可能とするための機器として、連携企業により多色発光検出96穴プレート対応ルミノメーターの開発を支援することを研究目標とした。

研究計画：

1. 多色発光を利用したハイスループットバイオアッセイを可能とする試薬サイドの開発として、ウミホタルルシフェラーゼの多色化を行う。また、BRET



(Bioluminescent resonance energy transfer)による  
発光スペクトル波長シフト技術を確立する。

2. 1で開発した技術で測定できる機器を連携企業と協力して開発する。

研究成果：

産総研ゲノムファクトリー研究部門、産総研セルエン  
ジニアリング研究部門において研究を進め、ハイスルー  
プットバイオアッセイを市場に提供するための基本的な  
技術開発を成功裏に終えた。具体的には、まず、ウミホ  
タルルシフェラーゼの遺伝子を用いて進化分子工学的な  
手法により、発光スペクトルがシフトした変異体を作出し  
た。これらのウミホタルルシフェラーゼ変異体2種の発  
光スペクトルは十分離れているので、それらの発光を分  
別定量できる機器を連携企業と協力して開発を進めてい  
る。連携企業においては、別の生物由来のルシフェラー  
ゼ由来の多色発光を分別定量できる機器も開発した。ま  
た、BRET による発光スペクトル波長シフト技術も確立  
し、多色発光を利用したハイスループットバイオアッセ  
イ技術の開発に成功した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 発光、スペクトル、バイオアッセイ

〔研究 題 目〕 膨張液体の物性計測装置の開発と評価

〔研究代表者〕 南條 弘（コンパクト化学プロセス研究  
センター）

〔研究担当者〕 南條 弘、相澤 崇史、金久保 光央、  
石川 育夫（常勤職員4名）

〔研究 内 容〕

19年度は膨張液体の物性と計測装置の性能を明らかに  
するため、大学・試験研究所向けの、二酸化炭素で膨張  
させた液体の溶媒組成や密度などの諸物性値を計測しつ  
つ、水晶振動子の周波数・共振抵抗をモニタリングする  
装置を開発することが目標であった。装置の製作にあた  
り、装置の全体設計を産総研が、水晶振動子を固定する  
観測容器の設計と製作、可視化装置としての組み上げは  
共同研究先である耐圧硝子工業が行った。水晶振動子の  
容器内での固定法などは産総研が指導した。

本装置による水晶振動子の測定データは、想定より若  
干ノイズが大きいものの安定した数値を示した。これは  
水晶振動子の固定法を工夫することで実現できた。

本装置は RVD 値（粘度×密度）の平方根）が測定で  
きる装置で、このままでは文献値との比較がうまくでき  
ないため、19年度の装置には振動管式密度計を設置し、  
密度の同時測定により粘度を計算出来るようにした。エ  
タノールに二酸化炭素を溶解させたときの開発した装置  
で測定した密度を文献値と比較した。次に、エタノール  
に二酸化炭素を溶解させたときの共振周波数変化と共振  
抵抗変化を測定した。圧力の上昇とともに共振周波数は  
増大し、共振抵抗は小さくなっている。抵抗値は RVD  
値に比例することが知られているので、観測された抵抗

値と前述の測定密度から膨張液体の粘度を算出し、文献  
値と比較した。キャリブレーションの方法などの課題が  
残っているが、傾向は文献値と一致した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 膨張液体、CO<sub>2</sub>、高圧、物性測定、水晶  
振動子、可視化

〔研究 題 目〕 新規蛍光色素を用いた化学物質評価のた  
めの DNA チップ及びアッセイキットの  
開発

〔研究代表者〕 木山 亮一（シグナル分子研究ラボ）

〔研究担当者〕 木山 亮一（常勤職員1名、他3名）

〔研究 内 容〕

本研究では、ベンチャー企業（株式会社アイエスティー）  
の開発した高感度で安定かつ安価な新規蛍光色素を  
産総研が開発した DNA チップを用いた化学物質評価法  
に利用した、国際的な化学物質規制及び標準化に対応す  
るための新しい DNA チップアッセイキットを作成する  
ために、以下の研究開発を行う。

- 1) DNA チップアッセイシステムの標準化：DNA チッ  
プアッセイは世界的に標準化が進んでおり、その要件  
を検討する。
- 2) 微量測定キットの作成：Fluolid を用いたアッセイ  
の特長を示すことで、市場における優位性を示す。
- 3) 化学物質管理及び環境評価への利用：製品のアプリ  
ケーションを開発するとともに、化学物質管理のため  
のバイオアッセイを開発する。

本年度は、3年計画の第1年度として研究を行い、次の  
成果を得た。

- (1) 化学物質評価用 DNA チップアッセイシステムの構  
築：シグナルの変動係数（CV 値：標準偏差を平均値  
で割った値）はほぼ10～20 %程度であったことから、  
安定した DNA チップデータを得ることができると  
がわかった。
- (2) 標準化データの取得：Fluolid を用いた DNA チッ  
プアッセイの再現性・安定性についても確認すること  
ができた。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 DNA チップ（DNA マイクロアレイ）、  
蛍光色素、アッセイキット、化学物質評  
価、標準化

〔研究 題 目〕 局所プラズマガン実装 EDX 装置の開発

〔研究代表者〕 内藤 泰久

（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕 内藤 泰久、清水 哲夫  
（常勤職員2名）

〔研究 内 容〕

プラズマ技術を半導体や MEMS 技術に応用し、ドラ  
イエッチングにより Si 等の微細加工の研究・実用化がさ

れている。しかし、それら専用の装置は非常に高額で、量産パターン製作には適しているが、試作、研究開発には好適とはいえない。一方、三友製作所では、半導体不良解析用プローバ装置を開発しており、SEM (Scanning Electron Microscope) 内で実装できる局所プラズマガンの開発を進め、試作品を完成させた。このような技術背景に基づき、これまで開発してきたプラズマガンの早期実用化に向けて、本技術開発では、EDX (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) 付きの SEM と組み合わせた3次元組成分析 EDX 装置を開発する。2次元マッピング機能を持つ EDX とプラズマエッチングを組み合わせ、2次元および深さ方向の組成分析を可能とし、3次元組成分析 EDX 装置を開発する。また、研究開発用の小型装置の開発のため簡易型の EDX 付き SEM 装置を利用し、小型で低価格の装置の実現を目指す研究計画である。

実際に SEM とプラズマガンを組み合わせ、プラズマ照射が SEM/EDX 観察に与える影響を調べた。その結果 SEM とプラズマ、EDX とプラズマの組み合わせ実験に関して、それぞれ問題なく SEM・EDX として機能を発揮しており、それぞれの組み合わせの装置が有効である事がわかった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】電子顕微鏡、プラズマ、局所加工、EDX

【研究題目】透過型電子顕微鏡非破壊クリーニングシステムの開発

【研究代表者】堀内 伸 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】堀内 伸、中尾幸道、中川 歩  
(常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

透過型電子顕微鏡において、装置性能向上による原理的分析能力向上が図られているにも拘らず、現在のニーズに十分対応できる成果が得られない事例が非常に多い。これらの多くの問題は、電子顕微鏡装置そのものに起因するのではなく、観察しようとする試料、および、観察領域 (数十 nm) において、試料にコンタミネーション (汚れ、非観察対象物) が不可逆的に試料に付着する事により、観察能力 (実効分解能)、化学分析能力 (最小検出限界) が実効的に大きく低下することに起因する。コンタミネーションは真空中に浮遊するハイドロカーボンに由来する分子に電子線が照射、励起され、試料表面に蒸着されることが要因と考えられている。コンタミネーションを押さえるためには、電子顕微鏡をクリーニングする必要があるが、有効なクリーニング方法はこれまで開発されていなかった。本研究では、装置内部に付着するコンタミネーションを装置本体を分解することなく、高真空を保持した状態で内部をクリーニングする装置を開発し、ユーザーが適宜、顕微鏡本体に装着し、使用可

能なシステムを開発することを目的とする。本装置が開発されれば、電子顕微鏡観察中のコンタミネーションの低減化を常時行うことが容易になり、電子顕微鏡装置の低コストでの性能維持、実効的観察限界、分析限界の向上が可能となり、ナノテクノロジー分野の進展に大きく貢献することが期待できる。

酸素ラジカル発生装置を電子顕微鏡に取り付け、プラズマを安定に発生させ、クリーニングに十分な酸素ラジカル量を鏡体内にフローさせるプロセスを見出し、透過型電子顕微鏡装置のクリーニングに有効なシステムの運転方法を確立した。装置内部のクリーニングにより、電子線照射により炭素薄膜に形成するコンタミネーションは、劇的に軽減した。本結果は、透過型電子顕微鏡のクリーニングに初めて成功したものである。

危惧された電子顕微鏡本体へのダメージは全く起こらず、クリーニング後に正常に装置が作動していることを確認した。コンタミネーションの定量的な評価を EELS により検討し、さらに、質量分析計による真空中に存在する分子の特定などを計画している。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】透過型電子顕微鏡、コンタミネーション、プラズマ

【研究題目】簡易型動脈硬化度評価システムの開発

【研究代表者】小峰 秀彦 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】横井 孝志、浅井 義之、片山 理恵、遠藤 恵、中村 真理子  
(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

動脈硬化を早期発見して治療、改善することは重要な課題である。しかしながら、動脈硬化度を評価するには、高額な測定装置と専門的な技術を必要とするのが現状である。そこで、本研究は血圧計の測定原理を応用して、誰でも簡単に動脈硬化度を計測できる装置の開発を目指した。

オシロメトリック式血圧計で血圧を測定する際、上腕に巻いたカフを加圧・減圧する。この時、カフに伝わる動脈脈波を調べたところ、動脈脈波の形状が動脈硬化度によって異なることが明らかとなった。この動脈脈波の形状の違いを評価する方法を開発し、新たな動脈硬化度指標とした。この指標をもとに、平成19年度は次の2点に焦点を絞って研究を行った。すなわち、①開発した動脈硬化度指標が病態下で使用できるか動物実験によって検証すること、②開発した動脈硬化度指標が血管壁のどのような特性を反映しているかコンピュータシミュレーションを用いて検証する。

動物実験で用いるためにカフを小型化するとともに、小型カフの空気圧を制御できるようバルブの変更等を行って動物実験用システムを作成した。データ収集のための実験システムは完成したが、病態下動物で検証するに

はいたらなかった。コンピュータシミュレーションを用いて開発した動脈硬化度評価アルゴリズムを検証したところ、開発した指標は血管の弾性変化に応じて変化した。したがって、開発した指標は血管の弾性要素を反映していることが明らかとなった。

平成20年度は、引き続き動物実験を用いた病態下での検証を行うとともに、循環器系疾患を持つ被験者を対象に臨床実験を実施する。なお、平成19年度は、研究用途で使用可能な装置として製品化した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 動脈硬化、血圧計

# 【研究 題目】 生体材料構造評価装置の開発

【研究代表者】 三澤 雅樹（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 林 和彦、志村 洋文、福井 郁生  
（常勤職員3名、他1名）

## 【研究 内容】

少子高齢化が急速に進むなか、高齢者の QOL 向上とライフサイエンス産業競争力向上の観点から、再生医療への期待が高まっている。本研究では、高コントラスト X 線イメージングが可能なマイクロフォーカス軟 X 線検査装置を開発し、再生骨・軟骨、組織等の構造評価装置として活用することを目的とする。

平成19年度は、主要機器である高感度 X 線 CCD 検出器とマイクロフォーカス軟 X 線源の要素技術開発および性能評価として、X 線源のフィルターによる準単色化、高フラックス化、マイクロフォーカス化、検出器システム高機能化等を行なった。

具体的には、CCD 検出器の検出効率を考慮し、X 線エネルギーを銅の特性 X 線となる8 keV 以下に設定して、銅およびクロムターゲットのマイクロフォーカス軟 X 線源を開発し、金属フィルターによる準単色化を行なった。軟 X 線透過画像の画質を統計的に評価し、X 線スペクトル計測結果との関連を調べた。検出器に対しては、軟 X 線の高精度検出のために、CCD 冷却、真空排気、検出面位置調整、転送エリア露光防止等の改良を加えた。この結果、空間および濃度分解能の目標値（空間分解能 10 μm 以下、濃度分解能5 %以下を識別）が達成されていることを確認した。また、放射光施設の8-14 keV 単色光源を用いた実験結果から、単色 X 線入射に対する検出器の特性を明らかにした。

軟 X 線源のマイクロフォーカス化、検出器の量子計数機能の高精度化をさらに推進する必要があるが、ほぼ当初の計画どおりに進捗した。準単色化に伴う入射フォトン数の減少により撮影時間が長くなるため、今後、撮影手法の効率化を図り、製品化に向けた開発を進める予定である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 X 線、非破壊検査、生体材料、再生医療

# 【研究 題目】 バイオマーカー測定による生活習慣病早期診断装置の商品化研究

【研究代表者】 吉田 康一（ヒューマンストレスシグナル研究センター）

【研究担当者】 二木 鋭雄、吉田 康一、斎藤 芳郎、七里 元督、地頭所 眞美子  
（常勤職員5名）

## 【研究 内容】

本研究課題では独自の脂質酸化生成物のバイオマーカーであるヒドロキシリノール酸（HODE）、ヒドロキシコレステロール（OHCh）を用いて、生活習慣病の早期診断測定システムを構築することを目的とした。特に抗体作製、蛍光化試薬を用いた高感度 ELISA システム構築に注力した。

検証試験として以下の知見が得られた。

① C 型ウイルス性疾患における瀉血の効果とバイオマーカーとの相関

肝硬変、慢性肝炎患者において半年間の瀉血における tHODE、HODE 幾何異性体比、OHCh への影響に関して検証試験を進めた。瀉血に応じて従来の GPT、GOT などのバイオマーカーの低下と新規バイオマーカー t HODE との有意な相関が得られた。

② 抗体作製

HODE、OHCh の抗体作製を行った。HODE に関してはほぼ期待する選択性を有する抗体が作製できた。OHCh に関してはアブタマー法にて作製を試みている。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 酸化ストレス、バイオマーカー

# 【研究 題目】 極低温温度校正装置の実証研究

【研究代表者】 田村 収（計測標準研究部門）

【研究担当者】 田村 収、中野 享、櫻井 弘久、木村 秀雄（山里産業株式会社）、上山 和英（山里産業株式会社）、佐多 誠（山里産業株式会社）  
（常勤職員2名、他4名）

## 【研究 内容】

近年、食品、医薬品、材料、燃料等の生産現場の品質管理上の必要性から室温以下、-100 ℃程度までの温度計の校正ニーズが増大している。しかし、従来の市販の温度計校正装置では校正可能な下限温度が-80 ℃程度であるため、低温度でのニーズに十分対応できない。さらに、既存の装置は、広い温度範囲での校正を行うには時間と手間がかかるため、作業の効率化が可能な装置の開発が望まれていた。そこで、本実証研究では、商用電源のみで動作し、-100 ℃から40 ℃までの温度範囲で任意の温度を発生して効率的に温度計の校正を行う装置を開発・商品化することを目標とする。

平成19年度の計画としては、研究連携先である山里産業株式会社において、設計・開発段階のプロトタイプの



極低温温度校正装置を製作する。そして、産総研において、国家標準にトレーサブルな温度計を用いて、本プロトタイプの発生可能温度範囲の検証を行うとともに、本プロトタイプを用いた温度計校正の性能評価を行い、製品化に向けた改善点を明らかにする。

本実証実験の結果、プロトタイプの極低温校正装置は-100℃から40℃までの温度範囲を実現することを確認した。しかし、室温から-100℃に温度の設定を変化した際に、装置温度の安定化には約6時間程度かかることが分かり、装置の性能向上には冷却スピードの迅速化が必要であることが分かった。また、温度計の校正能力の限界は、外部からの熱流入による縦方向の温度分布により決められており、-100℃においてその分布は6cmで0.5℃程度になることを確認した。現在、これらの結果をもとに、製品化に向けた装置の改良を開始している。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 校正、温度計、低温

【研究 題目】 MEMS 技術を応用した微細ピッチ高周波プローブを用いた誘電特性計測装置

【研究代表者】 青柳 昌宏

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 青柳 昌宏、仲川 博、菊地 克弥、鈴木 基史、山地 泰弘、横島 時彦、岡田 義邦、他(常勤職員4名、他5名)

【研究 内容】

本研究では、集積回路や配線基板上に形成された薄膜状態の絶縁層を含む、微細ピッチの測定端子(パッド)を設けたキャパシタの複素インピーダンスを厳密に測定することで、薄膜絶縁層の誘電特性を30ギガヘルツまでの広帯域な周波数範囲で計測評価する装置を開発する。具体的には、寸法が数十ミクロン角程度の微小キャパシタを用いて高周波誘電特性を評価できるシステムを開発する。本システムの原型は、産総研が開発した高周波誘電特性精密測定評価法に基づいている。

誘電特性計測装置に必要な微細高周波プローブ技術については、連携企業とこれまで進めてきており、設計・製造・組み立て技術に関する特許、ノウハウなどがすでに蓄積されている。この技術蓄積を基にして、下記のような技術開発を行う。1) MEMS 技術を用いた高性能20ミクロンピッチ30 GHz GSG(グランド—信号—グランド)型コンタクト部品の開発、2) 20ミクロンピッチ30 GHz 微細ピッチ高周波プローブの作製・組み立て技術の開発、3) 産総研が開発した静電容量法による高周波誘電特性精密測定評価法に基づいた実用システム化に向けた統合計測プログラムの開発。

平成19年度においては、従来のプリント基板技術に基づくコンタクト先端部品の作製プロセスに代えて、MEMS 技術を応用した新しい高精度なコンタクト先端部品を設計、試作することで高周波領域の特性改善を行

った。設計に三次元電磁界解析を用いることで、40 GHz までの高周波損失を低減し、精密に特性インピーダンス整合可能なプローブ先端部品を実現した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 MEMS、高周波、微細ピッチ、プローブ、誘電特性、コンタクト

【研究 題目】 クレイモデル加工・計測システムの評価技術及び非接触形状計測センサの開発

【研究代表者】 大澤 尊光(計測標準研究部門)

【研究担当者】 佐藤 理(常勤職員2名)

【研究 内容】

本研究開発では、連携企業の販売するレイアウトマシンの高精度化及び測定システムの高度化を目指し、以下の2つのテーマについて研究開発を実施する。

1. 片持式 CMM の幾何学的な誤差算出システム開発

産業技術総合研究所の所有する座標測定機校正技術(ゲージを用いた校正技術、レーザトラッカによる座標測定技術)を用いてクレイモデル専用座標測定機の21個の幾何学誤差を算出し、補正テーブルを作成する。

2. クレイモデル測定用軽量非接触センサ開発

クレイモデル表面の座標値を得るための軽量かつ高精度な非接触センサを開発する。

上記開発を行い、レイアウトマシンの空間補正及び非接触センサにより多点による測定データ取得を実施し、従来からの加工機よりも高性能、高精度かつ、操作性の向上を実現する。

本年度は、低膨張材料で製作された2次元ゲージを用いて短時間及び長時間の繰り返し性の検証と装置の持つ21個の幾何学誤差を算出及びレーザトラッカを用いた幾何学誤差算出を実施した。また、非接触センサを使用した測定の際に生じる問題点の洗い出し、非接触センサより送られてくるデータをクレイ加工機制御装置を介して集録ソフト PC に送るテストを実施した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 クレイモデル、加工機、座標測定機、幾何学誤差補正、レーザトラッカ

【研究 題目】 UV(紫外)光源顕微鏡画像計測装置の実証研究

【研究代表者】 土井 琢磨(計測標準研究部門)

【研究担当者】 三隅 伊知子、菅原 健太郎(常勤職員3名)

【研究 内容】

近年、半導体素子を中心とする電子・光デバイスの微細化は、数十ナノメートルのオーダーに達している。特に、光計測はスループットが早い利点より、多くの場面で用いられる。しかしながら、デバイスの微細化に伴って横分解能が追いつかなくなっており、UV(紫外線領域)の顕微鏡が開発されている。株式会社アクティブは、測

定波長365 nm の測定器を開発した。しかしながら、その測定値の信頼性、及び測定可能な細線パターンを実証することが不可欠となっている。そこで、当部門との共同研究を行うことにより測定値の信頼性の実証を行う。具体的には、UV 顕微鏡による測定結果を長さの標準にトレサブルとすることで、測定値の信頼性を実証する。また、同一試料や線幅パターンを、本装置と SEM（走査型電子顕微鏡）、AFM（原子間力顕微鏡）との間で比較測定することによって、測定値の信頼性や各装置間での違いを明らかにし、UV 顕微鏡の測定値を実証する。

本年度は、UV 顕微鏡に一軸走査ステージとレーザ干渉計を搭載し、長さの標準にトレサブルな UV 顕微鏡を構築した。また、主に比較測定に使う SEM に、試料の清浄化装置と防振装置を取り付け、SEM の低ノイズ化を図った。さらに、測定試料としてマスクパターンを中心に UV 顕微鏡の不確かさ要因について調べると共に、SEM との同一試料の比較測定を行った。

【分 野 名】計測・標準

【キーワード】紫外線顕微鏡、パターン幅、長さの標準にトレサブル、SEM

【研究 題 目】PM0.1分級計測装置

【研究代表者】榎原 研正（計測標準研究部門）

【研究担当者】櫻井 博（計測標準研究部門）、  
平澤 誠一、辻 正明（先進製造プロセス研究部門）、大谷 吉生、瀬戸 章文  
（金沢大学）（常勤職員3名、他3名）

【研究 内 容】

粒径が100 nm 以下の粒子状物質である PM0.1は、PM10、PM2.5等と比較して大気中の質量濃度は低いが個数濃度が高いため、健康や環境影響に重大な懸念を持たれている。PM0.1の影響評価のためには、その化学成分の粒子サイズ依存性の解析が重要であるが、PM0.1を他の大きい粒子と分離して効率よく捕集・計測する技術は未発達である。本研究では、慣性フィルタの原理を利用した PM0.1を高速かつ高精度に分級捕集する技術を開発し、その性能評価を行うことを目標としている。

フィルタメディアの設計として、PM0.1の分級に最適なフィルタ繊維径、充填率などを数値シミュレーションにより求め、基礎実験との比較により良好な一致を得た。次に、金属及びナイロン繊維などの高強度材料をフィルタ状に加工する技術を開発し、機織りの技術を利用して繊維径20ミクロンのナイロン繊維をメッシュ状に加工したフィルタメディアの製作に成功した。またその他入手可能な種々のフィルタの性能を評価し、装置の圧力損失を20 kPa 以下に維持したまま、PM0.1の高精度分級に最適な操作条件を求めた。その際、走査型電気移動度アナライザを用いた分級性能評価システムを構築し、フィルタの前後の粒子濃度変化（捕集効率曲線）を、ほぼリアルタイムで実測・評価することに成功した。さらに、

長期粒子サンプル時の圧力損失変化ならびに捕集効率の変化より、より高性能なフィルタメディアの設計指針が得られた。

【分 野 名】標準・計測、ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】PM0.1、エアロゾル、粒子、慣性フィルタ、粒径分級、粒径分布

【研究 題 目】マイクロ波利用流通反応評価装置の開発

【研究代表者】西岡 将輝（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】西岡 将輝、濱川 聡、佐藤 剛一、  
井上 朋也、葛西 真琴  
（常勤職員4名、他1名）

【研究 内 容】

本研究では、これまで市販されているマイクロ波化学反応装置では実施が困難である、気相反応や触媒充填反応に適用可能なマイクロ波利用流通反応評価装置の製品化研究を行う。開発する製品は、研究者等が、新規化学物質合成の探索や触媒のスクリーニングなどの研究ツールとしての使用を想定している。そのためには、(1)操作が簡便であること、(2)データの再現性が優れていること、(3)温度の自動制御ができること、(4)最適なマイクロ波が照射されるよう制御されていること、(5)マイクロ波の照射状況がモニターできることが必要と考えられ、これらの要件を満たす装置を開発する。

平成19年度の研究内容として反応器設計を行った。マイクロ波照射空間（キャビティ）に  $TM_{020}$ キャビティを採用することで、最大直径26mm までの反応管に対応できること、直径17mm 以上では電磁波漏洩の対策が必要であることがわかった。

上記の設計をもとにプロトタイプを作成を行い、提案したコンセプトが実証することができた。特に、温度再現性については $\pm 1$ ℃の制御が可能であり、設定温度に対するオーバーシュートも少ないことが判明した。また、最大600℃までの温度制御が可能であり、当初予定の400℃を上回るスペックを得ることができた。

モデル反応として、当初予定していた VOC 分解（反応温度200℃付近）以外にも、エタノールからの水素製造反応（反応温度 600℃）についても実施することができた。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロ波、マイクロ波化学、シングルモード、流通反応、気相反応、触媒充填層反応

【研究 題 目】高温大気中下での高精度熱電特性計測

【研究代表者】申 ウソク  
（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】申 ウソク、松原 一郎、伊豆 典哉、

伊藤 敏雄、西堀 麻衣子  
(常勤職員5名)

【研究内容】

本研究開発では、高温大気中のような過酷環境下での熱電計測技術分野での薄膜試料計測を含む新しいニーズに対して、既存の高温環境用熱電特性評価装置を薄膜試料にも用いることが出来るように改良する関連計測技術開発を行い、その測定データが薄膜試料等に対しても高信頼性であることを定量的に実証するとともに、既存の現行装置と同等価額の低コスト化を実現するための計測技術を開発する。平成19年度は、薄膜試料計測用の測定部を改造する薄膜評価用治具試作を進め、同時に、評価用の薄膜型熱変換材料の物性評価を行った。

具体的には、計測対象となる薄膜熱電試料を成膜し、その薄膜を加工した上で電気伝導特性を評価し、今後のゼーベック係数測定との相関を検討する基礎データを取得した。特に、高温計測の問題となる電極の検討を行い、高信頼性計測のための指針が得られた。また、物性測定装置にアドオンできるゼーベック係数計測のオプションを導入・立上げし、ゼーベック係数の多角的な計測を試みた。さらに、高温環境に特化した既存装置による薄膜試料計測用の新規電極ユニットを設計し試作し、性能確認を進めている。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 高温物性、ゼーベック係数

【研究題目】 粒間・表面間相互作用の検査・計測機器の開発

【研究代表者】 高尾 泰正

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 都築 明博、長江 肇

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

粉体層の剪断力を構成する粒子間と粒子表面間の相互作用の精密評価を達成し、化粧品やトナーなどの評価・品質管理手法として標準化をめざす。

平成19年度計画では、センサの同期制御と、化粧品の使用感を定量化することを出口とした材料設計を軸に、検査計測機器システムとしての完成度を高めるプランを提案した。

センサ信号の検出精度や、低・高圧測定や体積・重量基準での圧縮度の制御性を高め、垂直押込み荷重と横摺り剪断のセンサ同期機構の精密化を達成した。その結果、従来法では不可能な、粉体層の成形域から塑性変形域までの状態変化の評価を達成した。また、化粧品用・原料粉体のような板状粒子、およびその周囲に紫外線遮蔽能を付与する微粒子(チタニアなど)が付着した複合粒子など、化粧品用粒子間の使用感を細分化できるようになった。板状粒子間の使用感の細分化の副次的な成果として、材料設計(紫外線遮蔽能と高いすべり特性を両立さ

せた複合粉体(機能性化粧品)の開発)にも発展している。本プロジェクト以前の共同研究で開発してきた装置工学的な要素技術も組みあわせ、評価装置として製品化した。この装置について、産総研ベンチャー(株式会社ナノシーズ)と不実施保証契約した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 セラミックス粉体、剪断力評価装置、化粧品、使用感、紫外線遮蔽

【研究題目】 構造物診断用 RFID タグシステムの研究開発

【研究代表者】 橋田 浩一(情報技術研究部門)

【研究担当者】 橋田 浩一、伊藤日出男、林 新  
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

目標:

平成19年度産業技術研究開発事業 中小企業支援型研究開発制度の下に、(有)ライテックス社で開発を進めている歪み/応力非接触センサモジュールを実用レベルまで性能等を向上していくことを目的とする。センサモジュールについては、その発電性能、データ通信性能、あるいはセンサ特性の最適化、実用的実装や耐久性等についての確認がまだできていない。本研究開発はこれらの課題を同社および東京大学と共に研究を進め、克服しようとするものである。

研究計画:

3年間の研究期間で、初年度はセンサモジュールの最適化と実装手法の確立を、次年度は実環境下における性能評価を、そして最終年度は耐久性実証評価を行うことを計画している。

年度進捗状況:

開発されたセンサモジュールは、基本性能の確認は為されたものの、各種の構造物に実装しての評価や、構成要素の発電性能、データ通信性能、あるいはセンサ特性の評価や最適化が行われているわけではない。このため、特性評価や最適化に対する知見を蓄積する必要がある。平成19年度は共同研究者の開発したセンサモジュールを擬似的な実環境に実装し、発電性能、通信性能、検知感度等の性能評価を行うと共に、歪ゲージなどのセンサ、電子回路、アンテナ等の構成と特性の最適化の指針を得た。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 RFID、センサネットワーク、スマートストラクチャ

【研究題目】 超高感度角度センサーの開発

【研究代表者】 藤本 弘之(計測標準研究部門)

【研究担当者】 渡部 司(常勤職員2名)

【研究内容】

国家標準にトレーサブルな角度測定器検査方法を用い、



応答性5 kHz 以上、分解能0.01°以下で、直線性、繰り返し精度、ダイナミックレンジ、温度特性などの評価された角度センサを製作すること、このセンサの目的とするアプリケーションへの適用可能性を検証することが目標である。

平成19年度の計画では、既存のオートコリメータ校正装置によるプロトタイプの不確かさの評価校正を行うとともに、高速応答性を試験するための光学的角度変調器の製作評価を行う。さらに、目標精度での角度校正を可能にするためにオートコリメータ校正装置の性能向上を行う。プロトタイプのプレ評価に基づき、相手企業の装置の改良に向けた知見を提供する。

この計画に対し、産総研では、既存のオートコリメータ校正装置によるプロトタイプの不確かさの評価校正を行いその結果を報告した。相手企業では、プロトタイプのプレ評価に基づき本センサーの改良、パラメータへの反映を行った。産総研では、高速応答性を試験するための光学的角度変調器の製作評価を行い予定の性能が有ることを確認した。さらに、最終目標精度での角度校正を可能にするためにオートコリメータ校正装置の性能向上のための改良を行い予定の性能が有ることを確認した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 角度センサ、オートコリメータ、角度校正装置

【研究 題 目】 示差方式レーザフラッシュ法による熱拡散率・比熱容量・熱伝導率測定装置の開発

【研究代表者】 馬場 哲也（計測標準研究部門）

【研究担当者】 阿子島 めぐみ（常勤職員2名）

【研究 内 容】

レーザフラッシュ法による熱拡散率計測技術は信頼性が高く、固体材料を室温から1000℃以上の高温まで簡単に測定できるため、実用測定法として普及している。レーザフラッシュ装置は、近年開発が加速している多様な新規材料をタイムリーに測定するために、個々の材料の特性や使用環境に対応した柔軟な仕様が求められるようになっている。このユーザニーズに対応し、必要かつ十分な機能を備えたコストパフォーマンスの良い装置を提供することが、国産の市販装置の調達促進につながると期待される。本研究では、緻密な固体材料の小さい試料の熱拡散率・比熱容量・熱伝導率を同時に求めることができる「示差方式レーザフラッシュ法」において、測定温度範囲をニーズの高い室温から300℃に設定し、接触伝熱方式により試料温度を制御し熱拡散率を算出する技術を新規に開発するとともに、コストパフォーマンスに優れたパルス加熱技術と赤外検出器を導入することにより操作性を飛躍的に向上させた装置を開発することが目的であり、目標である。研究計画は、1年目に要素技術の検討・開発を中心に設計・試作・評価を行い、2年

目には1年目に開発された技術要素をシステム化して試作機を作製するとともに製品プロトタイプ機の設計を進める予定となっている。1年目である今年度は、重要な要素技術である、接触伝熱方式により試料温度を制御する「①試料ホルダの設計・試作・評価」、「②赤外検出器の検討・試作・評価」、「③データ解析用ソフトウェアの開発」を実施した。試作・開発した各技術要素について、評価を進めているが、良好な結果を得ている。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 計測技術、材料評価、分析装置

【研究 題 目】 精密高湿度発生装置の開発

【研究代表者】 北野 寛（計測標準研究部門）

【研究担当者】 丹羽 民夫、越智 信昭、阿部 恒  
（常勤職員3名、他1名）

【研究 内 容】

精密高湿度発生装置は燃料電池開発等で必要とされる気体中の高濃度の水分量を精密に制御するために使用するものである。湿度発生原理は温度制御した水に気体を通気することにより水蒸気を添加するもので、湿度制御の方法としては最も簡単なものである。従来法は気体経路の温度制御が難しく、発生湿度が不安定であった。共同研究の相手先企業マイクロ・イクイップメント社はこの問題に対し還流式飽和槽をつくることで安定な湿度発生を可能としているが、本製品の発生露点は正しく評価されていなかった。本研究では発生する露点を産総研の湿度標準と比較することで評価し、露点発生の精度を向上させることを目的としている。

本研究ではこの発生露点を決定する上で重要な水槽温度の空間的・時間的変動と温度に影響する圧力と流量因子の関係を評価し、温度から正しく発生露点を決定する方法を開発する。平成19年度は精密高湿度発生装置の発生露点-10℃から95℃について、大気圧下で発生露点の決定方法を開発する。平成20年度は精密高湿度発生装置の発生露点95℃から150℃について、600 kPaまでの圧力下で発生露点の決定方法を開発する。

本年度は共同研究先と打ち合わせて、実証機の詳細設計と製作、評価項目の検討、産総研側での評価実験に必要な機材の整備、評価実験の実施、実験に基づく実証機の改造と評価実験等を進めた。これまでのところ、精密高湿度発生装置について、特定の条件下では従来の評価値より1桁以上安定な露点を発生できることが明らかとなった。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 湿度、高湿度、標準、燃料電池

【研究 題 目】 ISO 校正法準拠トレーサブルレーザドップラ振動計の1次校正に関する技術開発

【研究代表者】 白田 孝（計測標準研究部門）

【研究担当者】 白田 孝、大田 明博（常勤職員2名）

## 〔研究内容〕

ISO TC108（機械と振動技術分科会）で審議中のレーザドップラ振動計の校正規格案は、提案国ドイツの実情を反映し、日本の製造事業者で多く用いられている評価方法は直接援用できない。このため、日本の製造事業者で用いられている校正法を援用し、ISO 案に適用可能なレーザドップラ校正法を開発し、国際市場において日本製のレーザドップラ振動計が排除されぬよう対策をとることが重要である。本研究ではそのために、ISO 校正法に準拠し、かつ国内製造事業者で採用されている方法に即した校正装置を開発し、その装置を用いて国内レーザドップラ振動計製造事業者において開発した ISO 準拠のレーザドップラ振動計を校正することにより、性能実証を行った。具体的な成果は以下のとおりである。国内製造事業者で用いられている電気的な等価擬似信号による校正法をもとに、ISO 案に適用するような校正法を新たに開発した。

参照標準となる標準器を開発し、校正技術の妥当性を確認した。

ISO 校正法準拠トレーサブルレーザドップラ振動計の1次校正及び復調器校正を実施した。その結果、1次校正結果と復調器校正結果がほぼ同じ傾向を示すことが確認された。

標準デジタル復調器を、ISO 校正法準拠トレーサブルレーザドップラ振動計のレーザヘッドに直接接続することにより、レーザ振動計の参照標準器（仲介標準器）として使用できることを確認した。したがって、本研究で開発した復調器校正技術は ISO 案を補完する有効な校正技術であるとともに、国内製造事業者が開発した ISO 校正法準拠トレーサブルレーザドップラ振動計の有効性も確認された。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕振動加速度、振動試験、レーザドップラ振動計、復調器、レーザ干渉計、ISO16063-41

〔研究題目〕IT 強震計用センサー装置の標準試験方式の研究開発

〔研究代表者〕村上 裕（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕村上 裕、古宇田 亮一、臼田 孝（常勤職員3名）

## 〔研究内容〕

IT 強震計は、利用者自らが設置してインターネットに接続して利用できる廉価なネットワーク型強震計である。IT 強震計を建物の要所要所に設置することで、震度1程度の弱い地震動のときに建物がどのように揺れるかを調べることが可能になる。これを多くの建物に設置すれば、それぞれの揺れの特徴や不具合などが調査でき、それをもとに効果的な耐震対策が可能になる。一般家庭までの普及を目指すものであるため、1社の単独製品で

はなくて多数のメーカーの共通仕様の製品化を目指して標準化を行うことが必要であり、廉価であっても個々の製品の性能がメーカーに依存せずに揃っていることが必要である。これを実現するために、IT 強震計のセンサーの試験方式を標準化しておくことが必要である。

本研究において、振動台を製作し、試験方式の検討を行った。製作した2軸標準試験システムは、2軸の水平振動台と、2台の1軸加振装置、それらを精密にフィードバック制御して加振制御を行うための装置からなる。振動台には、検定対象の IT 強震計センサーとともに、標準地震計を設置して、比較校正する方式とした。標準地震計としては、日本航空電子製の JA-5D を採用した。JA-5は、気象庁の委託検定においても校正用センサとして用いられ、産総研において校正したセンサである。

これらのセンサーを振動台にとりつけるために、上面に10 cm×10 cm の表面積を持つ立方体状の治具を製作し、上面裏側と、2側面に3成分の標準地震計を設置することとした。

気象庁が震度計の委託検定のために整備した校正用振動台を訪問し、地震計の検定作業を見学し、装置および検定方式について詳細に知ることができ、標準試験方式の研究開発の参考として大いに役立った。

東大への再委託研究において、IT 強震計センサーの検定に使うためのセンサー調査と、その収録装置を IT 強震計をベースに構成する場合のデータ収集・解析部分の開発を実施した。リアルタイムデータ収集に関して、WIN フォーマットの標準仕様の UDP パケットにしてデータ送信するソフトウェアを開発した。また、WIN システムのサーバと通信して必要な波形データを取得してフーリエ解析表示するソフトウェアを開発した。これらの成果のもとに、標準検定方式を策定した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕IT 強震計、標準試験方式、振動台

〔研究題目〕海水中炭酸系物質測定装置の実証評価

〔研究代表者〕鶴島 修夫（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕鶴島 修夫（常勤職員1名）

## 〔研究内容〕

産業技術研究開発事業（中小企業支援型）の研究課題として、紀本電子工業（株）製「アルカリ度滴定装置 MODEL : ATT-05」について、現在の海洋研究で求められる精度・正確さが実現できるか、実証検査を行う。また、高精度化に関する検討を行い、産総研における標準物質検定への適用を目指す。さらに汎用性の拡大のため、陸水・汽水への応用を検討する。実証評価として、オープンセル方式により海水中アルカリ度測定を行っている複数の研究機関（国内3、海外1）との相互検定を行った。各機関には未知試料を5本ずつ配布、1本につき2-3回の測定を行い、繰り返し性と平均値比較による研究機関間の差について議論した。ATT-05による測定は産

総研にて行った。熟練した研究者ではなく、アルカリ度の測定に初めて携わる職員が、2-3日のトレーニングの後測定を行った。その結果、4機関5系列の測定は全て目標である0.1 %の範囲に入っていた。また、それぞれの繰り返し性も0.1 %以下であった。これにより、ATT-05は海水中のアルカリ度について、設定目標である精度・正確さ0.1 %以下を達成していることが確認できた。一方、淡水及び汽水試料のアルカリ度測定に関して検討した結果、1000  $\mu\text{mol/kg}$  程度のアルカリ度であれば、0.1 %程度の測定精度での定量が可能であった。測定精度は、アルカリ度の低下と共に低下する傾向があり、200  $\mu\text{mol/kg}$  程度のアルカリ度では1-2 %、500-1000  $\mu\text{mol/kg}$  のアルカリ度の範囲では、0.1-0.2 %の分析精度であった。低濃度領域での精度の向上に関しては、塩酸濃度の最適化を図ることによる解決が十分に期待できる。引き続き汽水・陸水の測定精度向上、測定手順のマニュアル化などを検討していく。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】海水、アルカリ度、二酸化炭素、標準化

【研究 題 目】マイクロ ELISA システム計測装置を用いた生体試料の解析

【研究代表者】仲山 賢一

(健康工学研究センター)

【研究担当者】仲山 賢一、安部 博子、奥田 徹哉、  
大家 利彦、田中 正人

(常勤職員5名、他2名)

【研究 内 容】

マイクロ化学技研株式会社で開発されたマイクロ ELISA システムは、オンチップ熱レンズ検出器搭載のマイクロ化学ガラスチップを用いた微量流体制御技術による全自動 ELISA 装置であり、マイクロ化学チップを用いることにより、抗原抗体反応を利用した免疫計測に関して、微量検体、高感度、迅速測定が可能な装置である。本装置の評価をするために、免疫系の調節を行う微量で変動の激しいサイトカインの測定を、既存の ELISA キットと比較することで行った。細胞上清や実験動物の血清などの様々な条件サンプルを調整し、評価を行ったところ、感度は、既存の高感度検出可能な ELISA システムとほぼ同等な感度で検出できることが証明された。今後は、部品の耐久性や同時測定可能な検体数を増やすなどの改良を行うことで、新規な高感度検出装置として製品化可能であると思われる。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】ELISA、熱レンズ検出器、サイトカイン

【研究 題 目】バイオ検査・測定用パルスインジェクターを用いた POCT 技術開発

【研究代表者】大家 利彦 (健康工学研究センター)

【研究担当者】大家 利彦、田中 正人、片岡 正俊、

八代 聖基、仲山 賢一、安部 博子  
(常勤職員6名、他4名)

【研究 内 容】

疾病関連マーカー物質と抗体との反応性測定及び POCT 診断チップ開発において、バイオ検査・測定用パルスインジェクターを使用し、各種リガンドの吐出性能と、分析機器としての装置性能を評価した。

具体的には、微細流路内への抗体吐出と固定化実験、基板上に抗体を吐出・固定化して抗原検出を行った際の定量性評価、各種基板表面に抗体を吐出しての付着性評価、バイオ検査用パルスインジェクターによる抗体固定化を前提とした複数抗原同時検出チップの開発を実施した。

本研究で評価対象となったバイオ検査・測定用パルスインジェクターは、使用可能な溶媒、操作・メンテナンス性に若干の課題を有するものの、極微量の抗体を正確に操作する上での有効性が示された。また、抗原検出感度の向上、単一流路での複数抗原同時検出の実現といった研究成果が同時に得られた。

【分 野 名】ライフサイエンス、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】バイオナノ、バイオチップ、抗体、抗原、インクジェット、タンパク質、DNA、微細加工、健康

【研究 題 目】可搬型 X 線透視装置による土壌試料の粒度分布計測と元素分析

【研究代表者】丸茂 克美 (地質情報研究部門)

【研究担当者】丸茂 克美 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

X 線を使って我々が可視光線で見ることができない土壌試料内部を透視することができれば、土壌試料の有する様々な情報を得ることができる。例えば土壌汚染状況調査の際に、採取された土壌が盛土であるのかを判定する場合、ガラス片や釘などの人工物の有無や、土壌の堆積構造などの情報を調べる必要があるが、X 線を使って土壌内部を観察することにより、こうした情報を得ることができるかもしれない。そのため我々は土壌試料を対象として、X 線透過像から土壌汚染を評価する手法の開発を目指した。

本研究では、可搬型 X 線透視装置を用いて、土壌試料を透過した X 線を X 線カメラで撮影することにより、試料中に含まれる汚染原因物質の X 線透過像を得る技術を開発した。可搬型 X 線透視装置は大型の X 線透視装置より遥かに小さな出力の X 線管球を使用するため、土壌構成粒子のような微細は対象物の鮮明な X 線透過像を得るためには、コンピュータによる画像処理技術のサポートが不可欠となる。土壌構成粒子の X 線透過像を撮影すると、粒子同士の重なってしまい、個々の粒子の識別が困難となるため、フィルタ処理により個々の粒子を識



別する技術を開発した。この方法により土壌構成粒子の粒径分布を把握することが可能となる。

X線透過像で得られる粒子の白黒の濃淡（色濃度）はX線透過率で決定されるが、大きな粒径の粒子は構成元素がアルミニウムやシリコンなどのケイ酸塩鉱物（石英や長石など）であっても、X線透過率が小さく暗い（黒っぽい）X線透過像となり、小さな粒径の粒子はX線透過率が大きい（白っぽい）X線透過像となる。土壌が同じ鉱物から構成される様々な粒径の粒子の集合体である場合、粒径と色濃度との間には相関がある。重い元素の代表である鉛を含んだ粒子の場合、鉛のX線透過率が小さいために、小さな粒径の粒子でもX線透過率が小さく暗い（黒っぽい）X線透過像となるため、こうした鉛を含んだ粒子とアルミニウムやシリコンなどのケイ酸塩鉱物（石英や長石など）の粒子が混在する土壌の場合、粒子径と色濃度との間には相関がなくなってしまう。

【分野名】地質

【キーワード】X線透過像、X線透過率、鉛、土壌汚染、画像処理

#### 【研究題目】センサネットワークノードを活用した広域実環境計測システム

【研究代表者】谷川 民生（知能システム研究部門）

【研究担当者】大場 光太郎、金 奉根  
（常勤職員3名、他1名）

#### 【研究内容】

本事業は、産総研が開発したネットワークノードに各種センサを付加し、多方面の環境計測に適応するためのネットワーク網の広域対応化、および通信安定化を中心に行う。具体的な実証としては、現在、産総研知能システム研究部門内で進めているサービスロボットの基本技術である、人間やロボット等の測位計測システムを対象とする。

産総研の開発したネットワークノードは、免許が不要な微弱無線を利用することで、各種様々なセンサを無申請で取り付け可能であるが、一方で、通信範囲の制限により、広域な環境情報を安定に取得することは難しい。そこで、ネットワーク網に対し、微弱無線型ネットワークノードだけでなく、広域でも対応可能な Zigbee や無線 LAN 等の通信手段を中間層に設けることで、広域かつ安定な通信環境を構築する。

本年度の開発項目は、広域無線中継機器の開発、建物内測位用ネットワークノードの開発、屋外測位用低消費電力型広域ネットワークノードの開発、と大きく3つに分類されている。広域無線中継器については、Zigbee の通信規格を採用し、1ホップ1 km といった半径1 km 圏内の通信を可能とした中継器を開発し、その実証先として検討している品川区の各小中学校に設置し、実証試験の準備を行った。建物内測位用ネットワークノードの開発については、125 kHz といった距離測定用として外

乱に強い周波数を利用したネットワークノードを開発し、基礎実験において安定に動作されていることが確認できた。屋外測位用低消費電力型広域ネットワークノードの開発については、省電力化を実現するための通信形態を検討し、ネットワークモジュールの回路設計を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】センサ・ネットワーク、Zigbee、微弱無線、測位

#### 【研究題目】ビジュアルゲノム解析ツール

【研究代表者】町田 雅之

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】町田 雅之、小池 英明、玉野 孝一、橋本 はる代、小松 智代  
（常勤職員3名、他2名）

#### 【研究内容】

DNA シークエンスの効率化と低コスト化により、5,000種程度以上存在すると言われる真菌でも数年以内に10 %以上の代表種のゲノム塩基配列が明らかになることが期待される。大量のゲノム情報に基づいた比較ゲノム解析は、単に種間の違いを明らかにするにとどまらず、遺伝子機能、ひいてはその生物が有する機能全体に迫るために非常に強力な手段であるが、一方で、比較ゲノム解析は先端的な分野であることからソフトウェアの開発も試行錯誤の状態であり、これまでは本格的なバイオインフォマティクスの知識を持った研究者が UNIX 上で操作して解析するソフトウェア以外には実用的な解析手段はなかった。

本研究では、公共のデータベースなどから真菌類を中心として塩基配列を取得し、麹菌を中心とした双方向の相同性検索などによりオーソログを決定した。その過程で、二次代謝系の遺伝子を中心として予測遺伝子領域の誤りが発見され、多様性が高い二次代謝系遺伝子のオーソログの決定をさらに困難にしていることが明らかとなった。そこで、20種程度の NRPS 遺伝子について cDNA から遺伝子を取得して解析し、遺伝子末端とイントロンを中心として予測遺伝子領域の誤りを訂正した。また、この結果を用いて他の真菌の対応する遺伝子との比較解析を行い、オーソログの分布を含めた信頼性の高い情報を得た。さらに、これらの結果をビジュアルに表示することにより、他の糸状菌の NRPS を含む遺伝子クラスターの構造を表示することにより、比較解析に有用であることを実証した。

また、麹菌の DNA マイクロアレイで解析された遺伝子の発現情報について、ゲノム全体にわたって染色体上へのマッピングを行うとともに、シンテニーなどとともに表示するルーチンを作成して Windows などで動作するソフトウェアに組み込んでビジュアルに表示した結果、傾向は弱いながらも、発現の絶対強度が全体的に低い領域が染色体の末端付近に分布していることが明らかとな

った。この領域は二次代謝系の遺伝子を多く含む領域であり、同代謝系の遺伝子が染色体の末端付近に分布することがあるとの報告と矛盾しない。上記のルーチンは表示するデータの種類によらず、表示位置、方法などを自由に定義して用いることができるものであり、比較ゲノム解析に関わる様々な解析に利用することができる。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 麹菌、比較ゲノム解析、二次代謝

【研究 題 目】 表面剥離粉碎特性評価装置の開発

【研究代表者】 大木 達也（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 小林 幹男、石田 尚之

（常勤職員2名）

【研究 内 容】

小型電気・電子機器等に含有する希少金属は、めっき状、微粒子状で表面付着しているものが多くあり、これを表面粉碎により剥離回収すれば、製品全体を微粒子化せずに回収することが可能となる。しかしながら、どのような製品・部品に対してどのように粉碎すれば表面剥離粉碎が実現できるか等に関する知見はほとんどなく、リサイクルプラントに表面剥離粉碎技術が導入されることは困難な状況にある。本研究では、希少金属のリサイクルを新規に開始する際、粉碎機の導入や中間処理プロセスの設計を支援するため、各種製品に利用される希少金属類がどのような表面剥離粉碎特性を有するかを定量的に把握するための評価装置を平成19年度より3年間で開発する。初年度である本年度は、標準粉碎法並びに粉碎条件の絞り込みを行うため、易剥離粉碎物と難剥離粉碎物のモデル試料に対して、表面層の剥離試験を実施した。その結果、自動車排ガス触媒コンバータをモデル粒子として検討した試料間衝突粉碎法については、試作した攪拌型の表面剥離装置により極めて安定した表面／バルク粉碎速度比を得るに至った。また、多層めっき座金をモデル試料として検討した媒体衝突粉碎法では、JISのめっき耐摩耗性試験により妥当な定量値を得られることが判明した。引き続き、この原理を応用し、粉碎速度比を得るための装置化を検討する予定である。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リサイクル、希少金属、粉碎、粒子分離、めっき、触媒

#### －放射性廃棄物処分基準調査等委託費－

【研究 題 目】 沿岸域塩淡水境界・断層評価技術高度化開発

【研究代表者】 丸井 敦尚（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 丸井 敦尚、内田 利弘、奥山 康子、古宇田 亮一、楠瀬 勤一郎、光畑 裕司、伊藤 成輝、上田 匠、麻植 久史、吉澤 拓也、越谷 賢、安藤 誠、宮越 昭暢

（常勤職員13名、他1名）

【研究 内 容】

本研究では、特に沿岸域における調査評価技術を対象として、ボーリング調査や物理探査、並びに地下水等のデータベースや解析評価技術といった要素技術の高度化開発及びこれら技術の適切な組合せによる体系的適用試験を行い、塩淡水境界及び断層評価を中心とした沿岸域の地質環境の総合評価手法を構築する。具体的には、5年程度の期間において、これまでの国内外における関連研究開発の成果、資源エネルギー庁の関連委託事業で開発してきた手法や要素技術を活用しつつ、(1) 塩淡水境界／地下水総合評価技術の開発、(2) 沿岸域地質構造／断層評価技術の開発、(3) 関連データベースの開発、のそれぞれについて、既往の知見等に基づく課題整理と計画策定を踏まえ、要素技術の開発・改良、実際の沿岸域フィールドにおける体系的な適用試験と総合評価を実施し、沿岸域での一連の地上からの調査技術と解析評価手法として体系化を図る。

- (1) 対象とする地域の既存の関連情報調査を踏まえて、広域的な地下水流動解析を行った。研究地域（北海道幌延町）周辺の地形や地質に関するレビューを実施し、次に研究対象地である幌延町浜里地区を中心とした広域地下水流動解析を実施した。本研究では研究地が複数の物性の異なる地層で構成される堆積岩地域であることから、この状況での地下水流動を解明するための“地層分割解析法（はぎ取り法）”を考案し、その開発を開始した。研究地では実際に解析結果を踏まえて適地を選定し、ボーリング調査を開始した。
- (2) 幌延地域の既存文献資料と既存物理探査データから地質構造等を概括的に把握し、電磁法等の最適な探査間隔や測線等を設定した。調査地域の陸域において高密度での三次元電磁探査調査を実施し、地下深部までの空間的な水理地質構造を評価し、浅海域の電磁探査調査のための機器開発を開始した。掘削調査地点の地下水の性状を把握し、探査結果との比較・検討を行った。これらにより、既存データの分析評価を含めた海域と陸域のデータの連続性、電磁探査法や地震探査法等のそれぞれのデータの相関と補完性などについて検討・評価した。
- (3) 沿岸域地質・断層データベース（沿岸域メタデータ）：沿岸域における地質構造や、特に断層の位置や規模等についての既存情報を活用した評価基盤を整備するため、国の関係機関等がこれまでに実施した沿岸域調査情報を収集し、その調査範囲、調査内容、データの種類等をデータベースとして整理し、陸域から海域へかけての調査手法の違いに起因する不連続性、浅海域における空白部分の存在といった課題に関し沿岸部の詳細なデータが存在する地域を対象に検討を行い、推定評価の方法論としての構築を開始した。  
深部岩石・地下水データベース：深部基盤岩石並びに

深層地下水の特性に係る既存データを活用して、塩淡水境界等の評価、将来的な地質・地下水関連の調査評価に活用可能なデータベースとして構築する。

深部岩石データベースについては、地下深部の高温・高圧下での溶解等解析を可能とするデータの拡充として計測参照用データベースを構築し、さらに深部地下水データベースにおいては、日本列島全体を対象に水収支解析を実施し、沿岸域の海底に流出する地下水量の算定（全国評価）からデータベース構築を開始した。

【分 野 名】地質

【キーワード】塩淡水境界面、沿岸域

#### ー石油天然ガス基礎調査等委託費ー

【研究 題 目】平成19年度メタンハイドレート開発促進事業

【研究代表者】成田 英夫

（メタンハイドレート研究ラボ）

【研究担当者】山口 勉、海老沼 孝郎、羽田 博憲、皆川 秀紀、山本 佳孝、長尾 二郎、鈴木 清史、大山 裕之、川村 太郎、宮崎 晋行、香月 大輔、神 裕介、坂本 靖英（兼務）、駒井 武（兼務）、天満 則夫（兼務）、緒方 雄二、清野 文雄、山崎 章弘、小笠原 啓一、榊井 明、木田 真人、小林 秀男、原口 謙策、西村 興男、西川 泰則、大野 孝雄、下川原 麻衣、石澤 紘男、高原 直也、高橋 芳恵、林 順子、池田 育子、大竹 道香、平山 千栄子、宮田 雅子、小野 晶子、根本 照子、長原 さゆり、真鍋 晃子、深見 英司、内海 崇、永瀬 茂紀、塚田 雄一、樋口 知（常勤職員20名、他25名）

【研究 内 容】

メタンハイドレート資源の貯留層特性に応じた有効な天然ガス生産手法を開発するため、当該堆積層の物性・動特性解析及び生産モデル解析を行った。

物性・動特性の解析においては、メタンハイドレート砂質堆積層の熱伝導率及び比熱の推算式の開発、浸透率に対する細粒砂の影響評価、砂泥互層界面近傍の圧縮強度、剪断強度等の評価、基礎試錐コアの毛管圧解析による地層のガスシール性の評価、基礎試錐コア中のメタンハイドレート結晶型の解析を行うことにより貯留層特性を明確にした。また、生産時の出砂メカニズムの解析、氷生成・メタンハイドレート再生成及びスキニングによる生産障害要因の定量的解析、弾性波測定による分解フロント解析、分解過程のイメージング計測を行ったほか、減圧法と加熱法、インヒビタ圧入法、水蒸気圧入法等との併用法をコア分解試験によって評価し、東部南海トラフのメタンハイドレート資源に対する生産手法として減

圧法が有効であることを提示した。

生産モデル解析においては、圧密挙動評価モジュール及び浸透率評価モジュール等の高度化を図った。圧密挙動評価モジュールの開発では、氷の生成や融解による力学特性の変化を考慮した計算ルーチンを付加し、解析精度の向上を図った。また、弾性係数の変化を考慮した力学モデルを構築し、長期的な力学挙動の把握が可能となった。浸透率特性評価モジュールの開発では、ハイドレート存在下の相対浸透率曲線の最適化を図ったほか、堆積層の不均一性や浸透率の異方性の影響について感度分析を行い、これらの影響について定量的に評価した。また、陸上産出試験第1冬試験のヒストリーマッチングを実施した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】メタンハイドレート、ガスハイドレート、貯留層特性、生産シミュレータ、天然ガス、生産技術、原位置計測技術、熱特性、力学特性、圧密特性、浸透率特性

#### ー産業技術研究開発委託費ー

【研究 題 目】非接触三次元測定機の精度評価方法の標準化

【研究代表者】高辻 利之（企画本部）

【研究担当者】大澤 尊光、佐藤 理（計測標準研究部門）、持丸 正明、河内 眞紀子（デジタルヒューマン研究センター）  
（常勤職員5名）

【研究 内 容】

自動車産業や電機業界などでは複雑な形状を高速に測定する必要があり、非接触座標測定機（非接触 CMM）を用いた製品検査および評価事例が増加した。また人体に装着する様々な製品の人体適合性向上などを目的とした人体形状データベースの整備が進められており、非接触 CMM によって採取された人体寸法・形状データの蓄積が進められている。現在まで、非接触 CMM について、統一的な評価法に関する工業規格は存在しなかったため、各メーカーが独自の評価法を設定し、評価を実施していた。本事業では3年計画で非接触 CMM の精度評価法についての工業標準化を行うもので、本年度は事業の最終年度にあたる。以下に本年度実施した内容を示す。

ユーザ、メーカーから寄せられた意見および実際に市販されている非接触三次元計測機を用いた測定実験によって得られたデータを基に精度評価用ゲージを作成し、これらを用いた精度評価手順案を提案した。

本事業において作成したゲージを使用し、提案した精度評価手順案を検証する実験をユーザ、メーカーと共同で実施した。

ISO 会議に出席し、非接触三次元計測機の精度評価法についてワーキングドラフトの提出およびメンバーからの意見収集を実施した。



全身用人体形状計測装置を用いて実験を行い、ランドマーク位置再現性を検討した。

作成した人体ダミーを使用し、形状再現性の検証実験を実施した。

ワーク表面の光学特性のうち、非接触 CMM の測定誤差と強い相関を持つパラメータを算出した。

平成18年度に設置した JIS『非接触座標測定機の受入検査及び定期検査』原案作成委員会にて、JIS 原案を審議し、これを完成した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 非接触座標測定機、人体測定、工業標準、トレーサビリティ

〔研究題目〕 非接触三次元測定機の精度評価方法の標準化

〔研究代表者〕 持丸 正明（デジタルヒューマン研究センター）

〔研究担当者〕 持丸 正明、河内 まき子  
（常勤職員2名）

〔研究内容〕

複雑な部品形状を高速に測定する、もしくは、人体形状を計測するために非接触式三次元測定機の利用が進められている。しかしながら、測定機の性能を統一的に評価するための手法が確立されていない。本研究では、この問題を解決するためにユーザ、メーカーの意見を取り入れつつ、測定機の精度を評価する幾何学ゲージ、人体ダミーの開発と、それらを用いた精度評価手続の研究を行った。開発したゲージやダミーは精度標準に関わる海外の研究機関にも送付し、意見を集約するとともに、国際標準策定に向けた合意形成を図った。これらの成果を元に、工業利用（部品形状計測）の精度評価方法 JIS 原案を策定した。また、人間工学利用（人体計測）においても ISO TC159/SC3/WG1への提案に向けた準備を行った。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 デジタルヒューマン、CAD

〔研究題目〕 有機薄膜の高精度組成分析のための標準化

〔研究代表者〕 野中 秀彦  
（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 藤本 俊幸、鈴木 淳、藤原 幸雄、  
渡辺 幸次（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

目標

本研究では、有機薄膜材料における高精度組成分析の標準化にむけて、TOF-SIMS 分析法において質量の確定と分析対象を変性することのない分析手順の確立に向けた研究を実施し、当該技術の国際標準化を ISO TC201（表面科学分析）を中心として推進することを目標とする。

研究計画

平成19年度は、①大質量包含試料の開発と飛行時間軸と質量軸の相関の補正に関する研究。②新しいイオンビームスパッタ技術の開発とイオンビーム衝撃による有機分子の解離と変性の低減に関する研究。③国際規格案骨子作成及び国際標準化活動。の課題を実施する。

19年度進捗状況

①については、昨年度試作した金属クラスター錯体の薄膜試料を用いて、質量軸マーカーとしての性能、試料の安定性などの評価を行ない、質量軸マーカーに使用可能な高精度に安定なピークが質量数1000以上に複数個存在すること、微量不純物汚染の影響などの使用上の問題点等を明らかにした。②については、スタティック SIMS 用スパッタイオン銃に向けた金属クラスター錯体イオンビーム源の開発を引き続き行ない、絶縁キャピラリ法によりビーム径を50  $\mu\text{m}$  に先鋭化し、使用可能な化学種としてイオン液体のビーム化への拡張を行い、100 nA を超えるビーム電流の発生を確認した。③については、本課題の専門家からなる国内検討委員会を発足し、3回開催した。この委員会を中心として、国際規格化に向けた質量軸のキャリブレーション法及び無損傷イオンビーム限界量の決定手順に関する検討を進めた。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 有機薄膜組成、TOF-SIMS、金属クラスター錯体、スパッタ、標準試料

〔研究題目〕 アクセシブルデザイン技術の標準化

〔研究代表者〕 赤松 幹之（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 佐川 賢、横井 孝志、倉片 憲治、  
大塚 裕光、関 喜一、篠原 正美、  
伊藤 納奈、佐藤 洋（常勤職員9名）

〔研究内容〕

目標：

本研究では、ISO/IEC Guide71 “高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針”及び ISO/TC159/WG2 “特別な配慮を必要とする人々のための人間工学”において検討されている高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した製品やサービス（アクセシブルデザイン）に関する一連の国際規格原案を作成し ISO/TC159に提案する。そのため、高齢者や障害者の人間特性データを収集し、さらに国際比較を行って、そのデータを基に国際規格の原案を作成および提案を行う。

研究計画：全体計画は（1）高齢者及び障害者の人間特性の計測、（2）人間特性の国際比較、（3）規格原案作成の3項目から成る。（1）人間特性に関しては、感覚、身体、認知の3つの分野において基本となる特性を選定し、高齢者及び若年者について多数のサンプルデータを収集する。（2）に関しては、国際比較が重要とされる文字の可読性、報知音の認識、のそれぞれに関する特性を欧米アジアの地域で比較する。（3）に関しては、JIS 原

案やその他の標準化関連資料を基に国際提案のための規格原案を作成し ISO に提案する。

年度進捗状況：

平成19年度計画のうち、(1) 人間特性計測に関しては、純音以外の報知音の適正音圧レベル、音の大きさ感の加齢変化、騒音と音声情報の認知および最大許容量、文字読み取りにおけるコントラストの影響、触覚テクスチャ弁別、段差昇降負担度、一度に把握できる記憶の数、の各項目について高齢者56名、若年者56名について計測し、人間特性データの基礎資料を得た。(2) ドイツ、韓国、米国にて同じ試験サンプルを用いて異なる音声情報の認識、段差昇降の身体負担度、を高齢者及び若年者各20名について計測した。(3) については JIS を基に国際規格原案の素案を作成し、ISOTC159人間工学に提案する準備を整えた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 音、音声情報、文字読み取り、コントラスト、段差昇降、触覚テクスチャ、記憶

【研究題目】 新規 POPs 候補物質の分析法の標準化

【研究代表者】 山下 信義（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 谷保 佐知（他1名）

【研究内容】

本事業では、次期 POPs 有力候補である PFOS（パーフルオロオクタン sulfonate）他残留性人工フッ素化合物・臭素系難燃剤の標準分析法を開発し、国際標準化を行う。具体的には、RoHS 指令に関連して緊急の安全性評価が必要な臭素系難燃剤として HBCD（ヘキサブロモシクロデカン）、OECD 勧告による世界的使用量削減の必要性が指摘されている化審法指定物質である PFOS と PFOA（パーフルオロオクタン酸）及び関連物質を対象にする。関連する国際標準は ISO/TC147/SC2/WG56（PFOS/PFOA）他である。本研究では、これらの国際標準分析法を日本主導で獲得することで POPs 規制、RoHS 指令等に対する日本の発言力の強化と国内産業界への貢献を目指す。本年は3年計画の2年目に当たり、新規 POPs 規制の候補として検討されている PFOS/PFOA について、基礎検討の終了した液体クロマトグラフタンデム質量分析計を用いる分析法を元に ISO 国際標準分析法を開発し、米国 EPA、Environment Canada 等の参加により国際ラウンドロビンテストを行った。臭素系難燃材については HBCD（ヘキサブロモシクロデカン）の分析法の基礎検討を終了し、公表論文として第三者評価を行った。現在米国との共同研究結果をもとに HBCD 標準化へ向けた委員会打ち合わせを行っている。国際規格案骨子作成及び国際標準化活動では、ラウンドロビンテスト結果を元に、規格案ドラフトとして TC147/SC2/WG56「PFOS/PFOA 水試料標準分析法」DIS25101を ISO にて審議投票した結

果、18ヶ国の100 %賛成投票により DIS として採択された。現在、投票時に委員より寄せられたコメントをもとにドラフトを再検討、2008年中に FDIS 化を達成する予定である。臭素系難燃剤については ISO 総会においてエキスパートと打ち合わせを行い、カナダ及び米国のサポートを得ることに成功した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 POPs、PFOS、HBCD、ISO

【研究題目】 発熱分解エネルギー測定に関する標準化

【研究代表者】 松永 猛裕（環境管理技術研究部門（爆発安全研究コア））

【研究担当者】 秋吉 美也子、岡田 賢、藤原 英夫、佐藤 嘉彦、秋月 志乃、船越 愛（常勤職員2名、他4名）

【研究内容】

化学物質が火薬類に該当するか否かを判定する方法は、国際的には国連が勧告する試験法（TDG/GHS）で決められている。しかし、この試験法は項目が多く、多くの試料を必要とするため、疑わしいすべての化学物質に適用するのは難しい。本事業は、爆発性が懸念される個々の化学物質について、少量の試料で発熱分解エネルギーの適正な評価が行えるような評価システムの構築を目指すものである。

本年度は、少ない試料量（1 mg 程度）で評価できる示差走査型熱量計（DSC）にて、測定試料容器材質、昇温速度を変更して、発熱量に及ぼす影響を詳細に検討した。また、民間の分析試験機関にも測定を依頼し、ラウンドロビン試験を行った。各因子の影響については、得られた測定値が ASTM（米国物質試験標準協会）で報告されている DSC での発熱量のばらつきの範囲内にあるかどうかをひとつの指標として評価した。発熱量は、測定試料容器、昇温速度で大きく影響を受けることが明らかとなり、標準化にあたっての問題点が抽出された。さらに、モデル化合物を増やして整理を行い、爆発性との関連づけをすすめる必要がある。

また、ボンブ式熱量計（試料量1g 程度）を用いて、酸素加圧下で燃焼熱測定を行った。この結果を基に、ASTM で開発されたプログラム CHETAH（Chemical Thermodynamic and Energy Release Evaluation Program）を用いて、計算による爆発危険性予測を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 発熱分解エネルギー、標準化、DSC、ARC、爆発危険性予測

【研究題目】 光触媒材料のバイオフィルム抑制効果評価法に関する標準化

【研究代表者】 大古 善久（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 松沢 貞夫、竹内 浩士、花田 智

(生物機能工学研究部門)、  
竹内 美緒 (地圏資源環境研究部門)  
(常勤職員4名)

#### 【研究内容】

酸化チタン光触媒反応の強い酸化力によって得られる効果の一つに殺菌がある。本研究は、細胞内にクロロフィルを有する微細藻類が死滅に伴って色変化することに着目した新しい殺菌性能評価法を開発し、環境バイオフィルムが抑制できる確かな製品開発のための国際標準化を目的としている。

平成19年度は粉末状光触媒材料を用いて殺菌性能評価の実験条件(触媒量、紫外光強度、菌濃度、菌液量、pH 値、温度等)の最適化を行った。その結果、光触媒反応を与えた菌液のみ、約1時間で9割以上の菌が死滅し、それに伴い約6時間で菌液の色が緑色から青色に色変化した。さらに12時間後には白色化した。一方、光触媒が無いあるいは紫外光が無い条件では、菌は死滅しなかった。菌の死滅機構と色変化の機構の解明を進めた結果、光触媒が生成する活性酸素種(特に OH ラジカル)の影響が強いこと、そして色変化には光触媒反応が必要であることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化チタン光触媒、抗菌、バイオフィルム、シアノバクテリア、色変化

#### 【研究題目】SOFC 単位セルアッセンブリー試験方法に関する標準化

【研究代表者】嘉藤 徹(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】根岸 明、加藤 健、天野 雅継、  
門馬 昭彦、田中 洋平  
(常勤職員6名、他3名)

#### 【研究内容】

SOFC 単位セル本体とセル周辺部を合わせて単位セルアッセンブリーとしてとらえ、共通性が比較的高く発電試験が容易になるようなセルアッセンブリーのあり方を確定し、セル形状、構造等にあまり左右されず共通性が高い温度、ガス流量・組成の制御、出力電圧、出力電流等の測定方法、制御方法、制御精度を検討するとともに試験条件、試験方法、試験手順を確立し、SOFC 単位セルアッセンブリーの発電性能試験方法の国際標準原案を作成する。研究初年度である平成19年研究開発初年度である本年は、性能試験に適したアッセンブリーの範囲、あり方について SOFC 関連企業の意見を聴取し研究で得られた知見と合わせてアッセンブリー範囲を確定した。

また、当面1%程度の精度で SOFC の発電性能を評価することを想定し、SOFC の燃料である水素、水蒸気、一酸化炭素、二酸化炭素、メタン等からなる混合ガスを幅広い組成で安全に精度良く発生可能な手法を検討し SOFC 単位セルアッセンブリー試験装置を試作した。試作した試験装置の性能を確認した結果、メタン等の改質

ガス組成を1 mol%の精度で模擬できることが判明した。

次に温度制御に求められる精度について、構成材料の異なる円盤型 SOFC 単セルに対し、出力の温度依存性等を調査し、発電性能評価を1 %程度の精度で行う場合の温度制御の許容範囲を調査するとともに市販の温度・電圧・電流測定装置等の測定精度を調査し、これらの装置を用いた場合に可能となる測定精度を検討した。

さらに、国内外関連技術調査を行うとともに当該研究開発の円滑な運営と研究成果を基に国際標準原案を作成するために SOFC 単位セルアッセンブリー試験方法に関する標準化研究開発委員会を組織した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体酸化物形燃料電池単位セル、発電試験方法、改質模擬ガス発生方法、制御精度、測定の不確かさ

#### 【研究題目】転動部材用ファインセラミックスの破壊特性試験手法の標準化

【研究代表者】兼松 渉(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】山内 幸彦、阪口 修司、宮島 達也、  
酒井 清介、伊藤 勝、杉山 夏紀  
(常勤職員4名、他3名)

#### 【研究内容】

本研究は、窒化ケイ素を対象とする転動疲労特性の相対比較手法を、国際規格案として ISO の技術委員会(ISO/TC206)に提案することを最終目標とする。転動疲労特性の迅速評価手法である、荷重を階段状に増加させるステップワイズ荷重方式によるボールオンフラット試験が、転動疲労特性の相対比較手法として有効であることを実験的に検証する。また、精密評価手法である一定荷重試験の結果や、他国で用いられているボールオンフラット試験以外の試験方法との間の整合性について確認する。平成19年度は、平成18年度までの結果をふまえて、ステップワイズ荷重方式ボールオンフラット試験の試験条件を規定するための以下のような検討を行った。転動疲労特性を表す指標として接触応力と接触回数の積で定義される平均動等価入力で表現することを新たに提案した。平均動等価入力は、ステップワイズ荷重における試験開始時の荷重(最低荷重)の大きさに依存し、転動疲労特性の過大評価を避けるためには最低荷重をある程度高く設定する必要があることを明らかにした。また、試験球の数を増やすことによって試験時間の短縮を図ることができるが、荷重を支えるベアリングレースの摩耗の増加に注意しなければならないことを明らかにした。さらに、転走面に生じるはく離の形態について詳細な観察を行い、深いはく離(スポール)の周囲に浅いはく離(ピーリング)が形成され、さらにその外側には擬塑性変形域が形成されることが分かり、はく離の形成には、転走痕表面に観察される C クラックが関与することが強く示唆された。これらの成果を基に規格素案を作成した。



【分 野 名】標準・計測

【キーワード】窒化ケイ素、転動疲労特性、ボールオンフラット試験、はく離、亀裂

ー石油資源開発技術等研究調査等委託費ー

【大 項 目 名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【研究代表者】佐藤 功（地質情報研究部門）

【研究担当者】佐藤 功、浦井 稔、二宮 芳樹、  
脇田 浩二、宝田 晋治、原 英俊、  
荒井 晃作、奥山 哲、中村 和樹、  
李 埏（常勤職員7名、他8名）

【研究内容】

石油等の資源開発および関連する環境管理等の分野において、人工衛星から取得される画像データの実利用技術に関する研究開発を実施し、広域且つ遠隔地域を対象とする資源探査の効率化に寄与し、我が国のエネルギー安定供給の確保に資することを目的とし、資源遠隔探知技術の研究開発のため、東アジア地域・堆積盆データベース構築を進め、多様な情報を統合した、より効果的・効率的な画像利用技術を検討する。さらに、石油資源遠隔探知技術の実用技術の高精度化となる衛星画像利用技術の高度化研究、幾何・放射量補正手法等の画像補正技術の研究を行い、これら技術を実際に適用しつつ、より高度な画像利用技術を調査・研究する。

地質情報研究部門では、画像利用技術の高度化研究として、「堆積岩区分システムの構築および関連研究」、「資源フュージョン解析技術の開発研究」、「PALSAR 高度利用技術の研究」を研究分担するとともに、東アジア地域・堆積盆データベース利用技術研究については、「東アジア地域データベース利用技術研究」および「東アジア衛星 DEM の作成」の研究を分担した。

【分 野 名】地質

【キーワード】衛星利用技術、石油資源、ASTER、PALSAR

【大 項 目 名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【中 項 目 名】堆積岩区分システムの構築および関連研究

【研究代表者】二宮 芳樹（地質情報研究部門）

【研究担当者】二宮 芳樹（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

各種リモートセンシングデータ、特に、ASTER および PALSAR データを処理して得られる岩相区分データおよび関連データを蓄積し、資源開発に資する堆積岩分布マップの作成システムを構築することを目的とし、ASTER データに係る部分のプロトタイプシステムの機能調整を行うとともに、PALSAR の特に多偏波データ処理に対応するなどシステム拡張を行った。中国タリム盆地周辺北西縁地域においてシステム評価のための現地調査を実施した結果、システムによる岩相解析結果の正

当性・有効性が確認されるとともに、地質図に未記載の苦鉄質岩体などを確認することができた。また、現地調査において、GIS を利用して GPS で現在位置を確認しながらシステム出力結果と現地地質を比較する「モバイルシステム化」を試行した。

【分 野 名】地質

【キーワード】リモートセンシング、衛星利用技術、ASTER、岩相区分、熱赤外

【大 項 目 名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【中 項 目 名】資源フュージョン解析技術の開発研究

【研究代表者】佐藤 功（地質情報研究部門）

【研究担当者】佐藤 功、李 埏  
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

開発してきた自動画像レジストレーション（Automatic Image Registration: AIR）システムを拡張し、フレキシブルなシステムとなるように拡張した。すなわち、マルチソース画像のレジストレーションをバイアスなく実現するために、反復手法を用いた探索アルゴリズムを導入し、複数画像を同時にレジストレーションできるようにした。また、グローバルな最適値を探索するための最新のアルゴリズムを開発した。また、複数の画像を効率よくレジストレーションするための最適なアルゴリズムの組み合わせも同時に検討した。また、多時期の地質データや地球物理データから変化領域を検出するための多種の変化抽出アルゴリズムを開発し、変化抽出実験を実施した。

衛星画像の効率的な分類システムの開発では、ポストクラシフィケーションのアプローチによって svm-変化抽出システムを提案し、SVM-変化抽出実験を行うとともに、SVM 手法による雲マスク生成のための雲抽出実験なども開始した。

資源フュージョン解析支援システムのプロトタイプ構築については、順次開発してきている要素技術（画像レジストレーション、分類手法、変化抽出など）を核としたシステム案を検討し、まとめた。また、画像表示のための画像強調手法についても検討し、雲や噴煙などによる日陰領域内の詳細な地形情報把握に Retinex 手法が役立つことを実験的に示した。

【分 野 名】地質

【キーワード】衛星利用技術、石油資源、画像レジストレーション、分類、変化抽出

【大 項 目 名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【中 項 目 名】PALSAR 高度利用技術の研究

【研究代表者】浦井 稔（地質情報研究部門）

【研究担当者】浦井 稔、奥山 哲、中村 和樹  
（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

GPS データを用いた衛星基線情報の高精度化に関する研究では、シーンの一部に地殻変動が見られる中越沖地震、フルネーズ火山、千葉県九十九里平野の3地域について InSAR による解析を行い、他観測手段による結果と比較した。その結果、1)水準測量のように隆起・沈降量しか計測できない観測手段の結果と比較する場合にはアセンディング、ディセンディング両観測を用いて2次元変位を計算し、準鉛直変位量として比較すべきであること、2)GPS を用いて InSAR の結果を補正する場合には InSAR の観測と同期した GPS 観測が必要であること、の2点が明らかになった。植生被覆下の地表面情報を抽出するためのアルゴリズム開発については、現地調査を実施するための環境を整備すると共に、PALSAR の観測と同期した現地調査を実施した。

【分 野 名】地質

【キーワード】衛星利用技術、石油資源、PALSAR、地殻変動、干渉 SAR

【大 項 目 名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【中 項 目 名】東アジア地域データベース利用技術研究

【研究代表者】脇田 浩二（地質情報研究部門）

【研究担当者】脇田 浩二、宝田 晋治、原 英俊、荒井 晃作（常勤職員4名、他2名）

【研究 内 容】

東・東南アジアの地質図を250万分の1縮尺で数値地質図として編集するとともに、小縮尺の東・東南アジア地質図データベースとして整備を行っている。現在までに、日本・フィリピン・マレーシア・インドネシア・オセアニア諸島の陸域とその周辺海域の地質図を作成し、数値地質図の第2次版として整備した。東・東南アジアの石油堆積盆周辺を構成する造山帯の地質構造を解明し、石油堆積盆の形成過程の基礎情報として整備を実施した。タイにおいて、地質調査を実施するとともに、国際会議やシンポジウムにおいて、研究発表や意見交換を実施した。アジアの自然災害データベースについては、Web 上で随時最新の情報を公開するシステムの開発を実施しており、インターネット上で第1版を公開した。地質学的研究成果とアジアの衛星画像から形成された DEM データを用いて、火砕流の分布予測シミュレーション解析を行った。

【分 野 名】地質

【キーワード】衛星利用技術、石油資源、ASTER、東アジア、堆積盆、地質構造、自然災害

【大 項 目 名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【中 項 目 名】東アジア衛星 DEM の研究

【研究代表者】浦井 稔（地質情報研究部門）

【研究担当者】浦井 稔（常勤職員1名）

【研究 内 容】

東アジア衛星データセットの作成方法について再検討

し、アルゴリズムの一部を修正した。これによって、DEM の精度を著しく向上することができた。また、前年度に開発したソフトウェアに改良を加え、緯度10度×経度10度の範囲においてモザイク DEM・オルソ画像を作成し、良好な結果を得た。

【分 野 名】地質

【キーワード】衛星利用技術、石油資源、ASTER、DEM、モザイク

【研究 題 目】「衛星画像利用技術の高度化研究」「高精度画像補正技術の研究」およびグリッドによる高精度画像補正システムの構築の研究

【研究代表者】関口 智嗣（グリッド研究センター）

【研究担当者】土田 聡、中村 良介、山本 浩万、山本 直孝、児玉信介、岩男 弘毅（常勤職員7名）

【研究 内 容】

ASTER 幾何・放射量・大気補正等にかかる高精度画像補正技術の研究を行い、また、その補正アルゴリズムが適用できる高精度画像補正システムを構築する。高精度画像補正技術の研究については、各種校正・検証を実施し、センサの問題点・経年変化を捉え、アルゴリズム最適化を図り、より高精度な補正をすべく、その技術開発を進める。また、これら補正技術は一般に公開されているプロダクトよりも格段に高精度な幾何・放射量補正を目標としているため、様々な補正アルゴリズムを組み合わせた大規模な計算が必要である。このためグリッド技術を用いた解析システムを構築する。また、PALSAR データに対しても、サブテーマ1.5「PALSAR 高度利用技術の研究」の画像化・干渉処理等は、非常に時間のかかる処理であり、さらに、より有効な情報抽出のためには、より高度な処理・解析つまりは大規模な計算が必要とされることが推測されるため、これに対応すべくグリッド技術を用いた解析システムを構築する必要がある。さらに、サブテーマ2.2「東アジア衛星 DEM の研究」で進める東アジア衛星 DEM のような広域のモザイクを作成するには、数十～百テラバイトに及ぶ観測データへの簡便かつ高速なアクセスが必須であり、これに対応すべくグリッド技術を用いた処理システムが必要となっている。

平成19年度は、ASTER に対する校正・検証を実施し、その結果を基に補正の高度化研究を進め、また、PALSAR の校正・検証にかかる研究にも着手した。高精度画像補正システムについては、約246Tbyte のハードディスク装置を備えた PC クラスタを整備するとともに、グリッド研究センターで研究開発しているグリッドファイルシステム Gfarm および、グリッドデータベースミドルウェア OGSA・DAI を導入、地球観測衛星データ統合システムの開発を行った。Gfarm を用いたスト

レージシステムを利用し、ASTER 全量をアーカイブ、これに高度化した補正を施すべく全量再処理を実施した。また、OGSA-DAI を用いることで、複数の地球観測衛星データを統一的に扱うユーザインタフェースの開発を行った。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリッド技術、画像補正、ASTER、PALSAR

#### －中小企業産業技術調査等委託費－

【研究 題 目】平成19年度中小企業知的基盤整備事業  
普及型高精度角度測定装置の開発と応用  
に関する研究

【研究代表者】渡部 司（計測標準研究部門）

【研究担当者】藤本 弘之（常勤職員2名）

【研究 内 容】

目標は、県の公設試験所や中小企業が角度の標準器として利用可能な低価格、高性能と汎用性を備えた普及型高精度角度測定装置を開発することである。そのためには、装置価格帯が300～500万円となるように部品を選定し、諸外国の標準研究所が所有する角度測定装置と同等以上の精度である $1'' \sim 0.01''$ （ $1''$  は1度の $1/3600$ ）を超える高精度を目指し、また装置一台でより多くの角度計測器（ロータリエンコーダ、オートコリメータ、ポリゴン鏡、角度干渉計、傾斜計や水準器等）を校正できる汎用性のある機能を持った装置開発を行うことである。研究計画は、目標を満足させるために2種類の角度検出方式による異なる二台の普及型高精度角度測定装置の試作を行う。実施内容は、装置1として自己校正機能付きロータリエンコーダ内蔵角度テーブルを開発した。本装置は約 $10''$  の目盛誤差や取り付け軸の偏心誤差を検出し、 $0.3''$  の再現性を得ることができた。またロータリエンコーダの複数個のセンサヘッドを一体化することにより、よりユーザー自らが開発しやすい形状と低価格化を実現した。装置2として角度が $360^\circ$  の閉系であることを原理に用いた高精度角度割出しテーブルを開発した。内蔵された2つのロータリエンコーダの相対角度差を全周で平均することにより割出し角度の高精度な検出を可能にした装置で、自己校正機能付きロータリエンコーダを内蔵させることにより、センサヘッドの使用数を減らし精度を落とすことなく作業性を高めた装置の開発を実現した。これら2種類の装置によりロータリエンコーダ、オートコリメータ等の校正実験を実施し、中小企業が導入するのに必要な角度精度があることを実証した。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】角度、ロータリエンコーダ、自己校正

【研究 題 目】平成19年度中小企業産業技術調査等委託費（中小企業知的基盤整備（食品分析精度管理用標準物質の研究開発））

【研究代表者】鎗田 孝（計測標準研究部門）

【研究担当者】稲垣 和三、成川 知弘、伊藤 信靖、羽成 修康、大竹 貴光、千葉 光一  
（常勤職員7名）

【研究 内 容】

微量元素や残留農薬の濃度を認証した米の標準物質開発に必要な技術を確認するため、以下について検討した。微量元素分析用精米標準物質に関して、昨年度の本事業における認証成分であるマンガン、鉄及びカドミウムについて安定性を評価した。また、食事摂取基準の設けられている微量元素及び有害微量元素のうち銅、亜鉛及びヒ素について均質性を評価する分析手法を確認し、実際の均質性評価を行った。さらに、これらの元素の値付け分析法、認証値の算出方法及び不確かさの評価方法も確立した。

残留農薬分析用玄米標準物質に関して、昨年度の本事業で調製した農薬残留玄米試料を原料に用いて、農薬分析用標準物質の候補標準物質を調製した。また、加圧流体抽出法の対象農薬分析への適用を検討し、精密な定量方法を確立した。さらに、同法を利用して調製した標準物質の均質性を評価するとともに、値付け分析法を確立した。得られた分析結果を利用して認証値を算出するとともに、その不確かさも評価した。

【分 野 名】計測・標準

【キーワード】組成型標準物質、食品分析

#### －戦略的技術開発委託費－

【研究 題 目】次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト＜ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発＞に係るもの

【研究代表者】平井 成興（知能システム研究部門）

【研究担当者】比留川 博久、原 功、安藤 慶昭、中岡 慎一郎、横井 一仁  
（常勤職員7名、他4名）

【研究 内 容】

本研究では、次世代ロボットシステムの効率的かつ効果的な研究開発環境を実現するために、さまざまなロボット知能化技術を RT コンポーネントとしてモジュール化し、これらを統合することで、次世代ロボットシステムのシステム設計、シミュレーション、動作生成、シナリオ生成を行い得るロボット知能ソフトウェアプラットフォームの研究開発を行う。また、介助犬の作業を想定した検証用知能モジュール群を開発し、ソフトウェアプラットフォームと別途開発するリファレンスハードウェアに搭載することによりこれらの機能検証を実施する。これにより次世代知能ロボットの研究開発の水平分業による効率化に資することを目的とする。

本年度は、ロボット知能ソフトウェアプラットフォームとして、①ロボット知能化技術を RT コンポーネントとして効率よくモジュール化するための RT コンポーネ



ント開発支援機能として RT コンポーネントビルダ、RT システムエディタを開発し、②開発されたロボットシステムの応用動作作成およびその検証を行うための応用ソフトウェア支援機能として、動作設計ツールおよび動力学シミュレータの研究開発を行った。

また、ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの有効性を検証するために、介助犬が行っているような室内での人の生活活動を支援するロボットを応用イメージとして、ロボットが障害となるものを回避しながら日常用品をマニピュレーションするために必要な知能化技術（作業知能）、生活環境内を安全かつ自律的に移動するための知能化技術（移動知能）を含む知能モジュール群を研究開発し、RT コンポーネント化する研究を行った。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】RT ミドルウェア、次世代ロボット、開発プラットフォーム

【研究題目】次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト<作業知能（社会・生活分野）の開発のうち、施設内生活支援ロボット知能の研究開発>に係るもの

【研究代表者】河井 良浩（知能システム研究部門）

【研究担当者】吉見 隆、中川 雅史、丸山 健一、安達 栄輔、岡村 由美、佐藤 淳、富田 文明、松下 俊夫、西 卓郎、金子 健二、原田 研介、森澤 光晴、三浦 郁奈子（常勤職員10名、他4名）

【研究内容】

本研究では、施設内生活支援ロボットシステムに必用な作業内容、作業対象及び作業環境の多様性を実現し、再利用可能な作業知能モジュールを開発することを目的とし、介護施設や病院等において日常的に発生する日用品の手渡しや取り寄せなどの作業を支援する当該ロボットに必用な作業知能モジュール群のうち、作業対象物の位置や姿勢を認識する作業対象認識知能モジュール群、及び、多様な作業環境において、多様な作業対象物をハンドリングする作業遂行知能モジュール群の研究開発を実施する。

作業対象認識知能モジュール群の開発においては、3台の IEEE1394a カメラによるステレオ画像取得モジュール、カメラの内外部パラメータの計算機能を開発した。距離計測機能として、微分エッジ法による境界線部分の3次元距離計測モジュール、モデル構築機能として、3次元 CAD データ(STL)から認識モデルへの変換モジュールを開発した。また、3次元物体認識機能として対象物体の存在の有無・位置・姿勢を認識する機能、及び、その3次元空間中での動きを追跡する機能も開発した。

作業遂行知能モジュール群の開発においては、把持形態選択モジュールとして、多指ハンドによる多数の把握形態から対象物のモデルに応じた一つを選択、短時間で

計画するアルゴリズムを開発した。把持制御モジュールでは、ハンドの指先の力・トルクセンサの情報を用いる把握制御則を構築した。また、把持動作計画モジュールとして、ランダムサンプリングに基づく動作計画を、7自由度アームの先端に4指ハンドが搭載されたハンド・アーム系に対して適用し、アームが初期位置から机のエッジを避けて対象物を掴みに行く動作を実際に生成させることで有効性を確認した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】作業知能、ステレオ画像処理、3次元距離計測、3次元物体認識、把持形態選択、把持制御、把持動作計画

【研究題目】インテリジェント手術機器研究開発プロジェクト<主要部位対象機器研究開発>に係るもの

【研究代表者】鎮西 清行（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】小関 義彦、山内 康司、荒船 龍彦（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

目標：

低侵襲の治療が特に有効ながん及び心疾患の主要な対象部位である脳神経外科、胸部外科及び消化器外科の領域において、医療従事者が扱いやすい診断・治療一体型の内視鏡手術支援機器であるインテリジェント手術機器の実現を図る。産業技術総合研究所ではこのうち、手術ロボット基盤ソフトウェア、術室統括ヘッドクォータ、精密微細操作の各技術に関する研究開発を行う。

研究計画：

- 1) ソフトウェア動作検証システム、ハードウェア動作検証システムなどを開発して本事業の試作品を検証する。ソフトウェアのライフサイクル管理を実現するための開発体制を構築する。
- 2) 個々のスタッフの個人識別と位置測定、役割モデル解析を行う「位置識別システム」、医療機器の動作状況を記録する「医療機器ログシステム」、手術映像の動画像圧縮・内容分析からなる情報収集技術を開発する。
- 3) 精密操作機構を組織に接触させながら動作させる技術、取得した情報を解析して「リアルタイム情報処理」に提供して処置を行うための技術を開発する。

年度進捗状況：

- 1) 手術ロボット基盤ソフトウェアの一環として、手術ロボットソフトのテスト環境の設計を行った。また、医療機器開発ガイドライン策定事業の成果を先取りする形で安全システムの設計指針を作成中である。
- 2) 医療機器ログ装置のアルゴリズムのバリエーションを増やして、数値パネル、回転式のつまみ位置の認識が可能となった。
- 3) 微細アクチュエーションの原理を考案した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 低侵襲治療、内視鏡手術、手術ロボット、  
微細アクチュエータ

【研究 題 目】 インテリジェント手術機器研究開発プロ  
ジェクト (ITRI)

【研究代表者】 樋口 哲也 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 樋口 哲也、村川 正宏、岩田 哲也  
(常勤職員3名)

【研究 内 容】

長時間にわたる手術映像を記録するためには、レビューや分析を行える画質を維持しながら、できる限り高効率に動画像を圧縮する技術が必須である。そのため、本年度は下記の研究開発を実施した。

(a) 階層型 BTC 圧縮・伸張エンジンの開発

輪郭情報の保持能力が高い画像圧縮方式である BTC (Block Truncation Coding) 法をベースに、局所領域毎に適切な圧縮処理を行う技術を研究開発し、画像全体として圧縮効率を高めるのと同時に画質の向上を図った。

従来の BTC 方式では、画像を等しいサイズのブロックに分割し、ブロック毎に圧縮処理を行っていた。しかし、物体の輪郭周辺などに見られる高周波成分の強い領域と、変化が少なく低周波成分の強い平坦な領域とで、最適なブロックサイズが異なるため、高画質と高圧縮効率を両立させにくいことが問題であった。そこで、必要に応じてブロックを細分化することで、ブロックサイズを低周波成分が強い領域では大きくし、高周波成分が強い領域では小さくできるコーデック・ソフトウェア (階層型 BTC 圧縮・伸張エンジン) を開発した。

(b) 並列画像データ圧縮システムの開発

複数チャンネルから入力される映像の並列圧縮システムの研究開発、ならびにレビューや分析を容易に行うための圧縮映像ビューアを開発した。

元来、BTC 方式の計算量は他の圧縮手法よりも少ないという特徴を有するが、術室統括ヘッドクォータ技術における活用を考慮すると、複数の映像を同時に圧縮処理しなければならないときでも、時間遅れが発生しないようにする必要がある。そこで、階層型 BTC 圧縮・伸張エンジンを複数台の PC や CPU など並列動作可能させるためのシステムを開発した。本システムは、階層型 BTC 圧縮・伸張エンジンに最適化され、使用する PC や CPU、コアなどの並列数を増やすことにより、処理性能がスケラブルに向上することを特徴としている。

また、階層型 BTC 圧縮・伸張エンジンを Windows Media コーデックに対応させることにより、一般のフリーウェアやシェアウェアなどを利用できるようにした。これにより、用途に応じて適切なユーザインタフ

ェースのビューアや分析ツール等を選択可能となった。

(c) 色空間変換ソフトウェアの開発

画像データを高効率に圧縮する際に生じる色情報の劣化を最小限に抑えることを目的として、画像ごとに色使い等を最適化する研究に利用するため、RGB で入力される画像データについて、色空間を任意に変換するためソフトウェアの研究開発を行った。

本ソフトウェアは、RGB、CIE $L^*a^*b^*$ 、CIE $L^*u^*v^*$ 、YUV、YIQ、HSB、HLS などの、主要な色空間に対応しており、非可逆圧縮に起因する色情報の変化が画質に与える影響を最小化するための色空間変換方式の研究にて活用される。また、上記の階層型 BTC 圧縮・伸張エンジンにより圧縮されたデータのほか、PNM、PNG、TIFF、PNG、PSD、BMP、JPEG 画像の読み込みに対応し、様々なテスト画像を用いた実験を可能とした。

(d) 動画像内容分析技術の方式検討

CHLAC (立体高次局所自己相関) 特徴量を用いて動画像の内容を分析し、その結果を BTC 圧縮エンジンに反映させるための方式を検討し、フィージビリティスタディを行った。これにより、動画像内容に応じて圧縮率をさらに高められる見通しを得た。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 データ圧縮、手術映像、CHLAC

【研究 題 目】 インテリジェント手術機器研究開発プロ  
ジェクト<主要部位対象機器研究開発>  
に係るもの

【研究代表者】 持丸 正明

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 持丸 正明、西田 佳史、和泉 潔、  
奈良 温 (常勤職員3名、他1名)

【研究 内 容】

本研究の目的は、センシングデータを用いたユーザー行動の解析技術の研究の一環として、センシングデバイスによりユーザの行動履歴データを取得し、そのデータから基本的な行動パターンの抽出や特異な行動パターンの検知を行い、現場で活動を行うユーザの支援を行うことにある。平成19年度は、術場内のスタッフの位置情報・個別識別に計測するための基本方式として、データ精度と安全性に重点をおいて計測システムの基本設計を行った。特に、計測時の周波数を術室内の医療機器に干渉を起こさない帯域に設定することとした。そのため、手術室内で超音波/微弱電波ハイブリッド技術を用いた位置計測を行う為に、手術室内の環境や超音波/微弱電波が手術室内の機器に与える影響の調査を行った。これらを踏まえて超音波方式による術室内スタッフの位置情報計測の試作システムの構築を開始した。本試作計測システムの構築後に、手術室内で単体の超音波タグの移動を検出する予備的な性能調査を行った。その結果、空間的

な精度でセンチメートル以下、時間分解能で秒以下の精度での位置測定が可能であることを確認した。上記の性能確認試験によって、手術室内のスタッフの移動行動分析による、移動パターンや重要点の抽出解析に必要な計測データが、本試作計測システムによって獲得できることを確認した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】位置計測、超音波センサ、データマイニング、データ可視化

【研究題目】超ハイブリッド部材技術開発－材料設計に資する統合評価・支援技術開発－

【研究代表者】山内 幸彦

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】野中 秀彦、齋藤 直昭、鈴木 淳、藤原 幸雄、小池 正記、渡辺 一寿、安本 正人、池浦 広美、小川 博嗣、黒田 隆之助、鈴木 良一、木野村 淳、兼松 渉、柘植 明、西田 雅一、深谷 治彦、宮島 達也、丸山 豊、本田 一匡、林 繁信、竹谷 敏、後藤 義人、Kenyatte Richardson (常勤職員22名、他1名)

【研究内容】

目標：

本テーマでは、相反機能を実現するための材料構造設計指針や、その構造を具現化するプロセス条件に関する情報を創出し、プロジェクトの基盤技術、材料開発グループに提供することを目標とする。

研究計画：

プロジェクト開始年度である本年度は、超ハイブリッド材料の開発に必要な計測項目、技術の精査を行い、それら技術を超ハイブリッド材料に適用させるための高度化に取り組む。また、計測情報の統合解析のための基盤整備を行う。

年度進捗状況：

対象とする構造因子としてサブナノ空孔、分散ナノ粒子のサイズや分散状態、母材－分散粒子界面の局所的な化学結合状態を取り上げ、それらの計測技術として陽電子ビーム計測法、TOF-SIMS、光電子顕微鏡、固体NMR、X線CTを検討した。これら計測技術の高度化として、陽電子ビームの専用ラインにおける基本部分及び放射線遮蔽ブロックの設置、二次イオン質量分析装置の金属クラスター錯体イオンビーム先鋭化、光電子顕微鏡の効率化を図る試料トランスファー装置の導入等を行った。また、プロジェクト内から供給されたモデル試料の計測を行い、以下の結果を得た。

- ・陽電子ビーム解析の結果、熱伝導シートでは表面付近で空孔サイズが大きくなっていると予想された。
- ・陽電子の長寿命成分の強度が高くなればなるほど屈折

率は低いと予想され、超ハイブリッド材料の開発には、この長寿命成分を指標にすることが期待できる。

- ・PEEM および X線吸収分光により  $\text{TiO}_2$  ナノ粒子のポリマーへの分散状態を計測し、物質分布や化学状態の違いを反映した画像が得られることを確認した。
- ・ $\text{TiO}_2$  ナノ粒子の表面をプロピルホスホン酸で修飾したモデル試料の NMR 計測を試み、表面修飾剤であるプロピルホスホン酸が P-OH の部分でチタニアと結合していることを示す結果を得た。

計測情報の統合解析については、顕微ラマン分光装置とデータベースサーバを結ぶなどインフォマティクス実践のための環境整備を行った。また、ケミカルイメージングデータを基に不均質性解析を実践し、その記述能力の高さを確認した。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】超ハイブリッド材料、ナノ空孔、ナノ粒子分散、陽電子ビーム、光電子顕微鏡、二次イオン質量分析、核磁気共鳴、X線CT、材料機能インフォマティクス

【研究題目】植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発／植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発

【研究代表者】松村 健

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】松尾 幸毅、伊藤 亮、福澤 徳穂、田坂 恭嗣、安野 理恵、田林 紀子 (客員研究員)、清水 知子、堀北 美樹、磯貝 和江、清水 愛、大塚奈津子 (常勤職員6名、他6名)

【研究内容】

目標：

植物体内での翻訳後修飾、特に N 型糖鎖修飾において植物型糖鎖修飾の抑制技術を開発する。

研究計画：

植物から植物型糖鎖修飾に関連する遺伝子群を単離し、構造を解析後、RNAi を用いた形質転換植物体の開発もしくは翻訳後遺伝子転写抑制技術を利用して、植物型糖鎖修飾抑制植物体の開発を行う。植物型糖鎖修飾が抑制されたかを MALDI-TOF-MS 等を用いて解析する。

年度進捗状況：

植物型糖鎖修飾 (N-結合型糖鎖) には、フコース、キシロース付加が挙げられる。これらの糖付加はアレルゲンになる可能性が指摘されており、両方の糖鎖修飾抑制が必要となる。作年度、フコース転移酵素等の糖鎖修飾関連遺伝子群をウイルス誘導遺伝子抑制 (VIGS) 法による糖鎖修飾抑制を試みた結果、全糖鎖の 70 % 以上の割合で植物型フコース修飾の抑制が行われたことを確認出来た。そこで、本年度は、上述の遺伝子のサイレンシングを誘導する構造 (RNAi) を導入した形質転換タバコ



(*Nicotiana benthamiana*) を作出し、葉の総可溶性蛋白質を抽出、糖鎖を精製後、マトリックス支援-飛行時間型質量分析装置 (MALDI-TOF-MS) によりその構造を解析した。この結果、通常80 %以上の糖鎖がフコース付加されているのに対し、フコースの削除された糖鎖の割合が全糖鎖の90 %以上にもなった。また、この形質は、安定的に後代に遺伝することも確認出来た。

このことから、植物の RNAi により標的 mRNA が破壊され、フコース修飾の抑制につながっていると推定される。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子組換え植物、糖鎖修飾、遺伝子発現抑制

【研究 題 目】 植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発／植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発

【研究代表者】 新聞 陽一

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 地神 芳文、新聞 陽一、岡 拓二、齋藤 扶美恵 (常勤職員2名、他2名)

【研究 内 容】

植物由来のセリン残基への糖転移酵素の網羅的同定とその抑制による O-結合糖鎖付加抑制法の開発を目指し、酵母発現系を用いたセリン残基への、シロイヌナズナ由来 O-結合型糖鎖付加遺伝子の同定を行っている。

真核生物の糖タンパク質に付加している糖鎖は、N-結合型糖鎖と O-結合型糖鎖が代表的であり、N-結合型糖鎖は進化的に強く保存されているのに対し、O-結合型糖鎖は生物種ごとに構造が大きく異なっている。植物では、ヒドロキシプロリンへの O-Gal および O-Ara、セリン残基への O-Gal 構造が知られており、植物を利用して有用ヒト由来糖タンパク質の生産を行う上では植物特異的糖鎖構造の付加は障害であるが、触媒する糖転移酵素遺伝子は全く不明である。そこで、全ゲノム配列が解読されているシロイヌナズナの糖転移酵素候補遺伝子を50程度まで絞り込み、酵母細胞で発現させた。酵母で発現させた糖転移酵素候補46遺伝子について糖転移酵素活性の測定を試みたが、現在のところ O-結合型糖鎖付加をする糖転移酵素活性は見出されていない。一方で、植物素抽出液を用い、活性の検討を行った結果、世界で始めてペプチドのヒドロキシプロリン残基へのガラクトースとアラビノース付加活性を確認することが出来た。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖、糖転移酵素、植物

【研究 題 目】 超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発

【研究代表者】 小林 慶三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 尾崎 公洋、多田 周二、西尾 敏幸、三上 祐史、(サステナブルマテリアル研究部門)、吉澤 友一、宮崎 広行、福島 学、日向 秀樹 (先進製造プロセス研究部門) (常勤職員8名、他3名)

【研究 内 容】

本研究開発は、近年問題になっている資源セキュリティを確保するための技術開発を行うものであり、切削工具などに利用されている超硬合金におけるタングステンの使用量低減をはかるものである。超硬工具における炭化タングステンの使用量を抑えた「ハイブリッド切削工具」および「複相構造硬質切削工具」を開発することを目指す。

本年度は超硬母材のついた硬質な cBN チップをサーメット合金の基材に接合するための基盤技術を開発した。cBN チップと基材との接合強度を高めるためのインサート材料について種々検討を行った。その結果、100 MPa 以上の接合強度を有する接合方法を確立することができた。今後、接合時間を短くするため、接合界面の詳細な解析、インサート材の改善、接合装置の改良を進める必要がある。また、焼結時に硬質粒子を in-situ 合成するプロセスを利用して、複数の硬質相から構成されるサーメット合金を作製した。焼結中に合成された硬質粒子は微細な粒子であり、低温での焼結に有効であることが明らかとなった。今後、サーメット合金の高強度化を図るため、結合金属相の最適設計、複数の硬質粒子における配合割合などの最適化を検討する必要がある。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 レアメタル、省タングステン、切削工具、サーメット合金、接合、粉末冶金

【研究 題 目】 超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発及び代替材料開発

【研究代表者】 松本 章宏

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 加藤 清隆、下島 康嗣、細川 裕之 (常勤職員3名)

【研究 内 容】

希少金属は、我が国産業分野を支える高付加価値な部材の原料であり、近年需要が拡大している。しかし、途上国においても著しく需要が拡大していること、他の金属と比較して希少であること、その代替性が著しく低いこと、その偏在性ゆえに特定の産出国への依存度が高いこと、等から、我が国の中長期的な安定供給確保に対する懸念が生じている。本プロジェクトは、希少金属の代替材料の開発、または使用量低減を目指すものでもあり、我が国の希少金属の中長期的な安定供給を確保することを目的としている。本研究開発は、超硬工具 (切削工具、耐摩耗工具) のタングステン使用原単位を30 %以上低減するため、WC 基超硬合金に代わる硬質材料として有

望な炭窒化チタン(Ti(C, N))基サーメットについて、新規サーメット基材の開発および新規サーメットを基材とした新規コーティング技術の開発を行い、切削工具および耐摩耗工具に適用するサーメット及びコーティング技術を開発することを目的とする。

産総研は「サーメット及びコーティングの基盤研究」を担当し、平成19年度は以下の成果が得られた。「サーメットの構造評価技術」では、FIB における照射条件を制御することにより、サーメットにおけるコアーリムおよびリム結合相間の界面構造を高分解能観察できる試料を作製する技術を確立した。「濡れ性評価技術」では、市販炭窒化物粉を粉砕処理した微粉末を通電焼結により固化成形し、緻密な基材作製に成功した。「成形性・焼結性評価技術」では、成形性に与える滑材の種類、脱脂温度などの効果について検討し、割れの少ないサーメット成形体を作製するための基礎的知見を得ることができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 サーメット、切削工具、耐摩耗工具、構造評価、濡れ性評価、成形性評価

【研究題目】 高感度環境センサ部材開発

【研究代表者】 大司 達樹、加藤 一実  
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 大司 達樹、加藤 一実、木村 辰雄、  
増田 佳丈、胡 秀ラン、孟 祥ジュ  
(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

本研究は、「分子認識機能」を有する生体分子と「信号変換機能」を有するセラミックスの組み合わせによる高感度環境センサを開発することを目標としている。そのためには、アンテナ素子として働く生体分子をできるだけ多くセラミック表面に固定し、固定された生体分子が外界から接近する有害有機物質と効果的に接触でき、有害有機物質の捕捉によって発生する電気信号をセラミックスが効果的に伝達する必要がある。このため、セラミックセンシング材料において、本来の半導体特性を損なうことなく、三次元的な空間を確保しつつ表面積を増大するための、ナノメートルレベルでの微細凹凸構造や多孔質構造を付与する化学的手法に基づくプロセス技術の開発を行う。

平成19年度においては、前年度までに得られた有機分子集合体を利用したメソポーラス酸化物薄膜の精密構造制御（内部構造制御）、液相析出法を利用した多孔質酸化物薄膜の構造制御（粒子形態制御や微粒子化に伴う粒子間隙の構築）に関する基礎的知見を基に、構造制御した酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）、酸化亜鉛（ZnO）などの半導体酸化物薄膜について、高感度環境センサの電極構造部材として適用するための基本的な特性を検討した。色素吸着した生体分子を電極構造内部に吸着するためには、界

面活性剤の自己組織化反応を利用して形成されるメソ孔よりも大きな空間が必要であることが分かった。メソポーラス酸化チタンへマクロ孔を導入することにより、微細構造と結晶構造を同時に制御しながらアナターゼ多孔質電極を形成することができた。このようにナノ～マイクロ領域で高次構造制御した酸化チタン膜について色素吸着特性を改善した。亜鉛有機酸塩を用いて基板表面に形成した初期核と、無機塩水溶液における核形成・成長過程を制御することにより、単結晶酸化亜鉛ナノウィスカの形態制御が可能になった。酸化亜鉛ナノウィスカ電極に色素標識生体分子を吸着した後、特定波長の光を照射すると、既存電極材料よりも高い光電流を検出することができた。

以上のように、高感度環境センサ部材として必要とされる半導体酸化物電極の構造因子を絞り、セラミック電極プロセスと候補電極材料を抽出することができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 環境センサ、微細構造制御、凹凸構造、多孔質構造、酸化チタン、酸化亜鉛

【大項目名】 ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発

【研究題目】 新機能原理に基づいたカルコゲン超格子型相変化メモリの研究開発

【研究代表者】 富永 淳二  
(近接場光応用工学研究センター)

【研究担当者】 Fons Paul、Alexander Kolobov、  
中野 隆志、島 隆之、桑原 正史、  
栗津 浩一、藤巻 真、栗原 一真、  
Simpson Robert（職員8名、他1名）

【研究内容】

溶融状態のランダムな配列を高抵抗層とする従来型の相変化メモリではなく、新しい記録再生原理に基づいたカルコゲン化合物の超格子構造をボトムアップで作製し、書き込み・読み出し回数大幅な向上と作動電力の大幅な抑制を実現できるナノレベル構造制御を施した新型相変化メモリを開発することを目的に、平成19年度から5年間の研究期間の中で以下の研究を実施する。

- ①高速スイッチング現象に最適なナノレベル構造制御カルコゲナイド薄膜の結晶構造の検討
- ②抵抗加熱方式での熱的構造変化を最適に行うためのシミュレーション技術の開発
- ③再現性や信頼性など集積化に向けて必要となる特性の体系的理解のための動作温度領域における薄膜物性データベースの構築
- ④一定規模以上の集積化可能性を示すためのナノレベル微細加工を施したデバイス試作

本研究の最終目標として、書き込み・読み込み回数を現行の MRA 等と同程度以上の10<sup>15</sup>回以上、動作電力を現行の PCRAM の水準値の1/10以下を実現する。また、

密度汎関数法によるシミュレーションと実験とを同時並行的に実施することで PCRAM の作製方法を見直し、ナノレベルで動作機能を制御する新技術を完成させる。

平成19年度においては、①②③について研究を実施した。まず、 $\text{Ge}_2\text{Te}_2$ 、および  $\text{Sb}_2\text{bTe}_3$  の積層構造から構成される超格子構造相変化膜を原子レベルで制御しながら作製し、温度による構造変化を測定した。また、第一原理シミュレーションを用いて  $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{bTe}_5$  および  $\text{Ge}_4\text{Sb}_2\text{bTe}_7$ 、 $\text{Ge}_2\text{Sn}_2\text{Sb}_2\text{bTe}_5$  のシミュレーションを行ない、計算から導出された屈折率変化が実測結果と良く合うことが確認できた。これらの結果によって、我々の提唱する新原理に基づく相変化スイッチング機構を  $\text{GeSbTe}$  に替わる新規カルコゲン化合物の探索に利用できることが確認された。さらに、Low-k 材料の屈折率および熱伝導度を室温から300℃の高温領域で測定し、Low-k 材料の物性が温度に依存しないことを明らかにした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】半導体メモリ、相変化メモリ

【大項目名】ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発

【研究題目】超低消費電力および高ノイズ耐性を実現する新構造 MOS デバイス集積回路技術

【研究代表者】和田 敏美

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】鈴木 英一、坂本 邦博、遠藤 和彦、大内 真一（常勤職員5名）

【研究内容】

最も早く微細化限界の危機に直面すると考えられている SRAM の技術課題を解決することを目指し、微細化に伴う短チャネル効果に強い XMOSFET と、分離ダブルゲートを有ししきい値電圧制御可能な4T-XMOSFET をパスゲートのみに有効に組み合わせた新規 SRAM (Flex-Pass-Gate SRAM) セルの先行基盤技術開発を行い、その原理実証と本格開発に向けた課題抽出を行うことを研究目的としている。

研究計画としては、低消費電力と高ノイズ耐性、省SRAM セル面積、従来の SRAM 設計資産との整合性を持った SRAM 新回路構成を提供し、さらに、最適化したレイアウトを通して SRAM セルアレイレベルでの動作を実証していく予定である。

新提案 Flex-PG-SRAM を、低消費電力・高ノイズ耐性の観点から構成するトランジスタ構造および配置の最適化を進め、その動作安定度の詳細なシミュレーションを行った。その結果、読み出し余裕、書き込み余裕のいずれも、プレーナバルク SRAM に対してははるかに優れ、しかも、すべて3T-XMOSFET で構成した場合よりも優れていることを見出した。ゲート長、フィン厚のばらつきを考慮しても、Flex-PG SRAM は、高ノイズ

耐性を有することを証明した。これらの成果の一部は2007 CICC (Custom Integrated Circuit Conference) で注目論文に選定され発表した。

レイアウト設計を経て、パスゲートを4T-XMOSFET で、インバータを通常の3T-XMOSFET で構成される先行プロトタイプ（ハーフセル：3トランジスタ）の試作を進めており、4T-XMOSFET 部分だけ、RIE により選択的にゲートを分離する微細混載プロセスを確立した。試作デバイスによる、詳細な読み出し・書き込み余裕度向上の検証を進めている。いずれの余裕度も向上することの原理実証にはすでに成功している。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】4T-XMOSFET、SRAM、ノイズ耐性、パスゲート

【大項目名】ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発

【研究題目】シングルナノワイヤトランジスタの知識統合的研究開発

【研究代表者】金山 敏彦

(次世代半導体研究センター)

【研究担当者】多田 哲也、右田 真司、森田 行則（常勤職員3名）

【研究内容】

量子効果が顕在化する特性寸法が10 nm 以下のナノワイヤトランジスタを対象に、高精度なデバイス試作と電気的特性評価、物理計測評価解析、デバイスシミュレーションまでを含む計算科学的解析を、総合的に行い、ナノワイヤトランジスタの特性を予測し、ばらつきを最小化しながら特性を最大化するための構造・材料設計とプロセス制御を行える基盤的知識体系を、科学的な裏付けを持って構築する。

① シリコンナノワイヤ トランジスタ構造の作製

本プロジェクトの基盤要素であるシリコンナノワイヤ (SNW) 構造の作製技術を開発し、さらにソース・ドレインのためのシリサイド形成における課題抽出を行なった。

② Si(110)表面の平坦化

ナノワイヤトランジスタのチャネルは、(001)、(110)等の複数の面で構成されるため、これらの面を同時に平坦化するプロセスが必要となる。今回 Si(110)表面でも Si(001)の場合と同様に、ウェット処理と低温水素処理の組み合わせで、平坦なステップ・テラス形成を実現した。

③ STM 探針を電子源に用いた走査電子顕微鏡の開発

STM (走査トンネル顕微鏡) は構造観察だけでなく、デバイス中のポテンシャルを原子レベル分解能で定量計測できる、有効な手段であるが、測定対象が導電性である必要がある。絶縁体上にナノワイヤデバイスを作製した試料では、ナノワイヤ上に STM 探針を持っ



てくる手法が必要で、通常の STM 装置そのままでは、適用できない。そのため、STM を走査二次電子顕微鏡 (SEM) として用い、試料中のナノワイヤの位置を特定する方法を開発した。

- ④ Si ナノワイヤの欠陥評価・不純物ドーピング特性の解析と Si/SiO<sub>2</sub> 界面低温制御の研究開発

Si ナノワイヤデバイスの開発のためには、界面欠陥と不純物制御、特にナノ構造における不純物状態の特異性の解明が必須である。

本年度は、SiO<sub>2</sub>中に埋め込まれた Si ナノ結晶 (ナノドット) を作製し、ドナーとなる P 不純物のイオン注入効果について、電子スピン共鳴法、フォトルミネッセンス法、ラマン散乱測定により調べた。

- ⑤ 半古典輸送と量子輸送を融合したナノデバイス・シミュレーションの研究開発

非平衡グリーン関数法 (NEGF) をベースにした量子輸送シミュレータに、チャネル部に加えて高濃度にドーピングされたソースやドレイン領域に散乱散逸過程を導入し、散乱に伴った位相緩和を検討した。その結果、高濃度領域での位相緩和に電流特性が大きく依存することを明らかにした。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 ナノワイヤトランジスタ、表面平坦化、走査二次電子顕微鏡、非平衡グリーン関数法

〔研究 題 目〕 超稠密金属ナノギャップ不揮発性メモリの研究開発

〔研究代表者〕 清水 哲夫

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 内藤 泰久 (常勤職員1名)

〔研究 内 容〕

金属電極がナノメートルスケールで向かい合ったいわゆる、ナノギャップ構造を利用して、次世代超高集積不揮発性メモリの技術開発を行い、その特徴を最大限活用したデバイス構造を設計・作製し、あらゆる携帯機器や新情報家電の機能を飛躍的に発展できる究極の超稠密不揮発性メモリを開発する。そのために、メモリアレイの試作デバイスを開発・作製し、不揮発性メモリ動作の確認、評価を実施する。また素子としての基本性能の確認・評価を進め、金属ナノギャップ不揮発性メモリの早期集積化構造の開発を目指す。本研究開発は、京都大学および船井電機新応用技術研究所との共同実施の研究開発である。

共同実施先で試作した先端先鋭型ナノギャップ素子および集積化ナノギャップ素子の評価を開始し、素子構造に依存することなくこれまでと同様な不揮発な抵抗変化することを確認した。さらに、これまでで作製したナノギャップ素子を用いて、不揮発性メモリとしての基本性能の確認および評価を継続実施した。とくに、現象発現

箇所の特定およびデータの保持時間に関する技術開発を実施した。これにより、他の不揮発性メモリとの差異および優位性に関するデータを取得できた。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 不揮発性メモリ、ナノメートルギャップ

ーその他ー

〔研究 題 目〕 東南アジア及び東アジア地域の京都メカニズム適用可能性検証を目的とした二酸化炭素地中貯留ポテンシャル推定のための地質学的情報整備

〔研究代表者〕 松林 修 (地圏資源環境研究部門)

〔研究担当者〕 松林 修、棚橋 学、丸井 敦尚、鈴木 祐一郎、森田 澄人、後藤 秀作、奥田 義久、矢野 雄策、楠瀬 勤一郎 (常勤職員9名、他1名)

〔研究 内 容〕

東南アジア及び東アジア地域において、二酸化炭素の地中貯留を用いた京都メカニズムの適用可能性について検討するために必要な地質学的サポートデータを収集整備し、二酸化炭素地中貯留ポテンシャルの概要を把握した。平成17-18年度に実施した調査を発展させて東南アジアおよび東アジア地域に関する高精度化した地質情報整備およびモデリング解析を行い、貯留層の主要タイプ毎に評価基準を設定することにより同地域におけるデータのまとめを行った。京都議定書に規定された CDM (クリーン開発メカニズム) の事業として二酸化炭素の地中貯留が将来事業化されうる可能性地域を対象として、これまでに地質情報取得・交換の蓄積がある CCOP (東・東南アジア地球科学計画調整委員会) のメンバー国を中心とする各国の沿岸海域や沿岸陸域などについて、関連する地質情報および水理情報を広く収集した。収集した地質情報および水理情報の詳細な解析により地中貯留性能評価のための総括を行った。地中貯留ポテンシャル評価のキーとなる地層中の流体状況を把握するために、代表的な堆積盆を取り上げて堆積盆地地質構造解析及び水理地質学的モデリングによる地中貯留ポテンシャル推定のケーススタディを実施し、これら地域の貯留可能量の算定を試行した。その際に欧・米・豪などでの二酸化炭素地中貯留のポテンシャル評価法に関わる最新動向を参照した。以上の調査及び解析の実施により、将来における東南アジア及び東アジア地域の二酸化炭素地中貯留事業推進の基準となる政策的基盤情報を得ることを目的とした。

〔分 野 名〕 地質

〔キーワード〕 二酸化炭素地中貯留、東南アジア、東アジア、CO<sub>2</sub>地中貯留ポテンシャル、堆積盆シミュレーション

〔研究 題 目〕 ユビキタスネットワーク向けセキュア

セットコントロール技術の研究開発および情報漏えいに堅牢な認証・データ管理方式とそのソフトウェアによる安全な実装・検証手法に関する研究開発

〔研究代表者〕 古原 和邦

(情報セキュリティ研究センター)

〔研究担当者〕 古原 和邦、大岩 寛、大塚 玲、高木 浩光、萩原 学、北川 隆、渡邊 創、辛 星漢、繁富 利恵、今福 健太郎（常勤職員10名）

〔研究内容〕

情報技術の社会基盤化にともない、情報システムに起因する事故が、経済活動全体の停滞や国民全体の生命・財産そのものに関わるリスクをもたらしかねない状況が生まれつつある。そこで、本テーマでは、これまでの対症療法的な対策だけではなく、長期的な視点に立って、根本的な問題解決を目指した以下の研究開発を実施している。

(1) ユビキタスネットワーク向けセキュアセットコントロール技術の研究開発

ユビキタスネットワーク関連分野の企業と連携し、次世代の信頼性の高いユビキタスネットワークを構築する基盤技術の研究開発及びその確立を目指している。昨年度より、特に有効性が高い2分野である電子決済（非接触 IC カード）と RFID に絞って研究開発を行い、今年度では、これまで開発してきた基礎技術を統合し、制御系を中心にした自動車全体のセキュリティ・アーキテクチャを開発した。また本研究で得られたハードウェアセキュリティに関する知見は、今後耐タンパー技術の統一的な安全性検証に活用できる、非常に有用なものである。

(2) 情報漏えいに堅牢な認証・データ管理方式とそのソフトウェアによる安全な実装・検証手法に関する研究開発

情報漏えいに堅牢な認証・データ管理方式のプロトタイプをオープンソース・ソフトウェアとして公開できるレベルにまで高めることを目的としており、そのプロトタイプを使うことで実現できる高い安全性と利便性を体験するためのデータ管理アプリや安全な通信路を作成するアプリの検討を行っている。本年度は、認証・データ管理方式のサーバの負荷と通信量を削減する新手法、漏えい情報有無の特定手法、応用例などの検討を行うと共に、安全性検証機能付き C 言語処理系については、Fail-Safe C コンパイラの標準ライブラリ関数を充実させ、コンパイラの完成度を向上させた。本コンパイラはオープンソース・ソフトウェアとして公開する。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 ユビキタスネットワーク、電子決済、RFID、情報漏えい、認証、データ管理、

コンパイラ

〔研究題目〕 暗号モジュールの実装攻撃の評価に関する調査研究

〔研究代表者〕 今福 健太郎

(情報セキュリティ研究センター)

〔研究担当者〕 今福 健太郎、佐藤 証、大塚 玲、張 鋭、Kirill Morozov（常勤職員5名）

〔研究内容〕

高度情報通信ネットワーク社会が現実のものとなり、我が国の国民生活・社会経済活動において情報技術への依存度が高まってきている一方で、情報技術の社会基盤化に伴い、大規模な情報システム障害や大量の個人情報の漏えい等が社会問題化し、情報セキュリティ対策を強化する必要性が認識されつつある。

この情報セキュリティ対策強化のためには、適切な暗号アルゴリズムを実装した暗号モジュールの安全性・信頼性の確保が重要であり「セキュア・ジャパン2006（平成18年6月15日情報セキュリティ政策会議決定）」においても、安全性・信頼性の高い暗号モジュールの利用を推進するため、暗号モジュールの認証に係る枠組みを新たに整備することとしている。

これらの状況を背景とし、本事業では、標準暗号アルゴリズムを実装した専用 LSI および測定用評価ボードの開発を行っている。脅威となる実装攻撃に関する実証実験を行うことにより、暗号モジュールのセキュリティ要件、試験要件及び判定基準を3ヶ年計画で策定し、当該成果が我が国における暗号モジュールの認証に係る枠組みに活用されるとともに、今後の ISO 化等国際標準化活動に資することを目的としている。

初年度（平成18年度）に行った、専用 LSI 設計および試験環境整備の準備として、回路情報が変更可能なハードウェア FPGA(Field Programmable Gate Array)を用いたサイドチャネル攻撃用標準評価ボード（以下 SASEBO:Side-channel Attack Standard Evaluation BOard）を開発した。引き続き、平成19年度はその FPGA ボードを用いた実験によって得られた知見を基に、以下の研究開発を行った。

- (1) 標準暗号アルゴリズムを実装した専用 LSI 等の開発  
ISO/IEC 18033 (Information technology- Security techniques - Encryption algorithms) Part3: Block ciphers に掲載された全てのアルゴリズム Triple DES(Data Encryption Standard), AES(Advanced Encryption Standard), MISTY1, Camellia, SEED, CAST を実装した CMOS ASIC ライブラリによる専用 LSI および測定用評価ボード(SASEBO-R)の設計と実装を行い、実機による動作確認を行った。また、平成18年度とは異なるアーキテクチャを有する FPGA の評価ボード(SASEBO-B)も設計し実装を行った。

## (2) 専用 LSI への実装攻撃解析環境の開発

標準暗号アルゴリズムを実装した専用 LSI への実装攻撃に対する安全性評価に必要なデータ収集を行う標準的な解析環境を構築するための基本設計を行い、平成18年度に開発した FPGA ボード SASEBO を用いた実験を行った。また SASEBO に AES 暗号を実装した暗号モジュール SASEBO-AES を開発し、ISO/IEC 19790の一致規格 JIS X 19790 に基づく「暗号モジュール試験及び認証制度(JCMVP)」においてハードウェアモジュールとしては初めての認証を取得した。

## (3) 暗号モジュールのセキュリティ要件等に関する調査

諸外国における暗号モジュールに係る国際会議への参加及び関係機関との情報交換を行うとともに、暗号モジュールのセキュリティ要件、試験要件及び判定基準の策定に必要となる各種文献や Web 等を活用して暗号モジュールの評価に係る調査を行った。また国内外の研究機関と連携し統一プラットフォーム上でのサイドチャネル攻撃実験を通じて新たな評価指針策定を遂行するため、標準評価ボード SASEBO の配布を行った。その結果、数多くの論文発表が行われている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、暗号モジュール、サイドチャネルセキュリティ、安全性評価

【研究題目】平成19年度海洋石油開発技術等調査（大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査に係る高度地質解析）

【研究代表者】飯笹 幸吉（地質情報研究部門）

【研究担当者】飯笹 幸吉、石塚 治、岸本 清行、  
柵橋 学、西村 昭、下田 玄、  
角井 朝昭（常勤職員7名、他5名）

## 【研究内容】

本受託研究は、事業名「平成19年度海洋石油開発技術等調査（大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査に係る高度地質解析）」として、日本周辺における大陸棚延長の可能性のある海域において、「資源地質調査及び層序区分調査のデータの高度地質解析を行うとともに、大水深域における資源探査技術及びデータの蓄積を図る」ことを目的として、以下の事業内容を実施した。

分析技術の高度化・整備等では、わが国の大陸棚延長海域に数多く分布している海山の形成過程を正確に把握するため、海山を形成している火成岩類などの微量元素、特にアルカリ金属元素、アルカリ土類元素、希土類元素、HFS 元素等について、採取された微量の試料を高精度で分析するため、誘導結合プラズマイオン源質量分析計(ICP-MS)の導入を行った。

今年度採取基盤岩試料の分析及び過年度採取試料の再分析と、既存データの解析より、以下のようなことが明らかになった。

## 1) 九州・パラオ海嶺東縁部（四国海盆内に連続する海

脚等）の試料はいずれも島弧火山岩の特徴を持つ。

2) 九州・パラオ海嶺と Central Basin Fault 会合部付近のやや enrich した玄武岩類は29.5-30 Ma の年代値を示す。一方、他の地域の玄武岩と似た組成の玄武岩類はやや若く25-27 Ma 前後の年代を示すように見える。

3) 紀南海底崖地域の火山岩類（玄武岩類）の大部分は、島弧的な特徴を持つ。また、四国海盆東半部の孤立した海山も島弧マグマティズムにより形成されたと考えられ、四国海盆拡大停止直後は、いまよりはるかに西側まで島弧火山活動が起きていたことが明らかになった。

4) 南硫黄島海脚周辺及び伊豆弧南部の背弧海山から得られた年代値は、この地域の火山活動が Parece Vela Basin の背弧拡大停止後、マリアナトラフのリフティング開始前に起きたことを示している。

5) 西フィリピン海盆地域から得られた玄武岩類は大きく3つに分類される。a) N-MORB 組成に極めて近い玄武岩、b) いわゆる E-MORB 組成に近い玄武岩類、c) いわゆる海洋島玄武岩の組成に類似した特徴を持つ玄武岩類である。N-MORB に近い組成を持つ玄武岩類は、他のフィリピン海盆地の玄武岩類の同位体組成範囲に入る。一方、E-MORB 組成を持つ玄武岩類は、他のフィリピン海盆地の岩石と異なり、より radiogenic な値を持ち、かつ同位体組成範囲が広い。海洋島玄武岩に類似した組成を持つ玄武岩については、試料により大きく異なる組成を示し EMI に近い組成を持つもの(OK616)や、沖大東海嶺西部や南大東海盆のアルカリ岩に近い組成を持つ試料が見られた。

6) 長寿海山群に属する海山(DA411)でも火山岩が採取された。この岩石は特徴的に角閃石を含む玄武岩で極めてアルカリや Ti に富む特異な組成を持っている。同位体組成は他の長寿海山群試料と同様の組成を示している。

地球科学情報三次元可視化では、日本南方の太平洋プレートから伊豆・小笠原海溝、伊豆・小笠原弧、四国海盆、パレス・ベラ海盆、九州・パラオ海嶺、大東海嶺群域で実施された大水深基礎調査及び海洋研究開発機構による反射法地震探査で取得された地震探査データおよび地質採取試料の情報を収集、編集し、海洋資源地質情報可視化システムを用いて地質解析を実施し、大陸棚延長申請案作成のための地質解析作業を実施した。

大水深事業において採取された試料に関し、多量の地質試料のコアライブラリーにおける収納位置、海域における採取位置、採取試料の記載等の有機的な結合を行い、種々のデータを一元的に管理するデータベースを構築した。

【分野名】地質

【キーワード】アルカリ玄武岩、島弧、海嶺、火山、マ



グマ、四国海盆、年代、同位体、  
MORB、海洋島、可視化、三次元

【研究題目】大水深基礎調査（資源ポテンシャル）に係る共同研究

【研究代表者】飯笹 幸吉（地質情報研究部門）

【研究担当者】飯笹 幸吉（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

フィリピン海プレート上の伊豆・小笠原弧、九州・パラオ海嶺及びその西方海域の奄美海台、大東海嶺、及び沖大東海嶺を含む周辺海域における熱水鉱床生成の可能性を把握するために、主に堆積物試料中の重鉱物分析を行った。その結果、硫化物、硫酸塩の総重量は概して0.0 nwt.%以下と極めて少量であるものの、鉱物組成及びその組織の多様性が明らかになった。同定された重鉱物粒子の中には、方鉛鉱—砒四面銅鉱、黄銅鉱—閃亜鉛鉱、黄銅鉱—黄鉄鉱、黄鉄鉱—重晶石などのいずれかの鉱物組み合わせをもつ粒子が存在している。また、ペレット状黄鉄鉱あるいは放射状集合体を示す重晶石も認められている。一方、海山の掘削試料中に熱水活動に伴う珪化作用、熱水性マンガン酸化物が観察されている。本研究の試料中に検出された硫化物及び熱水溶液が急冷されて形成されたと推定される鉱物組織の存在から、また試料がカルデラ、トラフ、海山周辺の断層崖などの構造的に活動的な場から採取されていることなどから、本海域内には過去に形成された硫化物鉱床が存在する可能性が高いと推定される。

【分野名】地質

【キーワード】熱水活動、ペレット、鉱化作用、重鉱物、硫化物、構造、海嶺、海山、カルデラ、トラフ、断層

【研究題目】大水深基礎調査（地質構造調査）に係る共同研究

【研究代表者】西村 昭（地質情報研究部門）

【研究担当者】西村 昭、中澤 努、山崎 俊嗣、森尻 理恵、石原 丈実（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

石油天然ガス・金属鉱物資源機構が実施した大水深事業により採取された試料について、石油天然ガス・金属鉱物資源機構との共同研究を実施し、分析・解析を行うとともに、それに基づく解釈を行った。

「石灰岩の形成年代に関する研究」では、海底掘削装置（BMS）等で採取された石灰岩の堆積環境とその年代から過去の浅海環境の実態とその後の海山等の構造運動の解明を目標としている。平成19年度採取の11地点のコア試料の記載・薄片観察・大型有孔虫類の同定・ストロンチウム同位体比層序学的検討を行った。大東海嶺域の後期始新世～前期漸新世、小笠原海台域の白亜紀の浅

海性石灰岩の分布・年代を明らかにした。大水深事業以外でのフィリピン海域で採取され報告のある石灰岩試料の文献調査を行い取りまとめた。

「フィリピン海から採取されたコアの古地磁気」では、コア試料の古地磁気データからフィリピン海プレートの古緯度変化として、その北上史を検討した。堆積岩試料での古地磁気測定データに一定の評価基準を設定して、信頼性を向上するとともに、これまでの年代の空白時期の測定データを追加した。フィリピン海プレートは、20 Ma までに北上をほぼ終了していたというこれまでの結果がより確度の高いモデルであることが明らかになった。

「重力データの三次元解析」では、伊豆—小笠原弧の重力データを処理・解析を行い、重力異常図にまとめた。反射法地震探査結果を用いた堆積層の厚さも考慮した地殻の構造を解析した。北緯30度以北の七島・硫黄島海嶺から西七島海嶺にマントルブーゲの大きな低異常があり、20 km 程度の地殻厚さを推定するとともに、前弧の基盤の高まりに沿う高密度の地殻の存在の可能性を示唆する結果を得た。小笠原海台周辺域の磁気異常データの解析に、2.5次元モデルを適用して磁性体の強度・磁性方向・磁化層の厚みと深さの推定を行った。

【分野名】地質

【キーワード】海洋地質調査、海山、海底年代、プレート運動、地殻構造

【研究題目】大水深基礎調査（層序区分調査）に係る共同研究

【研究代表者】石塚 治（地質情報研究部門）

【研究担当者】石塚 治、湯浅 真人（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

本研究は大水深事業の調査海域であるフィリピン海海域およびその周辺の小笠原海台や南鳥島周辺海域において、採取された地質試料に関する地球科学的分析データをもとに、各海域におけるマグマ活動およびマントルダイナミクス等を含めた火成活動史を把握することを目的としている。19年度の成果として、1) 九州パラオ海嶺東縁部（四国海盆内に連続する海脚等）の試料はいずれも島弧火山岩の特徴を持つ。2) 紀南海底崖地域の火山岩類（玄武岩類）の大部分は、島弧的な特徴を持つ。また四国海盆東半部の孤立した海山も島弧マグマティズムにより形成されたと考えられ、四国海盆拡大停止直後は、いまよりはるかに西側まで島弧火山活動が起きていたことが明らかになった。3) 西フィリピン海盆地域から得られた玄武岩類は大きく3つに分類される。a) N-MORB 組成に極めて近い玄武岩、b) いわゆる E-MORB 組成に近い玄武岩類。c) いわゆる海洋島玄武岩の組成に類似した特徴を持つ玄武岩類。

N-MORB に近い組成を持つ玄武岩類は、他のフィリピン海の内海盆底の MORB に近い組成を持つ玄武岩類の

同位体組成範囲に入る。一方 E-MORB 組成を持つ玄武岩類は、他のフィリピン海盆の岩石と異なり、より radiogenic な値を持ち、かつ同位体組成範囲が広い。海洋島玄武岩に類似した組成を持つ玄武岩については、試料により大きく異なる組成を示し EMI に近い組成を持つもの(OK616)や、沖大東海嶺西部や南大東海盆のアルカリ岩に近い組成を持つ試料が見られた。

【分 野 名】地質

【キーワード】大水深事業、火成活動史、フィリピン海

【大 項 目 名】中小企業産学連携製造中核人材育成事業

【研究 題 目】ナノマイクロ量産化技術と応用デバイス製造に関する新事業開拓イノベーション人材育成事業

【研究代表者】前田 龍太郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】前田 龍太郎、高橋 正春、市川 直樹、宮澤 伸一、田中 孝子、児玉 廣之、近森 邦夫(常勤職員3名、他4名)

【研究 内 容】

高付加価値ものづくり戦略の核心を担うナノ製造や微小電気機械システム(MEMS)を核にシステム化とビジネス化を国際的に取り組める人材育成を目的とする。現在限られた大学や研究機関でしか触れることのできない、最新のものづくり技術(MEMS、精密ナノ加工、設計シミュレーション・評価技術)について実習を中心に学ぶことにより、各地域のニーズやポテンシャルを生かし、情報家電や健康管理センシング、人工物モニタリング、光センシングネットワークやロボット応用について、エレクトロニクスや IT、ビジネスにも精通した起業や新事業開拓を目指す国際人材を育成することを目的とする。

平成19年度は目標となる育成人材像を確立し、育成人材の目標到達のためのプログラムを開発した。既存のプロジェクトの成果や開発したプログラムにて実践教育の一部を公設試験所や地域企業の関係者に対して行うとともに、教材や教育法の検討を業界団体の協力を得て行い開発する人材育成プログラムの目的合理性について評価を行った。また、事業終了後の自立化や全国的な範囲での事業実施に対する検討を行った。

上記の目標とする人材像を受けて、それを育成するためのプログラム開発委員会を各地域に設置し、カリキュラムの全体設計、MEMS コア技術のプログラム開発、流体エネルギー・ナノバイオ技術、センサデバイス技術・光デバイス技術・実装応用技術、ビジネス・ソフト周辺技術の教材・講義を開発し、評価検討した。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】人材育成、ナノ製造、MEMS、流体エネルギー、ナノバイオ

【大 項 目 名】平成19年度原子力発電施設等安全性実証解析等

【研究 題 目】原子力発電施設等社会安全高度化原子力施設内非放射線災害防止調査

【研究代表者】中山 良男(環境管理技術研究部門(爆発安全研究コア))

【研究担当者】松村 知治、若林 邦彦、黒田 英司、高柿 大輔、堀川 貴広、小泉 富士子(常勤職員2名、他4名)

【研究 内 容】

原子力発電施設等の配管系の安全性実証において、水素-酸素の混合ガスが配管内部で燃焼する場合を想定し、燃焼エネルギーと配管の変形量の関係と配管への衝撃負荷過程を解明するために、関連する基礎的データを収集した。実施した調査項目の概要を以下に示す。

(1) 配管系の動的衝撃特性評価

粉状爆薬を用いて配管内での酸水素混合気爆発を模擬した実験を実施し、歪み等の動的衝撃特性に関するデータを取得した。また、原子力発電施設における実機の運転状況を模擬することを目的として、高温に加熱した配管を用いた爆発実験を行い、配管初期温度と動的歪み量の関係を明らかにした。

(2) 可燃性混合気の爆発影響評価

水素と酸素の可燃性混合気の爆発エネルギーを精度良く評価するために、可燃性混合ガス気泡を着火爆発させ、初期に発生する衝撃波や第2波に相当するバブルパルスに関するデータを収集した。配管内で可燃性混合ガスが爆発した場合の配管に与える衝撃挙動については、配管壁に圧力計や歪みゲージを設置し、管内を伝播する衝撃波および歪みの距離減衰状況に関するデータを収集した。

(3) 高圧酸素雰囲気での水素燃焼評価

高圧・高温下での水素と酸素の予混合気の自着火限界、および白金触媒が着火温度に及ぼす影響を検討した。水素と酸素の混合割合、初期圧力(約2~10 MPa程度)、初期温度(常温~触媒使用時250℃、無触媒時600℃)等の諸条件(水蒸気添加含む)下で、白金の形状を変えて、非着火の表面反応も含めて着火の有無に関するデータを収集した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】原子力発電施設、水素、酸素、爆燃、爆轟、配管、衝撃特性、水中爆発、歪み、白金、触媒、自着火、高温、高圧、水蒸気

【研究 題 目】地下水の賦存量及び採取実態調査

【研究代表者】丸井 敦尚(地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】丸井 敦尚(常勤職員1名、他5名)

【研究 内 容】

本研究調査では、日本列島に賦存する地下水資源の量

を解析的に求め、同時に工業用水資源と重複する水溶性ガス田に関する実態調査を実施した。前者では、日本列島全域から海洋への地下水流出量が海底湧出地下水の総量に一致するとの前提に立ち、これを利用可能な地下水資源と位置づけて、全国109の一級河川ごとにその量を求めた。これにより、全国レベルで、かつ統一的な基準を使って地下水資源量を把握することができた。その結果、東北・北海道地方の日本海側で水資源が乏しく、九州や四国で比較的水資源の多いことが判明した。水溶性ガス田に関する実態調査では、先ず、新潟平野・静岡平野(大井川河口)・沖縄(本島南部地域)地域において地下水の資源量調査結果、新たに実施した地下水流動解析、ガス胚胎層の3次元的分布をオーバーレイして図化した。さらに、南関東地方において、水溶性ガス田上で操業する企業1774社に対して地下水管理のアンケート調査を実施し、その利用や保管に関する安全性を確認した。

【分野名】地質

【キーワード】地下水、南関東ガス田、地下水賦存量、列島海岸海底地下水流出図

【大項目名】石油精製業保安対策事業

【研究題目】水素エネルギー利用に伴う材料使用基準に関する調査研究

【研究代表者】福山 誠司  
(水素材料先端科学研究センター)

【研究担当者】飯島 高志、今出 政明、安 白、  
張 林、大場 俊幸、横川 清志  
(計測フロンティア研究部門)  
(常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

目標：

水素社会実現に向けた技術開発や実用化の取り組みが進められていますが、水素利用の拡大に伴い種々のトラブルも発生しており、高圧水素化での金属材料が厳しい劣化条件に曝されていることが判明しつつあります。本調査研究事業では、各種汎用材料における水素脆化のデータを蓄積することにより、安価で使いやすい汎用材料を水素エネルギーのために利用する際に、どのような条件が必要とされているかについて調査・研究します。

研究計画：

金属材料の水素脆化評価試験を実施するため、脆性の側面や材料の優位性などを勘案して、候補材料として評価試験を要する汎用材料の選定を行います。また、実用温度域を勘案して、今後水素脆化評価の測定を実施していく上で基本となる試験条件を、具体的な試験を行いデータを取得することで決定します。

年度進捗状況：

調査対象とする汎用材料は、SUS304、SUS316、SUS316L、SUS316LN、SUS310S オーステナイト系ステンレス鋼、SUH660鉄基合金、A5083、A6061-T6、

A7075アルミニウム合金を選定しました。水素脆化評価を行う試験条件は、低温域における水素脆化評価としては常に内部可逆水素脆化と水素ガス脆化を勘案すべきで、歪み速度条件として $10^{-5}\text{s}^{-1}$ を決定しました。水素チャージしたオーステナイト系ステンレス鋼の低温における内部可逆水素脆化は  $\text{SUS310S} \approx \text{SUS316L} < \text{SUS316LN} < \text{SUS316} < \text{SUS304}$ の順に大きくなりました。水素の影響は200K近傍で最大になりました。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】汎用材料、水素ガス脆化、内部可逆水素脆化、低温

【大項目名】平成19年度医療機器開発ガイドライン策定事業

【研究題目】医療機器に関する技術ガイドライン作成のための支援事業

【研究代表者】赤松 幹之(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】本間 一弘、山根 隆志、田口 隆久、  
鎮西 清行、岡崎 義光、木山 亮一  
(常勤職員7名、他6名)

【研究内容】

円滑な医療機器の開発と迅速な承認審査を目的に、ナビゲーション医療分野(手術ロボット)、生体埋め込み型材料分野(生体親和性インプラント)、再生医療分野(細胞シート)、の3課題に関する医療機器としての定義、安全性や性能の評価方法などを、また、昨年度において開発ガイドラインを提案した体内埋め込み型能動型機器分野(高機能人工心臓システム)とテーラーメイド医療用診断器分野(DNAチップ)に関しては提案した内容に基づく標準化を推進した。

これらの結果、6件の開発ガイドライン(「ナビゲーション医療分野(共通)」、「骨折整復支援システム」、「脳腫瘍焼灼レーザスキャンシステム」、「ハイブリッド型人工骨・骨補填材」、「次世代(高機能)人工股関節」、「ヒト細胞培養加工装置についての設計」)を提案した

([http://www.meti.go.jp/policy/mono\\_info\\_service/service/iryou\\_fukushi/index.html](http://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/service/iryou_fukushi/index.html))。また、DNAチップおよび高機能人工心臓システムに関しては、標準化すべき内容を提言し、報告書にまとめた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】医療機器開発ガイドライン、手術ロボット、高機能人工心臓システム、生体親和性インプラント、細胞シート、DNAチップ

【研究題目】二酸化炭素隔離技術の普及方策に関する国際的動向調査

【研究代表者】西尾 匡弘  
(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】赤井 誠(エネルギー技術研究部門)、



原田 晃、鈴木 昌弘、山田 奈海葉  
(環境管理技術研究部門)、  
楠瀬 勤一郎、當舎 利行、相馬 宣和、  
安川 香澄 (地圏資源環境研究部門)

【研究内容】

2005年9月に発行された IPCC の特別報告書などを契機に、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) の回収貯留技術 (CCS) は注目を集めつつあり、地球温暖化ガス削減対策の重要なオプションの一つとして位置づけがなされつつある。その動きは、国連気候変動枠組み条約締約国会合、京都議定書締約国会合、温室効果ガス制御技術国際会議などの温暖化対策に対する国際的な枠組みの中でも重要な検討課題となっている。ここでは、国内外の関係機関における CCS の普及促進策及びその法的取り扱いに関する情報収集を図り、CCS の普及に至る方策を検討することを目的とする。

具体的には、我が国において重要なポテンシャルを有する海底地下貯留技術を中心として、①ロンドン条約および議定書、OSPAR 条約などの海洋汚染防止関連条約における CCS の取扱い、②諸外国における CCS 関連技術の推進に関する制度の精査、③CSLF、IPCC 等国際的な会合における CCS に関する評価、④経済産業省における二酸化炭素回収・貯留研究会 (CCS 研究会) を中心とした議論などについて調査分析し、我が国における CCS の事業展開に向けた方策を検討した。CCS の社会受容性に関する状況の把握を行い、今後の課題について論じた。

【分野名】環境・エネルギー、地質

【キーワード】CCS、二酸化炭素回収・貯留、ロンドン条約、IPCC

【大項目名】平成19年度地球温暖化問題対策調査

【研究題目】二酸化炭素隔離技術の普及方策に関する国際的動向調査

【研究代表者】原田 晃 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】鈴木 昌弘 (環境管理技術研究部門)、  
赤井 誠 (エネルギー技術研究部門)、  
西尾 匡弘 (エネルギー技術研究部門)、  
楠瀬 勤一郎 (地圏資源環境研究部門)、  
當舎 利行 (地圏資源環境研究部門)、  
安川 香澄 (地圏資源環境研究部門)  
(常勤職員6名)

【研究内容】

二酸化炭素隔離技術 (CCS) の普及に資するために国際・国内における活動状況を調査し、さらに国際的な法整備の動向を含めた社会的受容性に関する状況を整理・把握することにより、今後必要となる技術普及方策の検討を行った。IPCC、IEA/CSFL、IEA/CERT、IEA/GHG などの国際会議、委員会の場において CCS に関連した議論の動向を把握するとともに、各国の関係

者へのヒヤリングを通して情報の収集を行った。CCS の IPCC ガイドラインの取り扱いに関しては、国際的な認知の獲得という観点から、COP/MOP、SBSTA、CDM 理事会などの関係会合を含めて各国の動向を調査した。また、2006年11月に海底地下層中への二酸化炭素貯留の実施を認める改訂が承認されたロンドン条約1996年議定書については、その環境影響評価に関わる実行上のガイドライン (CO<sub>2</sub>WAG) の策定作業に参加して詳細な情報収集を行った。国内でも、2007年に1996年議定書への批准に向けた海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律が改正されるとともに同条約へ批准した。これに関係する委員会、審議会等での議論の状況を取りまとめて、技術普及の現状を把握するとともに、我が国における CCS 制度のあり方と CCS の産業展開 (ビジネスモデル) に向けた検討を実施した。

【分野名】環境・エネルギー、地質

【キーワード】地球温暖化、温暖化対策技術、二酸化炭素回収隔離 (CCS)、国際動向、ロンドン条約1996年議定書

【大項目名】平成19年度中小企業支援調査

【研究題目】アジアにおける模倣品に係る安全・環境面からの影響調査事業

【研究代表者】是永 敦

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】是永 敦、三宅 晃司、間野 大樹、  
小川 隼人 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

東アジアにおける経済成長が著しく、世界経済の中核となりつつある状況において、知的財産権の保護をはじめとする世界基準のルールに則ったフェアな通商が行なわれることが必須であるが、東アジア圏においては、いわゆる模倣品が多く出回り、日本企業もその害を被っている。これまで模倣品といえば、バッグや時計などのいわゆるブランド品、ゲームや家電製品など、一般消費者向けの製品がメディアなどを通じて知られているが、一般機械・産業機械や運輸・運搬機械、電子・電気機器などの模倣被害率が雑貨に次いで高い水準にある。産業機械や運輸機械、電子機器など、広い分野の知的財産を保護することは、コスト競争で厳しい環境下にある日本の産業競争力を維持する観点だけでなく、エネルギー効率、安全の観点からも重要である。本調査では、中華人民共和国において製造された転がり軸受の模倣品について、その品質・性能を調査し、安全性および環境に対する影響を分析することを目的とする。

調査期間が極めて短いため、本調査では、軸受の形状・寸法などの精度調査、運転時の騒音・AE 調査、非金属介在物や硬度などの材料調査、少サンプルによる寿命比較に絞って行なった。

その結果、形状・寸法については、呼び番号の精度記

号を満たさないものや、ISO 規格から外れるものも多く見られ、ばらつきも大きかった。また、表面粗さや真円度などの形状についても、日本製品に比べてかなり劣るものであった。騒音、AE については、前述の寸法形状の低品質性に起因すると思われる、大きなレベルのものが測定された。軸受寿命についても模倣品の方が短く、同様の原因と思われる。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 転がり軸受、模倣品、精度、騒音、寿命

【大 項 目 名】 平成19年度中小企業支援調査

【研究 題 目】 安全知識循環型社会構築事業

【研究代表者】 山中 龍宏（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】 山中 龍宏、持丸 正明、西田 佳史、  
本村 陽一、多田 充徳  
（常勤職員4名、他1名）

【研究 内 容】

これまで産総研で開発してきた事故サバイランス技術を用いて病院（国立成育医療センター）で事故情報を収集する体制を整備し、1,112件の事故情報を収集した。社会的なニーズが高く、その対策が早急に望まれる事故事例として、プール排水口による吸い込まれ事故、指はさみ事故、転倒転落事故を取り上げ、各事例に対して、その原因究明や対策法の開発を行った。プール排水口事故に関しては、被害者、日本体育施設協会、自治体の協力を得て、過去の事故事例の収集、3次元スキャナーを使用した典型的な旧型プールの形状計測、事故予防コンテンツの作成を行った。指はさみ事故に関しては、これまでに産総研で開発してきた指の有限要素モデルを用いて、432種類の建具にはさまれた時の鉛パイプ（外径10 mm、肉厚2 mm、長さ50 mm）の変形度合いを調査し、新たな指はさみ危険の評価方法として、安価な鉛パイプを使って手早く危険を評価する方法を開発した。転倒転落事故の解析に関しては、子どもの頭蓋骨（2歳）を CT で計測し、頭蓋骨モデルを作成した。さらに、被災者（1歳11ヶ月）の骨格寸法に合うように頭蓋骨モデルを修正し、転落シミュレータ（有限要素解析など）で転落時の頭蓋骨や脳への影響（応力、脳内圧力、自動車安全分野の指標（HIC）等）を分析し、低コストな対策法の開発とその効果予測を行った。例えば、頭部が障害を受ける可能性のある接地面を、コンクリートからゴムに変えると、衝撃は89%減少し、重篤な頭部傷害に至る危険が大幅に減るなどの知見を得た。先生・生徒が流動的である学校環境下での安全対策法を開発するために、ヒヤリ・ハットの情報を蓄積するための地図を作成した。集められた事故データを用いて算出した事故統計や事故予防コンテンツをホームページで公開した。医療関係者を対象とした傷害情報の聞き取り方やその意義を解説した DVD を作成し、配布した。一般保護者に対

象に、傷害情報の提供を呼びかけるパンフレットを作成した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 デジタルヒューマン、子どもの事故予防、  
事故サバイランス、事故予防コンテ  
ツ、事故原因究明

②【文部科学省】

ー科学技術振興調整費ー

【研究 題 目】 分散コンポーネント型ロボットシミュ  
レータ

【研究代表者】 比留川 博久（知能システム研究部門）

【研究担当者】 金広 文男、中岡 慎一郎、横井 一仁、  
服部 静子（常勤職員4名、他1名）

【研究 内 容】

OpenRTM-aist-0.4.0を一般に公開し、各所からのフィードバックに基づき、シミュレータ用の実行コンテキストの改良、対応プラットフォーム強化、ドキュメント・マニュアルの改訂を行った。また、シミュレータ GUI が Java 実装であることを考慮し、RT ミドルウェアおよびコンポーネントフレームワークの Java への移植を行った。Java 言語で RT コンポーネントが実装可能になったため、Java で実装されているシミュレータの GUI 部品などを RT コンポーネントとして実装することも可能となり、今後シミュレータ全体を本フレームワークで統合することがより容易になった。

力センサ、角速度センサ、加速度センサ、視覚センサ等のセンサシミュレータの開発を完了した。力センサ、角速度センサ、加速度センサについては、動力学計算エンジンに、センサの設置位置の力、角速度、加速度を読み出す機能を追加することにより実現した。視覚センサシミュレータについては、カメラの設置位置から見た透視図をグラフィックエンジンのレンダリングに基づいて取得する方法を用いた。

実験とシミュレータの実用的な等価性については、動的な動作・ロボットと環境との接触状態の変化・ロボットと環境との衝突を含むヒューマノイドロボットの動作について検証を行った。開発したセンサシミュレータを利用して、力センサ、角速度センサ、加速度センサのシミュレーション結果と実験結果を比較し、実用的な等価性が実現されていることを実証した。

実験とシミュレータとの等価性の検証過程で、本シミュレータのコントローラを RT コンポーネント化するために開発したコントローラブリッジの実行効率が良くなることが明らかになった。そこで、コントローラブリッジの構成を見直し、実行効率の向上を実現した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 動力学シミュレータ、RT ミドルウェア

【研究 題 目】 1遺伝子可視化法による遺伝子ベクター

### 創製、イメージング用テラーメイド量子ドットの開発

【研究代表者】 原島 秀吉（北海道大学大学院・薬学研究科・教授）

【研究担当者】 石川 満、Vasudevan Pillai BIJU、Aziz Abdul ANAS  
（健康工学研究センター）  
（常勤職員2名、他1名）

#### 【研究内容】

本研究の代表機関である原島研究室で開発した共焦点レーザー顕微鏡による画像解析法と、量子ドット蛍光標識法を組み合わせ、遺伝子ベクターが細胞膜を透過して、細胞質内を拡散し、核内に移行し、核内で遺伝子がそれを担持している超分子から解離するまでの素過程を定量的に評価する系を確立することが本研究の目標である。

前年度実施したドナーとアクセプタの両方を含むプラスミド DNA (pDNA) と DNA を凝集させる作用があることが知られているプロタミンタンパク質との相互作用による蛍光共鳴エネルギー移動 (FRET) の変化の解析から、効率のよい FRET に必要なドナーとアクセプタのモル比と pDNA との相互作用に有効なプロタミンの濃度を評価する。このような評価で得られた知見に基づき、量子ドット (ドナー) で標識した pDNA と有機蛍光色素 (アクセプタ) で標識したプロタミンおよびポリロタキサン等の DNA を凝集させる化合物との相互作用を可視化するための FRET 系を調製することが今年度の研究計画である。

今年度の進捗は以下の通りである。

量子ドットと色素の濃度比を変化させて、pDNA を量子ドット (ドナー) と蛍光色素 (アクセプター) で2重標識型の FRET 系を調製した。プロタミンなしでも、pDNA がスーパーコイル構造を呈しているために FRET 現象が発現していることを確認した。さらに、上記2重標識 pDNA とプロタミンの複合体を調製して、その蛍光画像を解析した。その結果、量子ドット表面が負電荷を帯びてプロタミンによる pDNA を凝集させる効果を妨げている可能性を見出した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子ベクター、量子ドット

#### 【研究題目】 環境と作業構造のユニバーサルデザイン

【研究代表者】 大場 光太郎（知能システム研究部門）

【研究担当者】 音田 弘、北垣 高成、谷川 民生、金 奉根（常勤職員5名、他3名）

#### 【研究内容】

(1) 環境構造ユニバーサルデザインに関する研究については、①シームレス計測として、カメラアレイシステム、複数のパンチルトカメラシステム、StarLITE/StarGazer など、複数のセンサシステムを統合し、

5 cm 精度での測位技術のための測位システムの構築と検証を行った。②測位技術としては、屋内 GPS の持つマルチパスの問題を環境的に解決するため、電波吸収体を張った環境を構築し、昨年度設置した屋内 GPS 発信機からの信号を受けるための受信機システムの開発を行い、環境での測位実験を行った。③位置姿勢情報提供技術としては、物体を把持するための枠組みとして、位置姿勢情報を提供するプラットフォームとして、RMS (Room Management System) において、①で得られた物体の位置姿勢情報を提供する枠組みを、九州大学で開発された TMS (Town Management System) との互換性を考えながら、WebService 技術を用いて実装を行った。また、絶対位置と相対位置の位置誤差蓄積問題を解決するために、CLUE (Coded Landmark for Ubiquitous Environments) を提案・開発した。更には、それでも取りえない誤差を吸収する枠組みとして、ユニバーサルハンドルなど、物理的環境構造化を検討し、実証を行った。

(2) 作業構造ユニバーサルデザインに関する研究については、①タスクレベルにおける作業構造に関する研究として、タスク知識構造としてタスク構造の分解の実証を検討した。②スキルレベルにおける作業構造に関する研究としては、共通なスキルの記述を可能とするために UTF (Universal Template for Doing) として、Pick and Place 作業と、更には扉などを開ける作業について、同じテンプレートで記述できる枠組みを提案した。また、スキルレベルの作業構造を実証するために、シミュレータ OpenHRP3 を用いて、作業構造のシミュレーションを行った。③サーボレベルにおける作業構造に関する研究としては、実証ロボットを試作しながら検証を行った。

(3) 実証評価実験としては、最終年度の実証スペース空間として、神奈川県との協力を得ながら、ハウスクエア横浜の環境の構築を検討した。この環境は三次元デジタル化し、シミュレータでの検証が可能な形にしたとともに、ロボット作業については、産総研内の環境において、評価を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ロボットユニバーサルデザイン

#### 【研究題目】 次世代のアジアフลักスへの先導

【研究代表者】 三枝 信子（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 近藤 裕昭、村山 昌平、前田高尚  
（常勤職員3名）

#### 【研究内容】

目標・研究計画：

環境管理技術研究部門では、国内外の研究機関と連携して、アジアの各種生態系と大気との温室効果気体の交換量観測ネットワーク（アジアフลักス）の構築を推進している。アジアフลักスでは、気象観測用のタワーを用いた微気象学的理論に基づく観測手法（渦相関法）により、アジア地域の各種生態系での炭素収支観測



と、観測技術向上や観測データ整備をめざす観測サイトのネットワーク化を進めてきた。渦相関法は現在世界的なフラックス観測ネットワークにおいて標準的に採用されている観測手法であるが、渦相関法による観測およびデータ処理を行う上で微気象学的な知識と観測技術が不可欠であり、アジア諸国の観測担当者が必ずしもその知識と技術を有しているわけではない。そこでアジアフラックスは、観測体制が未整備のアジア諸国において現地研究者および技術者が独力で観測点の選定、測定器の設置と保守、およびデータ回収を行うことを可能にする目的で、アジア地域タワーフラックス観測担当者を対象とするトレーニングコースを平成18年度と19年度に1回ずつ開催する。

年度進捗状況：

アジア地域のタワーフラックス観測担当者を対象とする第二回アジアフラックストレーニングコース（AsiaFlux Training Course 2007 on Micrometeorology - Theory and Practice of CO<sub>2</sub> Flux Measurement -）を韓国ソウル市において開催した。第二回トレーニングコースでは、渦相関法と微気象学の基礎理論の講義、測定器と観測システムの原理に関する講義、観測システムの設置と検定に関する実習、パーソナルコンピュータを使った計算実習、および韓国フラックスネットが実行中の長期観測サイトで観測実習を行った。受講者はアジア諸国のおよそ10の国と地域から十数名で、約10日間にわたり観測技術の教育と普及を行った。

2006年と2007年に1回ずつ開催したアジアフラックストレーニングコースにより、観測体制が未整備のアジア諸国において、約10の国と地域出身ののべ40名を越える研究者と技術者に対し、独力で観測点の選定、測定器の設置と保守、およびデータ回収を行うことを可能にするための技術移転を行い、アジアにおける観測ネットワークの構築と技術の普及、データ品質の維持と向上に貢献した。さらに、アジアの観測ネットワーク連携強化と技術向上をはかるため、観測手法に関する技術的知見と最新の情報、今後の課題等を取りまとめた文書を作成し、アジア諸国のタワーサイト担当者へ配布して技術普及に貢献した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】アジア陸域生態系、渦相関法、観測技術普及、トレーニングコース

【研究題目】地圏環境インフォマティクスのシステム構築と全国展開

【研究代表者】駒井 武（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】原 淳子、駒井 武、杉田 創、  
竹内 美緒、川辺 能成、丸茂 克美  
（地質情報研究部門）  
（常勤職員6名、他2名）

【研究内容】

本研究は地圏環境インフォマティクスシステムに必要な基礎データを蓄積するため、全国をカバーする地化学マップのデータベース化および GIS システム統合化を実施する。前年度までの研究により、全国の河川堆積物および地下水データの GIS システムデータへの変換・統合は完了し、東日本地域の代表選定地域（宮城県および北海道南西部地域）についての調査・解析が完了した。

本年度は、更に西日本の代表選定地域（鳥取県）における調査・解析を進めると共に、前年度までに行った東日本における選定代表地域の GIS システムデータとしてのデータベース化を完了させ、さらに GIS システム動作環境のないユーザーでも使用できるマップ（CD）、およびインターネットでの公開作業をすすめた。CD に関しては、ラスターデータとしてデジタル化を進め、産業技術総合研究所より表層土壌評価基本図として公開が完了した。ここには、表層土壌中重金属含有量、環境省の公定法に従う重金属水溶出量、含有量基準、更に人体へのリスク評価図といったものが収録されており、周辺で土壌調査をした際のバックグラウンド評価指標になる他、より効果的な土地利用を行う際の有用な資料となる。また、特定流域における土壌種と重金属の溶脱・濃集について検討を進めると共に、昨年度に引き続き有害重金属（ヒ素・鉛）の起源解析を進め、起源の特定を試みた。特に鉛に関しては安定同位体を用いて、人為-自然起源判別のほか、自然起源の鉛の中でどの流域から供給されたか、詳細な解析を行うことに成功した。また、ヒ素に関しては流域の土壌中粘土鉱物のイオン吸着容量・イオン交換容量の検討から、移動および濃集について検討を行った。

本年度は詳細調査地区として鳥取県全域の調査を完了した。当該調査地区では、表層土壌の調査およびサンプリングを実施し、土壌中に含有する元素の含有量や溶出量を化学分析するとともに、地質条件や水文条件との関係や元素の起源などに関する詳細な調査を行った。さらに、前年度までに調査した東日本における調査結果をもとに特定流域ごとの解析をすすめた。

【分野名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】土壌汚染、環境インフォマティクス、地圏環境、土壌マップ、環境リスク

【研究題目】グリッド技術による光パス網提供方式の開発

【研究代表者】工藤 知宏（グリッド研究センター）

【研究担当者】田中 良夫、児玉 祐悦、中田 秀基、  
竹房 あつ子（常勤職員5名、他3名）

【研究内容】

本研究は、アプリケーションやミドルウェアから光パスなどの1 Gbps～10 Gbps 超クラスの帯域を予約して利用できるようにするために、ウェブサービス技術を用いたインタフェースを定め、このインタフェースを介し

てネットワークの帯域を計算機資源と同時に予約するシステムを開発することを目的としている。

平成19年度はインタフェースの機能を追加し、詳細な定義を行うとともに、セキュリティや課金などの機能を組み込んだ実装を行い、国内の他の研究機関とともに、米国や欧州のプロジェクトとの共同実験を行った。共同実験では、日米3箇所からのハイビジョン映像をプラハ市（チェコ）に切り替えながら転送する実証実験に成功した。またルータの QoS 機能を用いて、単純な光パスだけでなく光パスよりも小さな帯域も予約できるようにすることを可能にした。さらに、簡潔な宣言的言語によるポリシーの設定を実現し、詳細な予約受け入れポリシーの設定を可能にした。また資源状態モニタリングおよび制御時に、管理ポリシーに基づいた詳細なユーザ制御を実現した。ユーザの認証には GSI(Grid Security Infrastructure)、管理ポリシーの記述には XCAML (eXtensible Access Control Markup Language) という業界標準の技術を用いた。また各種資源管理機能およびインタフェース機能を実現するソフトウェアを Reference Implementation（参照実装）として公開した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリッド、ネットワーク、帯域予約、ウェブサービス、インタフェース

【研究 題 目】化学剤・生物毒素の一斉現場検知法の開発

【研究代表者】鶴沢 浩隆

（バイオニクス研究センター）

【研究担当者】鶴沢 浩隆、和泉 雅之、西田 大輔、佐藤 啓太、Sujit Kumar Sarkar

（常勤職員2名、他3名）

【研究 内 容】

過去に暗殺やテロに用いられたことのある猛毒リシンをテロ現場で簡便に判定するために科学警察研究所と共同で以下の研究を行なった。

まず、独自に開発したラクトース誘導体を金微粒子に安定に固定化する方法を確立し、これを用いて、特別な装置を必要とせずにテロ現場で「目視」によって判定可能な簡易検出法の開発に成功した。つまり、1.7  $\mu\text{g/mL}$  のリシン（約500 ng）を10分以内に肉眼のみで判定できた。また、2種類の糖誘導体（ガラクトース及びラクトース）で被覆した金微粒子を用いると、従来法では識別が困難であったリシンと擬剤である RCA<sub>120</sub>とを、容易に識別判定できることも明らかになった。

ここで開発した検知法は、目標とする達成感度（4  $\mu\text{g/mL}$ ）および検出時間（10分）をともにクリアしており、また、検出時間に関しては現行法に比べて迅速である。本成果は、テロ現場で毒素を検知する現場用の検知技術としての利用が期待される。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】毒素、糖鎖、リシン、高感度検出

【研究 題 目】発生・分化における糖鎖受容体の機能解析

【研究代表者】安形 高志（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】山中 将敬、光永 佳奈枝  
（常勤職員1名、他2名）

【研究 内 容】

本研究は哺乳動物の発生・細部分化・免疫機能に関与する糖鎖受容体（内在性レクチン）の同定とその高次機能の解明を目標とする。平成19年度は最終年度である。

#### 1. 新規糖鎖受容体タンパク質の高次機能の解析

前年度までに獲得した新規糖鎖受容体であるシグレック14及び15の高次機能の解析を試み、シグレック14を介した炎症性サイトカインの産生調節にシグナルアダプター分子である DAP12が関与していることを突き止めた。また、シグレック14の遺伝的多型の存在を明らかにした。シグレック15に関しては、癌組織近傍の一部の免疫細胞にも発現すること、ある可溶性因子によりその発現が誘導されることを明らかにした。

#### 2. 新規哺乳動物糖鎖受容体遺伝子の獲得

方法1：発現クローニング

新規のマウス胎児 cDNA ライブラリを用いて発現クローニングを試み、高い糖鎖結合能を示す細胞クローン（亜株）が得られたが、これは遺伝子導入に用いたウイルスのゲノム挿入による近傍遺伝子の発現変化によるものと考えられた。そこで親株と比較してこの亜株で高発現する遺伝子数種類を同定し、うち2種類の発現と糖鎖結合性の解析を試みたが、いずれも糖鎖結合性を示さなかった。

方法2：糖鎖受容体様タンパク質の糖鎖認識能解析

「糖鎖認識活性を示す可能性が示唆されるが、証明されていないタンパク質」約10種類の組換え体を発現し、このうち1種類に糖鎖認識能がある事を明らかにした。このタンパク質の糖鎖認識特異性の解析の結果、グリコサミノグリカンの特定のサブクラスを認識する事が判明した。このタンパク質の発現パターンを解析した。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】レクチン、シアル酸、発生・分化、免疫

【大 項 目 名】重要課題解決型研究等の推進

【研究 題 目】生活者支援のための知的コンテンツ基盤

【研究代表者】橋田 浩一（情報技術研究部門）

【研究担当者】橋田 浩一、森 彰、和泉 憲明、神谷 年洋、松尾 豊、堀内 マリ香、高岡 大介、澤井 雅彦、橋本 政明、泉田 大宗、井川 亜紀  
（常勤職員5名、他6名）

## 〔研究内容〕

デジタル映像コンテンツ等の意味内容を人間にも人工物にも理解できるように明示することによって、コンテンツ作成のコストを低減するとともにコンテンツの品質（直接的には映像の美しさ等ではなく論理構成やストーリーの品質）を高めるようなコンテンツ作成支援技術、および、そのように意味内容を明示した映像コンテンツ（知的映像コンテンツ）を情報家電機器等を介して高度利用する技術を確立する。

生活世界オントロジーに各イベントの参加者やイベントの間の因果関係等を導入することによって拡張し、それに基づいて構造化されたコンテンツにその種類に応じたスタイルを適用することによって Web ページや映画のダイジェストや料理の作り方の映像等をインタラクティブに生成する機能を家庭生活ポータルに付加し、今年度の目標を達成した。

制約とオントロジーの組み合わせによって複数の利用者の間のコラボレーションを表現する仕方を定式化した。さらに、そのユーザインタフェースを生成する機能を家庭生活ポータルにおいて実装することにより、映像コンテンツの作成・共有・利用に限らないさまざまなサービスを容易に実現する技術を開発した。

デジタルカメラ等で撮影された映像を生活世界オントロジーに基づいてリアルタイムに構造化しつつデータベースに蓄積し、また家庭生活ポータルにおいてその映像を PC やデジタルテレビ等において視聴するためのインタフェースを開発した。これを実際に夏の甲子園の高校野球の試合において運用することによってその有効性を実証した。

セマンティックビデオエディタを改良してインストール作業を実質的になくした。また、従来のグラフ表示のインタフェースに加えて木表示のインタフェースを開発し、生活世界オントロジーに基づくコンテンツの編集をさらに容易にした。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 コンテンツ、オントロジー、情報家電、セマンティックビデオオーサリング

## 〔研究題目〕 組織医工学における材料・組織評価法の確立

〔研究代表者〕 大串 始

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 大串 始、廣瀬 志弘、田所 美香、松島 麻子（常勤職員2名、他2名）

## 〔研究内容〕

骨再生研究において、我々は骨髄間葉系細胞を用いた臨床研究を行ってきた。現在は、単なる間葉系細胞を用いて生体内での骨形成を行うという再生手法だけでなく、あらかじめ *in vitro* で培養骨を形成させるという組織工学的手法を用いることによる、新たな骨再生療法を開発

しつつある。これらの経験を踏まえ、本研究では骨再生デバイスに用いられる生体材料の機能、性状、物性と間葉系細胞の活性の比較検討を行い、骨再生に有効なデバイスの検定ならびに評価基準の国際提案を目的とした。これらの評価は生体内での移植実験を必要とすることから、再生骨組織評価法検討委員会（平成18年度設置）を中心に間葉系幹細胞と多孔体材料複合体デバイスの骨形成評価手法として『ラット間葉系幹細胞を用いた *in vivo* 骨形成評価手法』を作成し、整合性検証を行った。2007年9月中国で行われた TC150/SC7 (Tissue Engineered Medical Products 再生医療機器) 国際会議にて本法は新規提案 (New project for SC7) として発表され、投票により承認された。これを機に SC7 内に日本をコンビナーとした Working Group 3 (WG3: TEMPs for Skeletal Tissue) が設置され、今後は WG3 で継続審議されることになった。また、細胞の足場となる材料の吸収性評価については、『TCP の *in vitro* 吸収性評価法』の確立と国際標準化を目指した。動物実験にて不純元素含有  $\beta$ -TCP 材料の生体吸収性を評価し、*in vitro* 溶解性と *in vivo* 吸収性の整合性の確認を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 間葉系細胞、骨再生、標準化

## 〔研究題目〕 (重) 組織医工学における材料・組織評価法の確立／画像化技術・材料技術からの評価アプローチ

〔研究代表者〕 大串 始（セルエンジニアリング部門）

〔研究担当者〕 山根 隆志、新田 尚隆、本間 一弘、兵藤 行志、伊藤 敦夫、十河 友（常勤職員6名）

## 〔研究内容〕

目標：

再生医療用材料及び再生組織の特性評価手法案を、生体外実験、動物実験等を通じ、画像化技術・材料技術の観点の観点から、組織別の分科会と共同で提案することを目指す。

超音波イメージング：

移植前における再生血管の成熟度、構造的完全性について力学的特性の観点から評価する超音波計測法を検討した。計測法としては超音波カテーテルと圧力カテーテルを用いて *in vitro* 及び *in vivo* で再生血管材料・組織の弾性率を低侵襲的に計測し、提案した指標による再生血管の成熟度評価プロトコルを ISO 提案に向けて作成した。血管分科会（東京女子医科大学）と共同で動物実験を行い、犬体内に移植した再生血管の弾性率を6ヶ月間追跡した結果、再生血管材料（生分解性ポリマー）の分解速度と、正常血管及び再生血管で計測された弾性率差の減少とが高い相関関係にあることを見出した。これにより、力学的再生度指標を用いて再生血管の成熟度の定量評価が可能であることが確認され、プロトコル



の妥当性が実証された。

#### MR イメージング：

MRI(Magnetic Resonance Imaging)は核磁気共鳴(NMR)を原理とし、水素、リン、ナトリウム、炭素等の元素の化学組成を分析する計測技術であり、関節軟骨の軟骨細胞を生体外または生体内で再生させる際に、非侵襲的な組織形成度の評価に使用できる。実際、関節軟骨の機械的特性と組織内部に介在する水分子の状態との間には密接な関係が存在することを見出し、この結果を踏まえて、再生医療における組織再生の度合いを評価できる無侵襲計測法として提案した。

#### 足場材料の溶解性と吸収性：

骨分科会で実施中の動物実験の結果をフィードバックし、足場材料であるリン酸カルシウムセラミック(生体由来物質や生体吸収性ポリマーが複合化されたものも含む)の溶解速度、飽和溶解量、吸収性、活性の評価方法を検討した。リン酸三カルシウムセラミックの不純物であるMgが溶解速度や飽和溶解量に与える影響評価について検討した。また動物実験用のサンプルを作製して提供した。組成、多孔構造、粒径を厳密に制御したリン酸カルシウムセラミック試験片を複数の研究機関に提供、足場材料in vitro評価法国内ラウンドロビンテストを実施し、VAMAS国内委員会と2008年5月のTWA30に提案するための調整を行った。また、生体由来物質複合化リン酸カルシウムセラミックの活性評価方法の原案作成が完了した。

#### 【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】再生医工学、足場材料、超音波イメージング、MR イメージング

#### 【研究 題 目】テロ対策のための爆発物検出・処理統合システムの開発

【研究代表者】飯田 光明(環境管理技術研究部門(爆発安全研究コア))

【研究担当者】緒方 雄二、和田 有司、久保田士郎、佐分 利禎、加藤 勝美、濱嶋 英樹、中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、保前 友高、石川 弘毅  
(常勤職員7名、他4名)

#### 【研究 内 容】

新幹線等の公共交通機関等で爆発物が発見された場合、直ちに保管・処理できる安全でコンパクトな爆発容器を開発し、安心・安全な社会構築への貢献を目指す。また、市街地等で爆発テロが起きた場合、どの程度の被害が出るかを定量的に評価可能な被害予測システムの開発を行う。

容器開発は数値設計技術開発と爆発実験の両面から行った。処理容器内爆発シミュレーションを実施し、数値解析技術を容器設計に応用した。容器内に導入する爆風ならびに飛散物の威力減手法を1 kg 程度の爆薬量で

実験的に検討し、最適条件を明らかにした。本研究で開発された爆発威力低減化技術を容器内に導入した新しい爆発容器を設計・試作し、実規模爆発実験により周辺に対する爆発安全性を検証した。以上研究成果として、TNT10 kgの爆発物を安全に保管・処理できる(新規的)爆発物処理容器の試作品を完成させプロジェクトの最終目標を達成した。被害予測システム開発では、爆風影響評価のための数値シミュレーション技術および並列計算機システムを開発した。大容量3次元並列計算が要求される複雑空間内爆風影響評価シミュレーションを実施し、人的・物的被害を予測した。以上、種々の状況下において爆発被害予測可能とするシステムの構築に成功した。

#### 【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】爆発物テロ対策、爆発物処理容器、爆発威力低減化、大容量3次元並列計算、爆風評価、飛散物評価

#### 【研究 題 目】生物化学テロにおける効果的な除染法の開発

【研究代表者】鶴沢 浩隆

(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】鶴沢 浩隆、和泉 雅之、斉田 要、加藤 治人、大沼 克彦、漆畑 祐司、近藤 里志、永塚 健宏  
(常勤職員3名、他5名)

#### 【研究 内 容】

過去に暗殺やテロに用いられたことのある猛毒リシンの除染技術を開発するために、本年度は、3種類の新規な糖鎖を合成した。また、昨年合成した糖鎖(1種類)を引き続き合成した。これらの糖鎖の還元末端のアミノ基に重合性官能基を導入後ラジカル重合し、平均分子量数万〜数十万のポリマーを各々得た。合成したポリマーには、リシンが結合する糖鎖を側鎖に有している。表面プラズモン共鳴(SPR)装置を用い擬剤(RCA<sub>120</sub>)に対する除染(吸着)効果を評価したところ、1時間以内に99 %以上のRCA<sub>120</sub>を除染できることを明らかにした。

「毒ペプチド」に対する結合分子の探索を「ファージディスプレイ法」を用いて行った。「ビオチン化した毒ペプチド」を化学合成して、それをビオチン-アビジン結合を介してマイクロビーズに吸着して、立体障害を無くし、結合ペプチド(を有するファージ)を単離(クローニング)することに成功した。さらに抗体様分子の単離も行い活性を有する5クローンを取得した。「毒物蛋白質」に対しては、「結合ペプチド(を有するファージ)」を単離(クローニング)する事を検討したが、入手できなかった。そこで先ず、「毒物蛋白質の抗体」に対する「結合ペプチド(を有するファージ)」を単離した。その合成ペプチドに対する「結合ペプチド(を有するファージ)」の単離(クローニング)を行っている所。

さらに「毒物蛋白質」に対する抗体様分子の単離（クローニング）も検討中である。次に、「毒ペプチド」に対する「結合ペプチド（を有するファージ）」を用いて、ELISA法を構築して、1 nmol/100  $\mu$ l の毒ペプチドを検出した。さらに、「毒部分ペプチド」抗体を抗原固定用の一次抗体に用いて、結合ペプチドファージを抗原検出用の2次抗体にして、サンドイッチ ELISA法を構築して、高感度な検出系を開発中である。今後は、これらの新規な結合ペプチドや抗体様分子を用いて、検出法・除染法の検討を行う予定（科警研と共同）。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 毒素、除染、テロ、吸着、糖鎖、ファージディスプレイ

【大 項 目 名】 生物化学テロにおける効果的な除染法の開発

【中 項 目 名】 新規生物化学剤光触媒技術の開発

【研究代表者】 竹内 浩士（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 根岸 信彰、佐野 泰三、平川 力、米良 信昭（常勤職員3名、他1名）

【研究 内 容】

光触媒材料として、従来型の酸化チタンとともに紫外線の得られない環境でも機能する高性能の可視光応答型光触媒を開発する。連携機関が開発する新規光触媒素材やコーティング材料等を含めて、性能試験方法を確立し、それらの能力を評価する。光触媒の物理・化学的特性、生物化学剤の分解に及ぼす諸要因、分解反応機構等を解明し、光触媒による生物化学剤の除染能力の飛躍的な改善を図る。得られた材料を用いて、いくつかの除染装置を設計・試作するとともに、実用的な除染性能を検証する。

平成19年度は、化学剤分解性光触媒技術の実用化に関する研究に関し、DMMP の光触媒分解に伴って反応中間体が生成することを確認したが、これらは反応時間の進行に伴って減少に転じた。この結果は光触媒反応による DMMP の完全分解を示唆している。GB、GA、HD の光触媒分解実験を行ったが、GB は  $\text{TiO}_2$  光触媒に対して吸着能が非常に強く、反応容器への試料ガス導入後に急激な濃度減少を示した。一方、HD の吸着能は GB に比べ比較的小さく、GA は GB と HD の中間程度の吸着能であった。これら化学剤の光触媒分解では、光照射と同時に濃度減少が観察され、同時に反応中間体の生成が認められたことから、化学剤の光触媒処理は可能であるとの確証を得た。

除染作業により水中化学剤の処理も必要となることから、水中安定性並びに耐光性を有する有機リン農薬をモデル化合物として光触媒分解実験を実施した。この結果、官能基に水酸基を有する有機リン化合物では  $\text{TiO}_2$  に対する強力な吸着作用により濃度減少するが、それ以外の有機リン化合物は光触媒反応でのみ濃度減少することが

分かった。また、適切な反応器の設計によりこれら化合物の処理が可能であることが反応速度から示唆された。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 光触媒、化学剤、サリン（GB）、タブン（GA）、マスタードガス（HD）、分解機構、除染装置

【研究 題 目】 統合化地下構造データベースの構築

【研究代表者】 木村 克己（地質情報研究部門）

【研究 内 容】

地下構造に関する情報は、国民共有の国家財産である。地震防災の観点からは、強震動評価に資する表層から地球内部構造に至る地下構造が重要である。データの散逸を防ぎ、誰もが利用可能なデータベースを構築し、データの有効利用を目的とする。代表研究機関は防災科研であり、産総研、土木研、東大地震研、東京工大、地盤工学会が参画している。

産総研ではサブテーマ1の「基礎データベースの構築」において「地質情報データベースと地質モデルの構築」、サブテーマ2「データベース連携・統合化のための分散管理型システムの開発」において「地質情報データベースネットワーク化に関する研究」の研究を実施している。

【分 野 名】 地質

【キーワード】 地下地質、地下構造、ボーリングデータ、データベース、数値地質図、3次元モデル

【大 項 目 名】 統合化地下構造データベースの構築

【中 項 目 名】 地質情報データベースと地質モデルの構築

【研究代表者】 木村 克己（地質情報研究部門）

【研究担当者】 木村 克己、尾崎 正紀、水野 清秀、高橋 学、田辺 晋、小松原 純子、山口 正秋、本郷 美佐緒、納谷 友規、石原 与四郎、永村 恭介、淡野 寧彦（常勤職員6名、他6名）

【研究 内 容】

①地質情報データベースの構築

国土の地質情報に関してこれまでに整備した各種の地質関連データベース、地質図類や地質モデルを基礎に、新たにボーリングデータなどの地下地質情報を系統的に収集・編纂することによって、幅広く活用できる地質情報データベースの構築を進めた。そして、ボーリング柱状図の対比と地下構造モデル作成の基準となる標準層序、地質・物性対比標準の確立に関する調査・研究を実施し、地質標準に関するデータベースの整備を進めた。1/20万シームレス数値地質図は、各種地球科学図の統合の基本となる地質図であり、「関東平野及び周辺地域において、既存の1/20万数値地質図に第四紀堆積物の区分、

活構造の表示、地形50 m DEM を利用した位置精度の高度化を行った。

1/2.5万シームレス数値地質図は、地形・地質の成り立ち、人工改変地の性状を示す詳細地質図であり、関東平野中・南部地域での作成を目標にしている。これまで東京都東部・埼玉県南部地域を作成した。以上の地質図はいずれも各種地下構造 DB とリンクして WEB-GIS 上で利活用できるように仕様が設定されている。

3次元地質モデルは、地下地質・構造を可視化するために不可欠なモデルであり、これまでに手法開発を行い、「武蔵野台地・東京低地」地域、「中川低地南部」地域について作成した。地質ボーリング DB は、収集した既存のボーリングデータに地層区分や地質時代、堆積環境を示す地質情報を付加して、それらをデータ交換フォーマットの xml 形式（以下 xml 形式）で登録した DB である。これまでに3万点のボーリング資料の収集と2万点のデータベース化を行った。

模式柱状図 DB は、土質・N 値・地層区分を模式的に示す柱状図（xml 形式）からなる DB である。これまでに作成手法を開発し、関東平野中部の4つの2次標準地域メッシュ地域において、100 m メッシュに1本の割合で作成した。

地質標準ボーリング DB は、日本各地の平野地盤に関する層序・年代、地質・物性対比の標準として有用なボーリング柱状図（xml 形式）とそれとリンクした地質年代・化石・堆積物物性・原位置試験などのデータベースから構成される。これまでに DB の構造設計を行い、100地点のボーリングデータをデータベース化した。

#### ②地質標準と岩盤物性評価モデルの構築

地層区分と対比、層序・岩相と物性との対比を行う際に基準となる地質標準を確立することを目的に、調査研究を実施した。これまでに、関東平野中央部の埼玉県菖蒲町において、深度350 m のオールコアボーリング調査（菖蒲コア）とコア試料の解析、同孔での P 波速度・S 波速度、電気の各検層、埼玉県・東京都保有の6本の既存コア（300-600 m 長）の解析を実施した。その結果、上部の下総層群では明瞭な海成層・非海成層の繰り返しに基づき地層区分の基準を作成した。また、花粉分析の結果から地層を4つの花粉帯に区分でき広域に対比することがわかった。層相と物性値とはよく対応することが判明した。さらに、地質・物性対比の標準を構築するために、堆積物の弾性波速度や密度の深度依存性の評価モデルを確立することを目標に、堆積物試料の室内実験を行った。熱物性測定装置の設計・導入を行い、菖蒲コアを用いて P・S 波速度の拘束圧依存性を検討する実験を実施した。

【分 野 名】地質

【キーワード】データベース、ボーリングデータ、数値地質図、地下構造、物理検層、弾性波

【大 項 目 名】統合化地下構造データベースの構築

【中 項 目 名】地質情報データベースのネットワーク化に関する研究

【研究代表者】村田 泰章（地質情報研究部門）

【研究担当者】村田 泰章、木村 克己、田辺 晋、小松原 純子、松岡 昌志、児玉 信介、石原 与四郎、長谷川 功  
（常勤職員6名、他2名）

【研究 内 容】

①地質情報の標準化と地質情報インデックス検索システムの改良

産業技術総合研究所内のデータベースの網羅的な検索と表示を行うシステムとして構築された地質情報インデックス検索システムについて、既存地質情報のデータベース、および当研究の課題1で新たに構築・公開される地質情報DBについて、より高度な利活用を計るネットワーク連携機能として改良し、国際標準規格に基づき開発した。

②地質構造3D モデル構築支援・土質特性表示システムの開発

ボーリング DB の利活用促進に不可欠なシステムとして、ボーリング柱状図入力システム、ボーリングデータ xml 変換システム、ボーリング柱状図区分システム、そして、沖積基底深度自動生成システムをそれぞれ開発・改良した。ボーリング柱状図入力システムは、データ交換フォーマットの xml 形式で、ボーリングデータの数値化ができる。ボーリングデータ xml 変換システムは、xml 形式のボーリングデータを csv 形式に本数に制限なく相互変換が可能である。ボーリング柱状図区分システムは、xml 形式のボーリングデータについて、地点表示、柱状図断面表示、地層境界トレースなどの表示・解析機能を有しており、今年度、土質区分表示、地形 DEM による地形断面線表示、地形図の基図表示などの機能を加えた。沖積基底深度自動生成システムは、沖積基底深度生成法を既存の3次元表示システムに組み込み、既存の地形・地質情報に基づいて沖積基底の近似的な深度分布を沖積分布全域で自動的に求めることができる。そして、ボーリングデータを追加することで、より正確な深度分布が得られる。モデルの3次元表示も可能になった。

③3次元地質モデルの統合表示システムの概念設計

3次元的な広がりをもつ地盤の特性を表現するためには、1次元データであるボーリング柱状図だけでは不十分であり、2次元の地表地質・地盤図、3次元の地質・地盤モデルとが統合的に表現されることが望ましい。このような統合システムとしてフリーオープンソース (FOSS) による WEB-GIS の3次元統合システム開発を開始し、平成19年度に WEB-GIS 3次元統合システムの概念設計を行った。平成20年度にはその詳細設計・構築、試験公開の予定である。

【分 野 名】地質



【キーワード】 インデックス・システム、データベース、WMS、WFS、3次元モデル、ボーリングデータ、ボーリング柱状図、xml

【研究題目】 組込みシステム向け情報セキュリティ技術

【研究代表者】 柴山 悦哉  
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 柴山 悦哉 (常勤職員1名)

【研究内容】

我が国における製造業の特徴である高機能かつ高性能な部品の供給能力の源泉は、ハードウェアとソフトウェアが一体となった組込みシステムにある。最近では、情報家電、携帯電話、IC カード、輸送機器の制御システム等に広く用いられ、社会基盤を構成する中核技術として重大な役割を果たしている。ところで、近年、DVD レコーダ、携帯電話等について踏み台に利用される等の脆弱性の報告が相次ぎ、組込みシステムにおける情報セキュリティ確保が国内外で大きな課題となっている。組込みシステムにおけるセキュリティ問題は、PC とは異なり、身体への物理的危険発生の可能性まで指摘されており、緊急に解決すべき課題である。同時に、組込みシステムにおけるセキュリティ問題は、社会基盤の安全性確保問題のみならず、我が国の製造業の更なる競争力向上という視点からも重要性を増している。本研究においては、セキュアな組込みシステムの実現に必要な物理的セキュリティ評価法と対策技術、設計実装法と要素技術の研究開発を行い、これらの有機的結合により組込みシステムのセキュリティ問題の抜本的な解決策を提示することを目的とする。具体的には、以下のサブテーマを設定して行う。

- a. セキュア組込みシステムの物理的セキュリティ評価法および対策技術に関する研究
- b. セキュア組込みシステムの設計実装法および要素技術に関する研究

a については、セキュア組込みシステムの物理的セキュリティ評価および対策技術に関する研究開発を行う。具体的には、組込みシステムにおける電磁波攻撃対策技術を含むサイドチャネルセキュリティ技術を開発することにより、サイドチャネル攻撃の分類と脅威のリスク分析を行い、それらに基づく、組込みシステムのサイドチャネル攻撃に対するセキュリティ指標の開発を行う。

b については、組込みシステム製品企画・設計段階に必要なシステムの構成要素と利用目的の組み合わせによるセキュリティ強度の評価を行うことにより信頼関係のモデリング法を確立するとともに、IC カードの相互接続性を確保する仕様の設計を行う。また、設計段階で用いる軽量匿名認証や高機能暗号化技術を提案する。さらに、実装手法に関しては安全性を犠牲にすることなく、現実的で広く用いることのできるソフトウェア安全性検

証手法を確立する。

今年度は、1) セキュア組込みシステムの物理的安全性評価法および対策技術において、耐タンパー化技術の確立に向けて、サイドチャネル攻撃対策技術の基本的実装を行うとともに、耐タンパー化のためのセキュリティ指標の特性評価に関する研究、および、2) セキュア組込みシステムの設計実装法および要素技術におけるセキュアなソフトウェアのためのモデルに沿った、IC カード技術、アセンブラ技術、コンパイラ技術、難読化技術の実装、および軽量匿名認証と組込み向けペアリング暗号に関して、トラステッドブート技術を活用できる利用環境モデルの考察を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 情報セキュリティ、耐タンパー技術、自動検証

【大項目名】 組込みシステム向け情報セキュリティ技術

【中項目名】 サイドチャネル攻撃に対するセキュリティ指標の開発

【研究代表者】 今福 健太郎  
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 今福 健太郎、大塚 玲  
(常勤職員2名)

【研究内容】

ハードウェア上に実装された暗号モジュールへの物理的攻撃については、具体的攻撃が存在し、その問題が顕在化している一方で、その一般的背景を整備することの困難さから、広く説得力を持つ安全性基準を作ることは非常に難しい。このような状況に対し、暗号学的知見の応用が可能な形で問題を定式化することは、学術的裏打ちのある安全性基準の策定に不可欠な作業である。これらを背景として、漏洩情報尺度に関する理論的研究を遂行した。また、このような安全性基準の策定のデザインについては、従来の暗号アルゴリズムとは違った視点からの要求も存在していることから、それに関する情報収集及び解析も重要である。さらに、科学技術全般の急速な発展を背景とし、従来では攻撃コストと情報の価値の間のトレードオフによりある意味で想定する必要のなかった攻撃についても、その潜在的攻撃能力について将来的な展望とともに正しく理解することの重要性が増大してきている。このような事例の一例として、半導体動作時における発光を利用した解析手法に注目し、先進的攻撃手法の実験的研究を遂行し、知見を得ることを目的とする。

今年度は、評価のためのセキュリティ指標の開発に向け、基本的な考え方について、理論的なアプローチを行い、暗号モジュールがアルゴリズム実行時に放出する物理量に含まれるデータを利用した暗号解読メカニズムを整理した。特に、(ア)「攻撃に利用できる物理量」の

特徴づけ、(イ) 実際に物理量が測定される際に (情報量の様な) 無次元量としてではなく、物理量としての次元をもった量として測定されることに注目した関係の整理、(ウ) 上記の事実を用いた「指標」の導入に向けた考察を行うことができた。また先進的攻撃手法の実験的研究として、半導体動作時の発光を時間分解して捕捉する解析装置の改良を行った。さらに、(ア) 暗号解析のためのデータ取得を目的とした、繰り返し測定に対する安定した動作保証するための、冷却装置を組み込んだ検出モジュールの開発、(イ) 光学分解能の同定と改良課題の検討、(ウ) 基本データの取得能力の証明として、データバス上を流れるビットを発光の強度として取得、を行うことができた。特に、設計ルールが緩やかで (～μ程度) かつ、電源電圧が V 程度の、組込みシステムにおいて現在主流といえるような LSI については、その繰り返し動作を可能にするようなマザーボードなどの利用により、基本データの取得が可能となった。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、耐タンパー技術、暗号技術

【大 項 目 名】組込みシステム向け情報セキュリティ技術

【中 項 目 名】計算機資源が限られた環境におけるソフトウェアの安全性確保に関する研究

【研究代表者】柴山 悦哉  
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】柴山 悦哉、大岩 寛、  
Affeldt Reynald、山田 聖、  
Nowak David、田中 三貴  
(常勤職員5名、他1名)

【研究 内 容】

組込み環境におけるソフトウェアのセキュリティの確保は、近年極めて重要になってきている。特に組込み環境においては、一般の PC 等の非組込み環境での利用と異なり、ユーザが意識せずにソフトウェアを利用すること、計算機資源や接続方法が限られウィルス対策ソフトなどの補助的なセキュリティ確保手段が採りづらいこと、ソフトウェアの更新の配布等にも制約が大きいことなど、ソフトウェア構築の段階における安全性確保の要求が大きい。本研究項目では、以上のような背景を踏まえ、組込みシステム特有の環境に適合したソフトウェア開発を支援する環境を提案することを目的とする。

今年度は、セキュリティに関する性質を対話的論理検証手法などを用いて機械的に解析する手法の研究について、昨年度に引き続きフランスで開発されている論理検証支援ソフトウェアである Coq 処理系を用い、組込み向けに実装される暗号処理のコードに対し、実装仕様に対する実実装の正当性だけでなく、実装の仕様のセキュリティ的な正しさまでを一貫した枠組みで検証する手法

について、理論的・技術的な検討を行った。その結果、暗号処理をある種の「ゲーム」として扱い、安全性の直接的な検証を行う手法についていくつかの知見を得ることができ、複数の論文発表を行った。

また、実行時安全性の検証・検査手法については、Fail-Safe C の ARM・PowerPC 対応コンパイラをクロスコンパイラ・ネイティブコンパイラの双方の使用法に対応して作成し、また実装ライブラリの移植性を確保するための手法についての知見を得ることができた。また、コンパイラ本体の更なる効率化についても、主に実装の改善を通じて高速化を実現した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、耐タンパー技術、暗号技術

【研究 題 目】生命情報科学技術者養成コース

【研究代表者】浅井 潔 (生命情報工学研究センター)

【研究担当者】浅井 潔、野口 保、諏訪 牧子、  
広川 貴次、ポール・ホートン、  
堀本 勝久、藤渕 航、福井 一彦、  
金 大真、秋山 泰 (平成19年12月まで)、  
藤 博幸、岡田 吉史、  
横田 恭宣、寺田 朋子、水谷 健太郎、  
坂井 寛子 (常勤職員9名、他9名)

【研究 内 容】

産業界においてはバイオインフォマティクス・創薬インフォマティクスを適切に利用し新製品開発等ができる人材が不足していると言われる。本コースは、こうしたニーズに応えるために平成17年度から5年間の年限で設置された人材養成コースで、平成19年度は3年目となる。＜開講する3つのコースと実績＞

①バイオインフォマティクス速習コース

基礎を体系的に習得することを目的とし、講義のみの「バイオインフォマティクス速習コースⅠ」と計算機実習を含む「同Ⅱ」を開講する。

Ⅰ：講義のみで6月5日～7月26日の夜間に実施。90分×20コマ、全10回。学習支援のための e-ラーニングが付属。修了者数35名。

Ⅱ：計算機実習を含み9月26日～11月28日の日中に実施。修了者数19名。

②創薬インフォマティクス技術者養成コース

概論、実践的な計算機実習、外部講師による最先端の講義をバランスよく交え、短期集中10日間 (8月6～10日、9月3～7日) で体系的に効率よく習得する。修了者数20名。

③リーダー養成・再教育コース

生命情報工学研究センターに定期的に通って最先端の技術を習得することで、社内のリーダー級としてプロジェクトを立案できるレベルまで現場での開発能力を高める。修了者数5名。

<その他のイベントなど>

生命情報科学技術者養成コースカリキュラム助言委員会  
(12月20日)

生命情報科学技術者養成コースホームページ

URL : <http://training.cbrc.jp/>

ホームページには開講予定のほかの過去の実績も詳しく掲載している。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオインフォマティクス、創薬インフォマティクス、人材養成

【研究 題 目】 ナノバイオ分野人材養成ユニット

【研究代表者】 湯元 昇

(研究コーディネータ)

【研究担当者】 達 吉郎、森垣 憲一、田和、圭子、  
弓場 俊輔、上田 太郎、稲葉 岳彦、  
岡崎 敬、堀 博伸、廖 湘海、  
亀井 敬、八久保 有 (セルエンジニアリング研究部門)、西井 準治、  
金高 健二、渡邊 歴 (光技術研究部門)、久保 泰、野口 悠紀、  
時本 貴平 (脳神経情報研究部門)、  
芝上 基成、岡田 知子、小川 昌克、  
井上 勝成、小野 豊、村上 直、  
行方 昌人、富田 奈央、高橋 宗久、  
後藤 真里、小谷 則遠、高島 正江  
(生物機能工学研究部門)、田中 丈士、  
朴 恵卿 (ナノテクノロジー研究部門)  
(常勤職員13名、他18名)

【研究 内 容】

目標 :

広い視野と先端的な機器・手法の研究開発が要求されるナノバイオテクノロジー分野において、即戦力となりうる人材の養成を行うことを目的とする。

研究計画 :

本人材養成ユニットは、産総研内の既存の研究ユニットを複数、融合させることにより、人材養成機関として機動的に組織される。被養成者は研究リーダーの指導の下、既存の豊富な研究資源を活用した養成プログラムにより、ナノバイオ分野で研究を遂行していくための様々な技術を獲得する。その際、被養成者は広範な知識・技術の習得を目的として、講義・技術講習・セミナーを受講するとともに、実践的な技術および知見の獲得を目的として研究実習を行う。実習コースとしては、生体ナノマシンコースとナノバイオ材料コースを提供する。

年度進捗状況 :

人材養成業務従事者及び内外の企業、大学、他の研究所等から外部講師を招いた講義を32回行い、ナノバイオ分野全般に関する基礎から最先端の研究成果を被養成者に習得させた。人材養成業務従事者等による技術講習を

13回行い、バイオから材料・製造まで、広範囲に渡るナノバイオ分野研究に必携の技術を被養成者に習得させた。被養成者は、生体ナノマシンコース及びナノバイオ材料・マシン製造コースいずれかのコースを選択し、各研究リーダーの指導の下、既存の豊富な研究資源を活用したプログラム項目について、ナノバイオ分野で研究を遂行していくための様々な技術や研究実務を習得した。定期的にセミナーを開催 (開催総数105回) し、ナノバイオ分野で活躍する外部講師と直接交流する機会、あるいは被養成者が自らの研究成果を発表する機会を与えた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人材養成、ナノバイオ、運動蛋白質、ナノマシン

【研究 題 目】 平成19年 (2007年) 能登半島地震に関する緊急調査研究

【研究代表者】 村上 文敏 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 村上 文敏、岡村 行信 (活断層研究センター)、池原 研、井上 卓彦  
(常勤職員4名)

【研究 内 容】

本研究の目的は、平成19年能登半島地震震源域において音波探査による海底活断層調査と海底活断層周辺で、ピストンコアによる表層堆積物の採取を行い、海底活断層の空間的広がりや形状の詳細を明らかにし、断層の活動年代推定のためのデータを得ることである。そして、本地震と海底活断層の関係を明らかにし、能登半島周辺の地震の規模と発生確率の高精度化に資するものである。産総研と民間企業で共同開発した高分解能マルチチャンネル音波探査装置を使用して測線長約220 km の音波探査を行い、長さ18 km 以上の海底活断層の存在を確認した。本断層は、1988年に産総研 (当時は地質調査所) が行った調査により存在は報告されていたものの、今回行った調査により新たに以下のことが明らかになった。断層は、約2万年前の最終氷期最低海水準期に形成された浸食面とその後堆積した堆積物に垂直変位あるいは変形を与えている。この変位あるいは変形量には累積性が認められることから、能登半島地震を発生させた断層は過去約2万年間に複数回活動したものと考えられる。海底地形の傾斜が断層直上でその周辺部より急になる場所が認められる。この傾斜急変部は、過去の調査結果との比較から本地震で生じたものと考えられる。本海域において、断層を挟んで5本のピストンコア試料を採取した。採取試料中の32層準について放射性炭素年代測定を行った結果、完新世において約2 m/千年の平均堆積速度を得た。この大きな堆積速度は、主に手取川などの河川から供給された土砂堆積によるものと推定される。採取試料から求めた堆積速度は、音波探査断面上の海進面に相当する反射面から求めた堆積速度とほぼ一致する。この平均堆積速度を用いて、音波探査断面の不連続面 (地震



イベント)の発生間隔を推定すると、およそ2000-3000年の数値が得られた。

〔分 野 名〕地質

〔キーワード〕能登半島地震、海底活断層、高分解能音波探査、表層堆積物柱状採泥

# ー科学技術振興費ー

〔研究 題 目〕ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム (NPPP)

〔研究代表者〕横山 浩、秋永 広幸  
(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕金澤 朋実、増田 賢一、風間 茂雄、  
佐藤 平道、飯竹 昌則、竹中 真人、  
山崎 将嗣、長 志保、唐澤 しのぶ、  
三谷 みどり (常勤職員0名、他10名)

〔研究 内 容〕

目的：

独立行政法人産業技術総合研究所のもつ基盤技術から先端技術までの多様で幅広い研究開発資源を組織内部で機動的に連携させ、「技術支援による学界及び産業界への貢献」、「技術革新を担う人材の育成」という社会ニーズに応えるためのアクションプランとして、有限の資源で成果を最大化し、研究分野の融合、産学官の広範囲な研究者・研究機関のネットワーキング、事業内外における人材育成を推進するプラットフォームの実現を当委託業務の目的とする。より具体的には、

- ①技術相談：研究開発上のボトルネック抽出、プロセス設計などのコンサルティング
- ②装置利用：当該施設の装置を利用する機会の提供
- ③技術支援：産総研の最先端技術を用いた研究成果創出の支援
- ④成果創出支援：得られた成果を、学術論文、特許実施例などに活用するための支援
- ⑤実地訓練：装置利用に際して必要な要素技術のガイダンス
- ⑥人材育成：超微細加工・分析・評価技術等を習得するスクールを開催
- ⑦情報発信：当該分野における最新情報、ノウハウなどを発信
- ⑧ネットワーキング：利用者の利便を高め、関連施設との連携を図る

からなるサービスの提供を行う。

年度進捗状況：

①技術相談サービス：

施設・装置を適切に利用するためのガイダンスを始めとして、支援依頼元の研究開発上のボトルネックを明確化し、それに対するプロセス設計など合計で15件のコンサルティングを実施した。

②装置利用サービス：

産総研外部研究者に、約90件の当該施設装置を利用す

る機会を提供した。そのために必要な要素技術習得は⑤に示す実施訓練サービスとして提供した。また委託事業でのサービスであることを鑑み、プロセスノウハウに関して産総研へご提供頂けるよう機会を捉えて推奨した。

③技術支援サービス：条件付技術代行支援と条件付共同研究型支援サービス

装置利用ユーザーとのバランスを考慮しつつ、合計で70件を越える技術代行および共同研究サービスを行った。尚、技術代行支援として技術支援員が支援依頼元の要望に沿った試作や分析を行う場合には、産総研独自の技術ノウハウを必要とする案件に限ってその依頼を引き受けた。

④成果創出支援サービス：

得られた成果を、学術論文、特許実施例作成、あるいはベンチャー設立に向けた準備などに活用するための支援を行った。①のサービスとあわせ、当事業が民間の有料サービスと最も大きく差別化される項目である。

⑤実地訓練サービス：

装置の使い方や注意事項、装置予約の仕方を伝えるために、ユーザーが新たに装置を使い始める際には、個々の装置について必ず操作方法のガイダンス(実地訓練)を行った。今年度の実施訓練件数は321件であった。

⑥人材育成サービス：

昨年度までに構築したノウハウを基に、当「ナノテクノロジー・ネットワーク」参画機関である物質・材料研究機構および東京工業大学(電子ビームによるナノ構造造形・観察支援拠点の実施機関)と合同し、“超微細加工・ナノ計測・分析スクール”として人材育成スクールを企画・開催した。他の短期スクールも合わせて、本年度の参加者は105名(内講義のみの参加者が46名)、インターンシップ受入2名の合計107名であり、内訳を見ると産：52名、学：20名、官：35名であった。

⑦情報発信サービス：

当該分野における最新情報、当事業で開発され公開可能はノウハウなどを、産総研外部研究者に向けてニュースとして発信した。さらに、2008年2月13日～2月15日に東京ビッグサイトで行われた「nano tech 2008」において、「超微細加工」分野における支援例について発表し、また、個々のご来場者には本プロジェクトの趣旨や支援サービス内容についてのご紹介とご説明を行い産業支援機関であることをアピールした。

⑧ネットワーキングサービス：

産総研外部研究者の利便性を高め、安全に上記研究支援活動を行うために、装置予約、利用時間管理、ユーザーによる支援進捗状況の確認などを、インターネットを介して実現するネットワーク環境を管理し、年間を通じてこのサービスの提供を行った。

⑨先端共用施設の整備と管理：

先端共用施設を効率的に稼働させるためには、消耗品の欠品を防止し日常点検および定期点検で装置の故障を

事前に察知し対応することが肝要である。共通消耗品の管理に加えて専任担当者による NPF の日常点検・監視を行い、さらに、装置予約・使用状況の管理も年間を通して実施した。

#### ⑩プロジェクトの総合的推進

プロジェクト全体が連携して円滑に運営していくため、委員会や技術検討会等を開催し、中核機関内および先端研究施設共用イノベーション創出事業に参画する各機関と連携を図った。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 極微細加工、ナノ造形、リソグラフィ

〔研究 題 目〕 脊椎損傷に対する幹細胞治療の開発およびヒト神経細胞バンク事業

〔研究代表者〕 大串 始

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 大串 始、廣瀬 志弘、町田 浩子

(常勤職員2名、他1名)

〔研究 内 容〕

目標：

難治性神経疾患（虚血脳、脊髄損傷、神経変性疾患など）の治療への応用が期待されるヒト中枢神経組織由来神経幹細胞の臨床応用を実現するため、その安全性と安定性ならびに移植細胞としての有用性を検証した形で大量に生体外で培養し、臨床応用が可能な品質の細胞保存システムを確立させるための技術的、倫理的体制の整備を行う。

研究計画：

ヒト神経幹細胞一次プロセッシング業務（大阪医療センター）のサブバンクとしての機能及び神経再生を目指した間葉系幹細胞のバンク業務に関する研究を行う。種々ヒト組織から間葉系幹細胞を含む細胞集団の採取、並びに間葉系幹細胞増殖・保存工程を確立し、さらに冷凍保存された間葉系幹細胞の利用に関する研究を行う。年度進捗状況：

バンク設備に関しては、清浄区域での使用に特化した、器具滅菌用高圧蒸気滅菌器、環境検査用微粒子計測器及び空中浮遊菌サンプリングシステムを整備した。また、再生医療の新たな細胞供給源として期待される歯胚からの間葉系幹細胞の単離、増殖及び分化を試みた。歯胚由来細胞は、骨及び神経細胞（神経前駆細胞）への分化能を示し、歯胚が有用な多分化能を持つ間葉系幹細胞の供給源になりうることを確認した。二次プロセッシング業務として、冷凍保存された細胞の取り違えを防ぐため、細胞の個人識別法である STR-PCR 法の実施体制を確立した。また、これまで当施設で保存された患者由来細胞の神経細胞への分化能を評価した。さらに、治療への応用に向けて細胞の遺伝子導入に関する検討を行った。骨髄由来間葉系細胞へのレトロウイルスを用いた遺伝子導入は可能であり、遺伝子導入細胞の冷凍保存が可能であ

ることを示した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ヒト神経細胞バンク、間葉系幹細胞、冷凍保存

〔研究 題 目〕 キーテクノロジー研究開発の推進「圧電フロンティア開拓のためのバリウム系新規巨大圧電材料の創生（MPB エンジニアリングによる巨大圧電材料の電気特性評価）」

〔研究代表者〕 飯島 高志

(水素材料先端科学研究センター)

〔研究担当者〕 飯島 高志

(常勤職員1名)

〔研究 内 容〕

目標：

ペロブスカイト構造を有する新しいバリウム系圧電材料の探索とそれを用いた MPB エンジニアリング、およびそれらのドメイン構造の微細化、結晶構造・方位を最適化するドメイン構造制御により、圧電特性を2桁以上向上させる技術を開発する。この技術を用い、研究開始3年後に圧電プレフロンティア領域に、5年後には圧電フロンティア領域に到達し、新デバイス応用を目指す。このため、独立行政法人産業技術総合研究所では、新規圧電材料について、バルク・薄膜等の試料形態に関わらず、圧電特性などの電気特性を評価することで、MPB 組成を明らかにするための研究開発を実施する。

研究計画：

印可電場により圧電体試料に誘起される微小変位を測定するために、原子間力顕微鏡 (AFM)、もしくはレーザ変位計を用いた計測方法の検討を行い、室温以下においても微小変位測定が可能な評価システムの開発に着手する。また併せて、薄膜を用いた MPB 組成探索に必要な、種々のバリウム系前駆体溶液について、その溶液合成方法の検討を行う。

年度進捗状況：

#### ① 電気特性評価技術の開発

印可電場により圧電体試料に誘起される微小変位を測定するために、原子間力顕微鏡 (AFM)、もしくはレーザ変位計を用いた計測方法の検討を行った。現在までのところ、プロジェクトで作製された試料は、バルク、薄膜にかかわらずリーク特性が十分ではなく、室温での強誘電特性評価が難しいことが判明した。そこで、高速 AD コンバーターを導入し、リーク特性が不十分な試料でも電気特性評価が可能な計測システムの構築を行った。また、-150℃～200℃の温度範囲で微小変位測定が可能な温度特性評価システムを開発するために、透過型マイクロチャンパーの導入を図った。

#### ② バリウム系圧電材料前駆体溶液の合成

MPB 組成探索に必要な、種々のバリウム系前駆体溶液について、溶液合成方法ならびに組成制御方法の検討を行なった。その結果を基に、一部バリウム系材料薄膜・粉末の作製を試み、高温 X 線回折や熱分析 (DTA-TG) を用いた材料物性評価技術の検討を行った。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 低環境負荷、非鉛系圧電材料、元素戦略

〔大 項 目 名〕 次世代の電子顕微鏡要素技術の開発

〔中 項 目 名〕 自己整合型四極子収差補正光学システムの開発（多段自己整合型球面収差補正光学系の開発）

〔研究代表者〕 岡山 重夫

（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 岡山 重夫（他1名）

〔研究 内 容〕

独自に開発した多段の四極子・開口電極型球面収差補正光学系を高精度なシミュレーション技術を駆使して設計し、構造設計・超精密加工技術の高度化による収差補正光学系の試作と、高精度制御系の開発を行い、希ガス集束イオンビーム装置に搭載して球面収差補正特性を実証することを目的とする。19年度はシミュレーション技術を駆使して補正光学系の構成と励起条件について詳細に検討し、構造の最適化を図る共に、6段の球面収差補正光学系の詳細機械設計を行い、補正系を構成する高精度部品試作に着手した。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 球面収差補正、集束イオンビーム装置、電子顕微鏡、四極子レンズ

〔研究 題 目〕 糖鎖修飾情報とその構造解析データの統合（糖鎖科学統合データベースの構築）

〔研究代表者〕 成松 久（糖鎖医工学研究センター）

〔研究担当者〕 成松 久、新聞 陽一、平林 淳、  
亀山 昭彦、梶 裕之、梅谷 内品、  
佐藤 隆、館野 浩章、伊藤 浩美、  
鹿内 俊秀、鈴木 芳典、藤田 典昭、  
森田 真理子、伏見 美峰、フー・ゴー  
（常勤職員9名、他6名）

〔研究 内 容〕

糖鎖医工学研究センターが保有しているデータベース（糖鎖関連遺伝子データベース（GGDB）、レクチンデータベース（LfDB）、糖タンパク質データベース（GlycoProtDB）、および質量分析データベース（GMDDB））を公開用にリニューアルし、さらに糖鎖統合データベースのポータルサイトを構築し、そこから横断検索できるように開発を行った。まずは糖鎖関連キーワードや遺伝子名等を利用した横断検索を構築し、セキュリティを万全にしてから順次公開していくことにな

った。異なる機関のデータも融合できるようにデータの標準化を考慮しながら糖鎖科学統合データベースの構築を開始した。また、中核機関である情報・システム研究機構との連携について、中核機関からのポータルサイトから検索できるように連携を行うことになった。これらの糖鎖データベースを、公開していくと共に、国内に散在する糖鎖関連データベースを所有する組織（大学・企業・組織・団体など）と協力し合い、日本糖鎖科学コンソーシアム(JCGG)の情報並びに研究リソースを管理するデータベースとして統合データベースを構築していくことになった。この統合データベースは、糖鎖以外のライフサイエンスのデータベースと連携し、だれにでも利用しやすいデータベースとしていく計画である。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖鎖、統合データベース、糖転移酵素、構造、合成

〔研究 題 目〕 細菌性粘菌リソースの整備と提供（細胞性粘菌標準株および変異株の収集、保存と提供）

〔研究代表者〕 上田 太郎

（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕 上田 太郎、長崎 晃

（常勤職員2名、他1名）

〔研究 内 容〕

基礎と応用の様々な分野でモデル生物として利用されている細胞性粘菌について、系統株と遺伝子及びそれに対応した変異株のリサーチリソースを収集整備し、保存・提供することによって当該生物を利用した研究の一層の発展を図る。ハプロイドで変異体を得やすい細胞性粘菌は代表種として多用されている *Dictyostelium discoideum* を中心に多くの変異体が産生されて研究に役立てられている。これらは国際コミュニティの支援を受けてコロンビア大学で設立されたストックセンターに系統株とともに収集され、保存・提供されてきたが、国内研究者には利用に不便があること、国内成果の一時的な流出が懸念されることなどから、一極支援に依存するのではなく、相互に補完しながらも国内で生産されたリソースを中心としてわが国でも収集・保存・提供する必要性が国内研究者のコミュニティで議論された。そこで当研究グループでは、文部科学省・ナショナルバイオリソースプロジェクトの支援を受け、国内の細胞性粘菌研究者が分散保存している細胞株を集中的に保存し、希望者に提供することで、モデル生物として様々な優れた性質をもつ細胞性粘菌の研究をさらに活性化することを目指す。また同じ目的から、細胞性粘菌を扱ったことがない研究者が新規に細胞性粘菌の研究に参入しやすい環境を整備し、必要に応じて、基本的な培養法や実験技法の指導を行うことも想定している。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス



〔キーワード〕 細胞性粘菌、株保存、提供

〔研究題目〕 FEL 励起反応追跡のための電子・イオン運動量多重計測（高速デジタイザを用いた計測技術の開発）

〔研究代表者〕 齋藤 則生（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 齋藤 則生、黒澤 忠弘、加藤 昌弘、森下 雄一郎、本村 幸治（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

信号をデジタイズしコンピュータに取り込む高速デジタイザシステムの装置を開発した。この高速デジタイザシステムを用いて、データを取得するためのプログラムを製作し、既存の電子・イオン同時運動量計測装置を用いて動作テストを行い、データの取得に成功した。取り込んだイオン信号から時間情報を得るプログラムを開発し、動作テストを行ったところ、イオン信号から時間情報を得ることができた。SPRING-8の BL27SU において、東北大学グループとともに、既存の電子・イオン同時運動量計測装置とクラスター源とを用いて予備実験を行った。EUVFEL 実験施設において、50 nm と 60 nm の EUVFEL 光を用いて、東北大学グループとともに、プロトタイプの電子・イオン多重計測装置と高速デジタイザシステムの装置の動作テストを行った。また、希ガスの多重イオン化の予備テストも同時に行った。プログラムによって得られた時間情報を解析して、イオンの検出器上で得られた検出時間と検出位置を得る技術開発を検討した。イオンの検出数が少ない場合について、プロトタイプのプログラムを製作した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 自由電子レーザ、デジタイザ、計測技術

〔大項目名〕 有害危険物質の拡散被害予測と減災対策研究

〔中項目名〕 NBC 被害拡散に対する避難誘導支援システムの実現

〔研究代表者〕 山下 倫央（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 山下 倫央、野田 五十樹、副田 俊介（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

化学剤、生物剤、放射性物質などの有害危険物質から放出される NBC 災害が発生した場合、周辺住民等の安全確保のため、その拡散状況を正確かつ迅速に予測し、適切な避難誘導を行うことが求められる。そのため、NBC 災害に対応した避難誘導の計画立案を支援するための避難シミュレーションの開発に着手し、屋外拡散予測システムと連携する広域避難シミュレーション、および屋内拡散予測システムと連携する屋内非難シミュレーションのプロトタイプを作成した。

また本プロジェクトのサブグループが屋外拡散予測シ

ステム（三菱重工業株式会社）、屋内拡散予測システム（アドバンスソフト株式会社）、避難誘導支援システム（産業技術総合研究所）の開発を行っている。NBC テロが発生した場合の適切な避難誘導による被害軽減のために、これらのサブシステムの機能を統合させる情報共有プラットフォームが必要とされる。屋内外拡散シミュレーションの結果を DaRuMa に格納するための変換・接続ツールの作成を行った。このツールにより、予測結果の検索等を各種条件の元で効率よく行えるようになった。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 NBC テロ、人流シミュレーション、避難誘導、情報共有プラットフォーム

〔大項目名〕 統合データベース開発

〔中項目名〕 共通基盤技術開発

〔小項目名〕 ワークフロー技術を用いた統合 DB 環境構築

〔研究代表者〕 浅井 潔（生命情報工学研究センター）

〔研究担当者〕 浅井 潔、野口 保、諏訪 牧子、金 大真、ポール ホートン、広川 貴次、福井 一彦、藤渕 航、堀本 勝久、原田 肇、広瀬 修一（常勤職員8名、非常勤職員3名）

〔研究内容〕

本事業では、ライフサイエンスやバイオ産業に従事する研究者や技術者が、いわゆるゲノムプロジェクト・ポストゲノムプロジェクトの成果や多様な DB 解析ツールをストレスなく利用して、より高度な研究開発が効率よく行える環境（統合 DB）実現を目的とする。このため、情報・システム研究機構、科学技術振興機構、産業技術総合研究所生命情報工学研究センター、かずさ DNA 研究所、九州大学、奈良先端科学技術大学、長浜バイオ大学、東京大学、お茶の水女子大学と共同して、以下の3つの業務を行う。

生命情報工学研究センターでは、下記のサブテーマの共通基盤技術開発に関わる研究開発を実施する。

ライフサイエンス、バイオ産業にかかわる情報へのアクセスと利用に関する格段の利便性向上とそれによる研究開発の飛躍的な効率化と質的向上を目指して、ヒト統合化 DB およびモデル生物・産業応用生物統合 DB の構築・運用と、それに必要な統合 DB 構築技術、DB の標準化、文献等からの知識獲得技術等の情報処理技術を開発する。

具体的には、「ワークフロー技術を用いた統合 DB 環境の構築」と言うことで、利用者が得たい情報（知識）を、パソコンなどの端末から要求すると、必要なデータ、解析手法などを、国内、海外から自動的に選び、データベースと解析ツールのワークフローを作成し、最適な計算資源を使って解析を行なう統合 DB 環境を構築する。

今年度は、実施場所内で、グリッドを用いた計算機環境で、固定のデータベースと解析ツールを用いたワークフローを作成し、統合 DB 環境のプロトタイプを構築した。また、ライフサイエンス分野の Web サービスを議論する国際会議（作業・開発セッションも含む）BioHackathon2008に協賛した。会議は、2月11日（月）から2月15日（金）に東京で開催され、2月12日（火）から2月15日（金）は、産総研臨海副都心センター別館8階（CBRC）で作業・開発セッションが行われた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ワークフロー、統合 DB、Web サービス、BioHackathon

#### ー原子力試験研究費ー

【研究 題 目】 表面修飾ホウ素ナノ粒子の開発とその中性子捕捉療法への応用に関する研究

【研究代表者】 越崎 直人（界面ナノアーキテクニクス研究センター）

【研究担当者】 越崎 直人、川口 建二、佐々木 毅（常勤職員3名）

【研究 内 容】

液相レーザーアブレーション法を利用して中性子捕捉療药用薬剤を目指したホウ素含有粒子の合成を試みた。ホウ素粒子が分散した液体中にレーザー光を集光照射し、生成物の同定を行った。純水中では酸化反応により主としてホウ酸が生成し、低エネルギー条件下では球状のホウ素粒子も観測された。一方、酢酸エチル中でのレーザー光照射により、高エネルギー条件下ではホウ酸が生成するが、低エネルギー条件下で球状の炭化ホウ素が生成することがわかった。すなわちホウ素粒子がレーザー光照射により融解し、酢酸エチル中の炭素成分と反応して炭化物が生成することを確認した。また、この粒子の表面はグラファイト層で覆われており、このような表面被覆層は生体親和性やガン細胞特異性の導入に有効であることがわかった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 中性子捕捉療法、ナノ粒子、炭化ホウ素、液相レーザーアブレーション

【研究 題 目】 高電流密度多種イオンビームシステムの開発に関する研究

【研究代表者】 平野 洋一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 榊田 創、小口 治久、木山 學、島田 寿男（常勤職員3名、他2名）

【研究 内 容】

イオンビームは、学術研究から産業応用に至るまで多くの分野において様々な目的で使用されてきている。しかしながら、ビーム発散が少なくかつ高電流密度のイオンビームを得ること、更に引き出されたイオンビームの発散を押さえることが可能な技術を確認することは未だ

に重要な課題である。本研究では、低エネルギー領域において、集束性の良い高電流密度のイオンビームを得ることが可能な技術を確認すること、さらに固体元素由来のイオン源の技術を開発することが目標である。そこで今年度は、低エネルギー領域（数百 eV）でのイオンビーム源開発として、集束性の良いビームを引き出すための減速電源設計と製作を行った。更に、固体元素由来のイオンビーム用として、レーガン方式を用いた炭素イオン供給装置の設計を行うとともに、装置の製作を行った。

また、国際熱核融合実験炉 ITER におけるプラズマ対向機器、さらには将来の核融合プラントの壁候補材料として考えられているタングステン材料との相互作用を調べるため、高エネルギー領域（約25 keV）のイオンビームを材料に照射する実験を行った。ビームとしては、高パワー密度の水素イオンビーム、ヘリウムイオンビーム、水素イオンとヘリウムイオンの混合ビームを試験した。更に、核融合プラズマ実験装置において出現する Edge Localized Mode (ELM) と呼ばれる短時間ではあるが高いピーク値を持った早い繰り返しの熱パルスを模擬するため、数百ヘルツの繰り返し周波数を持つパルス状の高エネルギー・高パワー密度のヘリウムイオンビームを作り出すことに成功し、試験的な照射実験を行った。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 低エネルギーイオンビーム、質量分析、ダイヤモンド、放射線検出

【研究 題 目】 照射誘起欠陥の動的挙動評価のための高度複合ビーム分析技術の開発

【研究代表者】 木野村 淳

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 大島 永康、太平 俊行、鈴木 良一（常勤職員4名）

【研究 内 容】

発電用原子炉の高経年化に伴い、中性子照射下の原子炉部材の損傷形成過程を評価し、その寿命を精度良く予測することが、近年、強く求められている。このため、従来の経験的な評価手法だけでなく、照射損傷形成過程の基礎的な理解に基づいた評価が必要である。本研究では、高強度の陽電子ビームとイオン注入機で発生するイオンビームをそれぞれ照射試料室に導いて複合照射し、弾き出し損傷の導入中に材料の陽電子寿命測定が可能な分析装置を開発する。平成19年度は複合ビーム分析装置の開発と複合ビーム照射の予備実験として金属試料への照射を行った。複合ビーム分析装置の開発として、ビーム照射の方法について検討して基本設計を行ない、装置の基本形状を決定した。また、室温または高温（300 ℃、500 ℃）でイオン照射した純 Fe と純 Ni 試料の陽電子計測を行い、イオン照射損傷の分布について調べた。イオン照射損傷の導入には150 keV の Ar イオンビームを

用いた。照射試料のドブラー拡がり測定から得られた S パラメーターの陽電子エネルギー依存性を解析したところ、イオンビームが到達する深さ（150 nm 程度）よりも最大数100 nm 程度深いところまで、損傷が拡がっていると仮定した時に実験結果と一致した。これは、表面付近で形成された点欠陥が試料の内部に向かって拡散している様子を捉えている可能性があり、引き続き実験と検討を進める予定である。

〔分 野 名〕標準・計測

〔キーワード〕陽電子、放射線損傷、その場分析

〔研究 題 目〕ダイヤモンド放射線検出器の開発に向けた基礎的研究

〔研究代表者〕坪内 信輝

（ダイヤモンド研究センター）

〔研究担当者〕空野 由明、茶谷原 昭義、鹿田 真一  
（常勤職員4名）

〔研究 内 容〕

放射線環境や高温環境等の極限環境に対して耐性のあるダイヤモンドを用いた放射線検出器の開発に向けた基礎的研究を行う。検出器の必要性能に十分耐えうる高品質な人工ダイヤモンド単結晶薄膜を成長させる技術やそれに伴う表面処理技術の開発を行うことにより、最適な素子の実現のための指針を得ることを目指す。

本年度は、自立し得る高品質な単結晶ダイヤモンドの成長を目指し、プラズマ気相堆積（CVD: Chemical Vapor Deposition）法による、基板と結晶方位のそろった、いわゆるホモエピタキシャルダイヤモンド薄膜の高速成長法の検討を行った。具体的には、従来よりもメタン濃度をより高くすること、成長に関わる原料ガスプラズマの密度をより濃くすること、成長時における温度管理を十分行うことにより、高速な単結晶薄膜の成長を試みた。結晶成長面におけるプラズマ密度を濃くするために、試料ホルダまわりの装置改造（最適ホルダ形状）を行った。また、放熱制御のためのホルダ形状の検討も行った。その結果、メタンと水素の濃度比率（ $\text{CH}_4/\text{H}_2$ ）を4%として、成長速度を7.4  $\mu\text{m/h}$  を達成することができた。カソードルミネッセンス（電子線照射による発光）のスペクトルにおいて、結晶品質のひとつの指標としての励起子ピークに関し、そのスペクトルが明瞭に観察され、成長薄膜が放射線検知に必要なキャリアの生成が可能な結晶性を有することを示した。

〔分 野 名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕単結晶ダイヤモンド薄膜、放射線検出器

〔研究 題 目〕原子燃料融点の高精度測定に関する研究

〔研究代表者〕石井 順太郎（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕石井 順太郎、山田 善郎、笹嶋 尚彦  
（常勤職員3名）

〔研究 内 容〕

原子炉の高効率・高熱出力運転や高速増殖炉の熱設計・管理の目的から信頼性の高い燃料融点の情報整備が喫緊の課題となっている。そのため本研究では、原子燃料融点温度の高精度測定技術の開発を目指す。具体的には：1) 国際単位系(SI)トレーサブルな高精度温度目盛設定技術の開発。1a)  $\text{UO}_2$ の融点を超える2900  $^{\circ}\text{C}$ までの温度定点技術の開発。1b) 開発した高温定点の温度値を測定し、2900  $^{\circ}\text{C}$ までの高精度温度目盛を確立する。目標不確かさ：2900  $^{\circ}\text{C}$ で0.5K。2) 原子燃料融点測定のための酸化物融点温度の精密計測技術の確立。2a) 2900  $^{\circ}\text{C}$ まで使用可能な酸化物融点測定用誘導加熱炉を開発し、炉内温度の制御性・均一性向上を図る。融点測定用放射温度計を開発する。2b) in situ 校正用温度定点セル技術を開発する。3) 開発した技術を日本原子力研究開発機構の融点測定装置に適用し、 $\text{UO}_2$ 融点を測定する。目標不確かさ：5K。

19年度は1)新たに金属炭化物-炭素包晶点技術を開発した。包晶点セルはいずれも短期繰り返し性が0.02 Kより良く、融解温度幅も0.1 K以下で高温度定点として有望であり、特に炭化タングステン-炭素(WC-C)包晶点(2749  $^{\circ}\text{C}$ )は  $\text{UO}_2$ の融点温度に近く実用性が高いことを実証した。また炭化クロム-炭素( $\text{Cr}_3\text{C}_2$ -C)包晶点セルの凝固組織の研究から包晶凝固の過程を明らかにした。2)酸化物融点測定用に誘導加熱炉を開発した。るつぽを3000  $^{\circ}\text{C}$ 以上に加熱できることを確認し、加熱部内に温度分布向上が可能なスペースを確保し、本研究において取り組む酸化物融点測定に十分な加熱能力を検証した。

〔分 野 名〕標準・計測

〔キーワード〕原子燃料、融点、高温標準、高温度定点、放射温度計

〔研究 題 目〕化学災害の教訓を原子力安全に活かす E ラーニングシステムの開発に関する研究

〔研究代表者〕和田 有司（環境管理技術研究部門（爆発安全研究コア））

〔研究担当者〕緒方 雄二、加藤 勝美、阿部 祥子、  
尾和ハイブツク 香吏  
（常勤職員1名、他3名）

〔研究 内 容〕

原子力関連施設における化学安全知識の欠如による事故やリスク評価不足による事故などの再発防止のためには、様々な階層の従事者が、化学災害の教訓を学び、化学物質や関連施設に対する安全意識を養うことが重要である。本研究は、原子力関連と化学関連の事故例を共通の原因によって結びつけ、抽出された教訓を学習するための E ラーニングシステム、すなわち、パソコンやインターネットなどを利用して、学習・研修など行う教育システムを開発し、原子力関連施設の安全性を向上することを目標とする。



そのために、1)原子力関連施設および化学プラントの事故事例を抽出し、詳細な情報を収集する。2)収集した事故事例を事故進展フロー図を用いて解析し、事故の原因および教訓の抽出を行う。3)事故進展フロー図を基にケーススタディ教材を作成するとともに、抽出された教訓を体系化して、教訓学習教材を開発する。これらの教材をEラーニングシステムとして公開する。また、外部専門家からなるアドバイザー委員会を立ち上げ、事例解析、教訓の体系化やEラーニングシステムの構築に関して、ご検討いただき、現場での試用、評価を通じて、システムを改良する。

平成19年度は、原子力関連施設の事故事例について、詳細情報を収集し、事故進展フロー図を用いた解析により、原因ならびに教訓の抽出を行った。この事故進展フロー図を基にケーススタディ教材を作成した。また、Eラーニングシステム、ならびに、ケーススタディ教材部分のプロトタイプを構築した。以上の作業にあたり、外部の専門家からなるアドバイザー委員会、ならびに、現場の方にご議論いただいた。

【分 野 名】環境・エネルギー分野

【キーワード】原子力安全、Eラーニング、化学災害

【研究 題 目】軟X線領域における蛍光収量分光分析法に関する研究

【研究代表者】大久保 雅隆

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】浮辺 雅宏、陳 銀児

(常勤職員2名、他1名)

【研究 内 容】

高度な放射線源に超伝導X線検出技術を組み合わせて、先端的材料分析技術を構築する。放射線の利用は、計測、微細加工、先端的研究開発に必要不可欠な手段であり、科学技術の発展の原動力と位置付けられている。放射光施設では、その高度なビーム技術を活用するために、検出技術との組合せが必要不可欠である。元素からの蛍光X線の測定は、先端半導体材料、鉄鋼材料等の分析において重要である。本課題は、優れたパフォーマンスをもつ超伝導検出器を備えた分光分析技術をビームラインに設置して実用に供することにより、放射線の高度利用を推進しようとするものである。

100素子からなる軟X線用超伝導検出器を作製し、素子の分光能力を評価した結果、半導体検出器の性能を越える分解能が得られた。超伝導検出器の動作に必要な0.3 Kの極低温が得られる冷凍器(液体ヘリウムの供給を必要としない寒剤フリー)に、100素子アレイの極低温実装と熱流入を考慮した配線を設計製作した。また、試料からの蛍光X線を測定するための、冷凍器を搭載して試料を高真空に保つ分析槽を設計製作した。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】先端分析機器、超伝導、X線分析

【研究 題 目】高レベル放射性廃棄物の燃料電池への応用に関する研究

【研究代表者】栗津 浩一

(近接場光応用光学研究センター)

【研究担当者】栗津 浩一、藤巻 真、王 曉民

(常勤職員2名、他1名)

【研究 内 容】

原子力発電所の使用済み核燃料、高レベル放射性廃棄物は、原子炉停止後多量の放射能を有し発熱しているため、発電所内のプールで保管されている。その間ガンマー線、X線等を放出しているが、現在このエネルギーは利用されていない。本研究ではこれら核物質を敷地内保管しながら、水素を発生させて燃料電池として利用することを長期的目標と位置づけて、その基礎研究を行う。酸化チタンは、300 nm-400 nmの波長領域で水を水素と酸素に分解するが効率は低い。そこで銀ナノ粒子により強力な表面プラズモン光を発生させて、この光をナノ構造体に閉じ込めることによって、光触媒を高効率化させる。これをナノフォトリクス光触媒と呼ぶことにする。酸化チタン中に銀ナノ粒子を形成させる。銀はナノ粒子化することによって表面プラズモンが発生する。この光は、表面にへばりつくような光であり、表面近傍のみに局在した光である。ナノ粒子を制御することによって、波長380 nm付近にピークを持つ表面プラズモン光を発生させる。380 nmとは、酸化チタンが最も触媒作用を発揮できる波長である。しかし表面プラズモン光は周囲の屈折率によって、その波長が大きく変化する。酸化チタンのような高屈折率物質に囲まれた場合、600 nm程度までピーク位置がシフトしてしまうことが、計算により予測できた。これに対して、周りを数十 nm程度、非晶質シリカで覆うことによって、ピークのシフトは数十 nm程度、すなわち400 nm付近にすることができるとが理論上予測された。

そこで、実際にまず銀ナノ粒子の形成を行った。直径20 nmにサイズの揃ったナノ粒子の作製に成功した。また、実験条件をかえることで、直径50 nmに揃った銀ナノ粒子の作製にも成功した。次にスパッタ法にてナノ粒子を非晶質シリカ膜で覆うことを行った。5 nm、10 nm、20 nm、40 nmの膜厚で覆った。その後、酸化チタン膜をゾルゲル法にて塗布し、加熱処理により光触媒活性の高い結晶相であるアナターゼ相に変化させた。

以上のプロセスで得られた銀ナノ粒子、銀ナノ粒子を非晶質シリカで覆った材料(Ag@SiO<sub>2</sub>)、銀ナノ粒子を非晶質シリカで覆ったその上に酸化チタンを塗布した材料(TiO<sub>2</sub> on Ag@SiO<sub>2</sub>)、および比較のために作製した銀ナノ粒子の上に直接非晶質シリカをコートせずに酸化チタンを塗布した材料(TiO<sub>2</sub> on Ag)を作製して、まず光吸収スペクトルを測定した。その結果、Ag@SiO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub> on Ag@SiO<sub>2</sub>には400 nm付近に局在表面プラズモンによる吸収帯が形成されていることが確認できた。こ

れに対して、 $\text{TiO}_2$  on Ag では全く局在表面プラズモンによる吸収帯が形成されていないことがわかった。これは、酸化チタンによる強い酸化作用によって銀ナノ粒子が酸化して酸化銀になってしまい、プラズモン光が発生しなくなったことで説明がつく。すなわち、計算の段階では、プラズモン吸収ピークの位置を長波長側にシフトさせないために非晶質シリカで銀ナノ粒子をコートさせることが目的であったが、それ以外にもう一つ、非晶質シリカが銀ナノ粒子と酸化チタンの接触を防ぐ、いわばバリアー層の役目を果たしていることがわかった。この点を中心に現在、特許申請準備中である。

走査型電子顕微鏡（SEM）および x 線光電子分光法（XPS）で表面の観察を行った。その結果、 $\text{TiO}_2$  on  $\text{Ag@SiO}_2$  構造において、非晶質シリカの膜厚が5 nm の場合のみ、表面に析出物があることがわかった。それ以外の膜厚では確認できなかった。この析出物の同定を行うため、XPS 測定を行ったところ、この析出物質は銀であることがわかった。非晶質シリカが薄すぎたため、銀が表面に析出してしまったものと考えられる。

光触媒活性を確認するための予備実験として、メチレンブルー（色素）を酸化チタン表面に塗布して、その分解速度を  $\text{TiO}_2$  on  $\text{Ag@SiO}_2$  と  $\text{TiO}_2$  のみの場合で比較を行った。速度は5倍程度  $\text{TiO}_2$  on  $\text{Ag@SiO}_2$  の方が速いことがわかった。これは、表面プラズモン光によって反応に寄与する光量が増えたためであると考えられる。

さらに  $\text{SiO}_2$  膜厚を5 nm にまで薄膜化させたところ、参加分解特性は7倍にまで増大した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】表面プラズモン、光触媒、燃料電池、原子力

【研究 題 目】再処理工程に係るエネルギー物質の爆発安全性評価技術に関する研究

【研究代表者】松村 知治（環境管理技術研究部門（爆発安全研究コア））

【研究担当者】中山 良男、若林 邦彦、保前 友高、黒田 英司、石川 弘毅  
（常勤職員3名、他2名）

【研究 内 容】

本研究課題では、1. 爆発影響データの取得・データベース化、と2. 反応機構評価システムの開発を行った。

1. に関しては、ヒドラジン（以下 HH）と硝酸ヒドラジン（以下 HN）の混合割合を変えた試料を内径20 mm の塩ビ管に注入し、同じく内径20 mm の塩ビ管に装填した Composition C4爆薬（以下 Comp. C4）約10 g で起爆する水中爆発試験を実施した。以下の知見を得た。

- ・HN/HH 混合物の衝撃波エネルギー、バブルエネルギーを取得した。その結果、両者は HN 濃度の増加とともに増える傾向を示した。

- ・HN/HH 混合物のエネルギーは、代表的な液体爆薬であるニトロメタン（NM）や高性能爆薬 TNT の値（文献値）に比べ、低めであることがわかった。

2. については、昨年度開発したレーザー誘起衝撃圧縮実験装置を応用して、反応機構を分子レベルで詳細に調べるために時間分解型ラマン分光装置を開発し、不活性有機液体である四塩化炭素（ $\text{CCl}_4$ ）の衝撃圧縮下における微視的な圧力応答をラマン分光法によって測定した。以下の知見を得た。

- ・ラマン散乱光の集光光学系と分光器への信号伝送光学系を最適化することによって、高いシグナル／ノイズ比のスペクトルを単発で測定可能となった。

- ・ $\text{CCl}_4$ 中を伝播する衝撃波を反映したラマンスペクトルの過渡的な変化を観測することが可能となり、分子レベルでの反応機構を測定する要素技術を開発した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】ヒドラジン、硝酸ヒドラジン、核燃料再処理施設、爆轟、爆燃、衝撃波エネルギー、バブルエネルギー、衝撃圧縮、ラマン分光

【研究 題 目】放射能表面密度測定法の確立に関する研究

【研究代表者】柚木 彰（計測標準研究部門）

【研究担当者】佐藤 泰、原野 英樹、檜野 良穂、海野 泰裕、畑 寿起  
（常勤職員5名、他1名）

【研究 内 容】

イメージングプレートは、極めて高感度に二次元の放射線イメージ像が得られるが、定量測定には指標となる標準が必要である。これまでの研究により、インクジェットプリンタを用いて、放射能表面密度を3桁から4桁程度変化させた帯状の指標線源が試作されている。そこで、イメージングプレートと、この帯状の指標線源を組み合わせ、精度の良い放射能表面密度測定手法を確立し、汚染検査をはじめとする、放射能表面密度測定の高精度化と信頼性の確保を目指す。そのため本研究では、対数目盛の表面密度線源にイメージングプレートを組み合わせた、放射能表面密度測定に関する新しい測定技術を開発し、汚染検査をはじめとする、放射能表面密度測定の高精度化と信頼性を確保するため、検出効率のエネルギー特性の評価、ガンマ線バックグラウンドの影響評価、校正結果の自動管理システムの開発を行う。平成19年度は、アルミ板上にコバルト60を印刷したベータ線・ガンマ線混在核種の放射能標準線源を作成した。また、プラスチックによるベータ線遮蔽板を製作し、線源とマルチワイヤ比例計数管の陽極線の間に挿入し、ベータ線の遮蔽効果を確認した。このようにして作成した線源と、特性を確認したベータ線遮蔽用フィルタを組み合わせ、実際にイメージングプレートにベータ線及びガンマ線を照射

し、イメージングプレート of 表面汚染測定能力を確認した。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】放射能表面汚染、放射性廃棄物、対数指標線源、イメージングプレート

【研究 題 目】断層内水理モデルの確立に関する実験的研究

【研究代表者】高橋 学（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】高橋 学（常勤職員1名、他2名）

【研究 内 容】

放射性廃棄物地層処分において、天然バリアの性能評価に必要となる断層破砕帯の透水係数は、原位置試験によると、場所毎の変動が大きく、幅広い分布( $10^0 \sim 10^{-9}$  m/s)と強い異方性を示している。断層の示すこうした性質は、原位置試験結果に基づく現象を解明・評価・予測できる妥当性の高い断層内水理モデルを要請するが、このようなモデルは世界的にも確立されていない。そこで、地層処分事業の安全評価手法の高度化を目指し、逆断層・正断層周辺の環境を模擬しながら室内実験を中心とした蓋然性の高い断層内水理モデルを構築することを目的とする。断層内流体移動特性（異方性）に及ぼす断層変位の影響に関する実験データ取得を行い、断層内の水理特性を高精度で予測することを目標とする。

19年度は、断層内の環境条件（地圧、異方性応力、間隙水圧等）を再現しながら供試体の透水特性を把握する水理特性測定装置を設計・導入した。環境条件としての地圧は言うまでもなく、断層に作用する応力のことであり、モデル実験および一般化の性格から広い応力範囲をカバーできるよう载荷方法との関連において考慮した。環境条件としての異方性応力とは応力条件として三軸圧縮応力場と三軸伸張応力場の再現を念頭において設計を行った。すなわち、断層の応力状態が三軸圧縮応力場である場合、逆断層もしくは横ずれ断層となり、三軸伸張応力場である場合、正断層を再現することができる。1台の载荷装置でこれらの異なる断層運動を再現しながら変形中の供試体の透水係数を測定できるよう設計を行った。また、環境条件の間隙水圧は断層内の水理特性を定量化する目的で考慮し、透水試験が可能な設計とした。これらは組み合わせた条件下で実施されるものであり、供試体周囲のピストン、エンドピース、ジャケット材料、ジャケット方法、間隙水圧配管などの種々の条件をクリヤーするための総合的な設計が必要であった。

【分 野 名】地質

【キーワード】三軸試験、断層破砕帯、正断層、逆断層

【研究 題 目】放射性廃棄物地層処分における長期空洞安定性評価技術の研究

【研究代表者】當舎 利行（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】當舎 利行、及川 寧己、相馬 宣和、

竹原 孝（常勤職員4名、他2名）

【研究 内 容】

高レベル放射性廃棄物は地層中にて超長期間保存され放射性物質の減衰を待つことになり、安定した地下に空洞を掘削することが必要となる。岩盤空洞周りでは、応力の緩み域とよばれる応力が解放されることにより変形等の生ずる領域が発生し、潜在き裂等の開口により天然バリアの遮蔽性能の低下が考えられる。本研究では、長期安定性評価の観点からこの緩み域を経時的に評価し天然バリアの長期安定性に関するフィールドデータを得るとともに、緩み域を含む空洞周りの地層環境で想定される条件下の岩石クリープ特性データを蓄積し、長期安定性予測のための基礎データとすることを目的として、以下の3テーマについて研究を行っている。コア法等による3次元応力計測を経時的に実施して3次元応力場と緩み域の広がりを経時的な変化を明らかにするための「深部岩盤空洞周り緩み域における3次元応力計測」として、花崗岩質岩盤中に開削された小トンネル（直径3 m 前後）壁面から下方約30度の傾斜ボーリングで採取された岩石コア試料を用いて AE/DRA 法による応力計測を実施した。応力決定用リファレンス試験では応力14.3 MPaを2時間程一軸载荷して記憶させたものを計測できるように計測基準値（閾値）を設定した。簡便な手法による空洞掘削影響領域や周辺不連続構造の評価法を検討する「空洞周り緩み域の簡便な地質構造評価技術の研究」として、坑井掘削音を利用する緩み域評価法基本概念の妥当性検証のため、結晶質硬質岩盤小トンネル内において岩石コア採取ボーリングの掘削音観測を従来よりも孔間距離の離れた観測孔で行い、掘削音特性分析を行った。この結果を受け観測方法を再検討し、2観測点同時観測を今後実現するために小型孔内弾性波検出器を導入し基本動作確認を行った。さらに、三軸圧縮応力下での岩石の長期変形特性に関する実験的研究を実施して緩み域での長期変形予測技術の確立を目指す「空洞周り緩み域における岩盤長期変形挙動に関する研究」として、常温・室乾状態の珪藻土を用いた応力レベル90 %と95 %でのクリープ試験を実施した。

【分 野 名】地質

【キーワード】岩盤、長期変形挙動

【研究 題 目】放射線被曝による生体障害の予防・治療のための細胞増殖因子とその利用技術に関する研究

【研究代表者】今村 亨（シグナル分子研究ラボ）

【研究担当者】浅田 眞弘、鈴木 理、明石 真言、中山 文明、隠岐 潤子、後藤 恵美、本村 香織、木村 美穂、萩原 亜紀子、本田 絵美（常勤職員3名、他8名）

【研究 内 容】

本研究では、放射線被曝による細胞死を抑制し、ある



いは細胞増殖を促進することにより、粘膜障害や造血系障害を予防・治療するための分子とその利用技術を提供することを目的とする。すなわち、多種の細胞に活性を示す細胞増殖因子を対象として、高安定性と高分解耐性、長血中寿命などの特徴を付与するための糖鎖エンジニアリング技術を適用し、放射線照射による粘膜障害や造血系障害を予防・治療するための分子とその利用技術を開発することを目指している。

第一期では、増殖因子 FGF(繊維芽細胞増殖因子)によって放射線被曝による粘膜障害や造血系障害の予防または治療が可能であることを実証し、次に第二期では、その結果をもとに、糖鎖修飾型 FGF の構造や生産方法、投与プロトコルを至適化する。これにより、放射線防護機能を高めヒトへの臨床応用が可能な分子を創製し、その利用技術を完成することを計画している。

初年度には広域特異性を有する FGF1を中心に生産系の確立とその効果の検証を行った。翌年度には、上皮系細胞に特異性を有する FGF7や FGF10の大量生産系を構築し、培養細胞を用いて放射線被曝による障害の予防・治療効果を評価する実験系に供し、その効果を確認した。さらに、動物個体や摘出組織を用いた新たな評価系の構築にも着手した。第一期最終年度となる今年度は、放射線による細胞・組織・個体における障害をより多面的に評価する系を構築し、これらを用いて、FGF1と他の FGF (FGF7、FGF10等) の予防・治療効果を実証した。その結果、FGF の生理活性を利用することで、*in vitro* では UV-B 照射による HaCaT 細胞の細胞死を抑制することができるが、また、*in vivo* については、ガンマ線照射によるマウス個体の腸管障害が FGF の投与によって予防できることが示された。さらに、骨髄細胞への影響を評価する系を構築した。

第二期となる平成20年度からは、改変型 FGF の効果を解析してその構造を至適化するとともに、放射線障害を予防・治療するための投与プロトコルの至適化にも取り組み、細胞増殖因子を用いた、放射線被曝による生体障害の予防・治療のための技術として完成させる計画である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 放射線障害、細胞増殖因子、糖鎖工学

【研究題目】 コンパクト偏光変調放射光源の開発とそれを用いた分光計測技術の高度化に関する研究

【研究代表者】 渡辺 一寿

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 田中 真人 (常勤職員2名)

【研究内容】

放射光挿入光源の一種である偏光アンジュレータは偏光状態を交流的に変調することが出来るために、真空紫外線などの高エネルギー領域での偏光変調光源として有

力である。これは新規の物性分析技術の開発に極めて有用な光源であり、世界各国の放射光施設においても同様の装置の開発・利用研究が進められている。我々はこの装置を利用して、生体分子立体構造解析を目指した高感度真空紫外円二色性測定装置を実用化し、ライフサイエンスや物質・材料科学分野における最先端研究手段として提供することを目的としている。

本年度は、小型偏光可変アンジュレータの新規磁石列駆動方式を開発し、それにより大幅な円二色性測定精度の向上を実現した。従来の駆動方式による円二色性測定では磁石列の不完全な正弦運動に起因する偽の信号成分が含まれており、その除去に注意が必要となっていた。本年度に開発した駆動方式の採用により、アンジュレータ磁石列の完全な正弦運動が可能となった。その結果、観測されたスペクトルにおける偽の信号成分の削減に成功し、装置の信頼性・精度が大幅に向上した。この改良された装置を用いてアミノ酸薄膜・糖水溶液等の生体分子試料の真空紫外円二色性測定を行った。これら実験結果は分子軌道計算法による円二色性スペクトルの理論計算とよい一致を得た。この結果は構造未知試料の真空紫外円二色性スペクトル測定と理論予測からその構造解明が可能であることを示している。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 円二色性測定、糖、アミノ酸、真空紫外線領域、偏光可変アンジュレータ放射、キラリティ、電子蓄積リング

【研究題目】 レーザー加速電子ビームの高度化と利用技術に関する研究

【研究代表者】 三浦 永祐 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 益田 伸一、小山 和義、加藤 進、齋藤 直昭 (常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

原子力、医療、先端計測等への応用を目指して、電子加速器の小型化を可能とするレーザー加速(高強度レーザーとプラズマの相互作用を利用した粒子加速)の研究に取り組んでいる。本研究では、レーザー加速によって発生する電子ビームの高エネルギー化、高出力化、単色化等の高度化を進めレーザー電子加速器の実用化技術を確立すると共に、レーザーコンプトン散乱による硬X線パルス発生を行いレーザー加速電子ビームの利用技術へと展開することを目的としている。

平成19年度は、ピークパワーが8.5 TW のレーザーパルス(パルス幅50 fs)を用いて、エネルギーが40~60 MeV で、電子数が $3 \times 10^8$ 個を超える単色電子ビームを発生した。これまでよりもエネルギーで2倍、電子数で30倍の高エネルギー化、高出力化に成功した。レーザーから単色ビームへのエネルギー変換効率0.8 %を達成した。また、電子ビームのエネルギースペクトルをその場観測する装置を開発し、単色電子ビーム発生の安定性を評価

した。単色電子ビームの発生頻度を80 %と、これまでの3倍に高くした。平均でもエネルギー55 MeV、電子数 $1.6 \times 10^8$ 個の単色電子ビームが得られており、高エネルギーで高出力の単色ビームの安定な発生に成功した。単色ビーム発生の安定化には、プレパルスの抑制が重要であることも明らかにした。

【分 野 名】 環境・エネルギー、標準・計測、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 高強度レーザー、プラズマ、レーザー加速、単色電子ビーム

【研究題目】 原子力エネルギー利用高温水蒸気電解技術の開発

【研究代表者】 嘉藤 徹（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 根岸 明、加藤 健、天野 雅継、  
門馬 昭彦、田中 洋平  
（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

炭酸ガス排出がない高効率な水素製造法として、高温ガス炉等の革新的原子炉の熱を有効利用可能な高温水蒸気電解技術について、固体酸化物電解質を用いた円筒型電解セルの構成材料および製造プロセス開発を行う。電解セルについては動作温度700～850 °C、動作電圧0.9～1.3 V（電圧効率160～110 %に相当）、入力5～20 W 程度、ガスリーク率1 %以下の性能を目指す。また、セル・スタックの運転実験で得られたデータをもとに、システムの概念設計と性能予測を行うとともに、本格開発時の技術課題の明確化する。19年度は昨年度開発したフュライト系ステンレスの表面処理法および導電性シール剤を用いて2セル直列電解セルスタックを試作し、セルの性能を測定し、オーミック抵抗の低減法を検討した。またスタック各部のインピーダンスを測定するため、マルチチャンネル交流インピーダンス測定システムを整備した。さらに正極について  $\text{Sm}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$  を用いてセル性能の向上を検討した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 高温水蒸気電解、固体酸化物形電解セル、水素製造

【研究題目】 放射線防護ならびに医療応用における国際規格に対応した高エネルギー中性子・放射能標準の確立と高度化に関する研究

【研究代表者】 柚木 彰（計測標準研究部門）

【研究担当者】 原野 英樹、佐藤 泰、松本 哲郎、  
海野 泰裕、檜野 良穂、森山 健太郎  
（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

最近の大型加速器を用いた高度放射線利用の進展、J-PARC（原子力機構、KEK）に代表される高エネルギー・大強度の中性子利用計画の推進、また放射性同位元

素を用いたがん治療の際の線量評価の高精度化の要求により、新たな中性子および放射能標準の確立が要求されている。放射線防護上重要であり、ISO 8529で中性子エネルギー基準点と規定している19 MeV 付近の中性子フルエンス標準と線源ケースの自己吸収が大きな要素を持つ医療用密封小線源や陽電子トモグラフィ用のフッ素18などの短半減期核種に対応できる標準の確立を目指す。そのため本研究では、中性子に関しては、加速器を用いて20 MeV 近傍のエネルギー領域において単色中性子発生技術とそのスペクトラルフルエンスの高精度絶対測定法を開発し、国際的に通用する中性子標準を確立する。一方、放射能に関しては、医療用密封小線源や短半減期核種の標準を確立し、線源「放射能」と「線量」の管理を可能とするシステムを開発する。さらには、医療用標準のトランスファ技術および簡便な校正システムの開発を行い、その普及を図る。平成19年度は、中性子標準については、反跳陽子カウンタテレスコープの設計・製作と特性試験を行うと共に、バックグランド中性子の低減のためにターゲットアセンブリの改造を行った。放射能標準については、医療用ヨウ素125密封小線源用の自由空気電離箱の設計・製作を行うと共に、軟エックス線標準から球形電離箱を用いて空気カーマ強度を導出する方法を検証した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 高エネルギー中性子、絶対測定、放射線防護、医療用密封小線源

【研究題目】 深部岩盤掘削時の高精度破壊制御技術に関する研究

【研究代表者】 緒方 雄二（環境管理技術研究部門（爆発安全研究コア））

【研究担当者】 和田 有司、久保田 士郎、内田 恵子  
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

深部岩石の動的破壊特性の解明と損傷領域の評価に関する研究では、衝撃荷重下を受ける岩石の動的破壊特性を解明するために、岩石内部に発生した微小亀裂の状態を検討するために弾性波速度と空隙率の関係を実験的に検討した。実験では、衝撃荷重を受けた岩石をサンプリングし、その密度および弾性波速度を計測することで損傷領域を推定した。使用した岩石は、深部地下に存在する花崗岩で、発破後の装薬孔に垂直にコアボーリングし、その弾性波速度、比重、密度等を計測した。採取した岩石の計測結果から岩石密度が小さくなる領域では、弾性波速度が急速で低下し、損傷が大きいと推定できる。

高精度破壊制御技術の開発に関する研究では、岩盤内に存在する亀裂および微小空間と衝撃メカニズムの関係を明らかにするために、アクリル板も用いた実験と光弾性材料を用いた可視化実験を実施した。実験では、爆発孔周辺に亀裂制御用の空孔の効果について実験的に検討

した。実験結果から爆源周辺の空孔では、爆源の放射方向に応力が集中し、引張状態となることが推定できる。このことは、亀裂制御工法として空孔が十分な引張状態となった状態の最適秒時差で起爆すると高精度な亀裂制御技術が確立できることを示した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】深部岩盤、動的破壊、弾性波速度、損傷領域、破壊制御

【研究 題 目】超臨界発電用炉水浄化技術の開発に関する研究

【研究代表者】林 拓道（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】林 拓道、倉田 良明、上田 昭子、陶 究（常勤職員2名、他2名）

【研究 内 容】

#### 1. 研究目標

超臨界発電における軽水炉冷却水- 炉水管理のため、金属材料の超臨界水腐食データベースの整備を行うとともに、 $^{60}\text{Co}$  などの放射性核種の吸着性及び耐熱性に優れた無機系吸着材の開発を図り、炉水浄化の際の熱損失の低減化及び原子炉の定期点検時の作業者の安全性向上に寄与する。

#### 2. 研究計画

超臨界水環境下での配管材料などから生じる腐食生成物を明らかにする目的で、Fe 基合金等について超臨界水中での腐食試験を行い、腐食生成物の評価、腐食生成物の溶解・析出機構を解明する。腐食生成溶存成分である Co イオンやフェライト化合物に対する無機系吸着材の吸着性能の評価、吸着機構の解明を行い、高温水中で吸着除去できる無機系吸着材の開発を図る。

#### 3. 平成19年度進捗状況

##### 1) 腐食データベースの構築

高温高圧水中における腐食溶解成分 Fe、Cr、Ni などの金属酸化物の溶解平衡について、熱力学溶解平衡推算式の導出、酸化・還元平衡項を導入した計算化学による溶解度推算を行った。350℃、40MPa における Fe、Ni、Cr の金属の高温水中での溶解量と酸素濃度の関係を計算した。固相としては酸素濃度によらず  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ 、Ni と  $\text{NiO}$ 、 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  が存在している環境となった。検討した酸素濃度範囲では溶解量の顕著な酸素濃度依存性はなく、金属の溶解量は Fe が最も高く、Cr が極端に低い結果となった。

##### 2) 高温吸着材の開発

Co イオンを対象にアルキルアミンをインターカレートさせた層状リン酸ジルコニウム ( $\alpha\text{-ZrP}$ ) について、高温水中でのコバルト吸着特性を検討した。Co 吸着量は、吸着温度の上昇により増加するが、アミンとの複合化により、著しく向上する傾向が認められた。また、 $\alpha\text{-ZrP}$  の場合、吸着に際し P の溶出が吸着温度

の上昇に伴い、増加する傾向が認められたが、アミンとの複合化により P の溶出は抑えられた。吸着した Co イオンは1M 硝酸溶液により、90 %以上溶離できることから、可逆的なイオン交換反応による吸着機構が推測される。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】炉水浄化技術、亜臨界／超臨界水腐食、無機系吸着材

【研究 題 目】陽電子放出断層撮像用新型レーザー陽子ビーム源の開発

【研究代表者】高橋 栄一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】加藤 進、松本 裕治、奥田 功（常勤職員4名）

【研究 内 容】

陽電子放出断層撮像用の新型レーザー陽子ビーム源の実現を目指して、高平均出力化が可能な超高強度レーザー増幅器として XeF(C $\rightarrow$ A) エキシマレーザーの開発、並びに同レーザーを用いた陽子ビーム源の開発を目標とする。平成19年度は波長の短い高強度レーザーによる陽子加速機構を明らかにするために、高強度 KrF レーザー（波長248 nm、集光強度 $2\times 10^{18}$  W/cm $^2$ ）を厚さ数ミクロンの薄膜ターゲットに照射し、加速陽子のエネルギーに対するレーザー照射条件の依存性を調べた。その結果、陽子はターゲット裏面垂直方向に加速されたこと、またレーザーを p 偏光で照射した場合に最も高いエネルギーの陽子（ $\sim 800$  keV）が観測されたことから、ターゲット前面において Vacuum Heating 等の機構で高速電子が形成され、裏面において他の研究報告にもある Target Normal Sheath Acceleration (TNSA)機構により陽子が加速されたと考えられる。短波長レーザーではこの Vacuum Heating 機構によってレーザーのエネルギーを効率良く高速電子のエネルギーに変換することが可能であるので、今後薄膜ターゲットの厚さ等の最適化により加速陽子エネルギーの増大を図る。

XeF レーザーの開発では、放電の安定性に関する計測、増幅利得計測に加え、本年度からフェムト秒レーザーパルス増幅に着手した。レーザーパルスの飽和増幅特性より期待される高い飽和エネルギー密度 ( $E_s = 50\text{mJ/cm}^2$ ) を確認した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】陽電子放出断層撮像、イオンビーム、高強度レーザー、エキシマレーザー

【研究 題 目】自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源とその先端利用技術に関する研究

【研究代表者】山田 家和勝

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】清 紀弘、小川 博嗣、安本 正人、渡辺 一寿、豊川 弘之



(常勤職員6名)

#### 〔研究内容〕

産総研では、小型電子蓄積リング NIJI-IV を用いた広帯域（真空紫外～赤外）自由電子レーザー(FEL)発振の研究を進めており、発振波長は国内で最初に真空紫外(VUV)域に到達した。また蓄積リングを用いたものとしては世界初の、赤外(IR)FEL 発振も見込める状況である。この場合、FEL 発振器内でレーザーコンプトン散乱を自動的に起こさせ、準単色エネルギー可変硬 X 線(FELCS-X)を発生させることも可能である。本課題では、VUV 域における FEL の短波長化を進めるとともに、IR FEL 及び FELCS-X を発生させ、基礎科学分野はもとより、材料診断・評価技術、選択的振動励起等に応用するための研究開発を行うことを目標としている。

平成19年度は、近赤外域における IR FEL 発振とそのスペクトル特性の解析、及び IR FEL 利用に向けて、赤外分光分析システム等の測定機器の立ち上げを行った。IR FEL 利用研究では、光音響分光法(FEL-PAS)を用いた高分子材料の化学結合状態イメージングを行うため、従来の FEL-PAS 用セルを2次元精密ステージと組み合わせることによって2次元データ取得が可能であることを確認した。VUV FEL 利用研究に関しては、自由電子レーザー励起光電子顕微鏡(FEL-PEEM)を用いた遷移金属触媒表面化学反応の実時間観測技術に加えて、近年高性能電子リニアックの電子銃に多用されている半導体光陰極材料(Cs<sub>2</sub>Te)の劣化機構解明のための予備実験を開始した。また、より短波長での FEL 発振実現のため、DUV(遠視外)～VUV FEL 用誘電体多層膜ミラーの劣化挙動について調べ、これまでに開発した酸素プラズマによる表面処理とアニーリングが有効であることがわかった。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕電子蓄積リング、自由電子レーザー、レーザーコンプトン散乱、準単色エネルギー可変硬 X 線、触媒化学反応、光電子放出顕微鏡

〔研究題目〕小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究

〔研究代表者〕鈴木 良一

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕大平 俊行、木野村 淳、大島 永康  
(常勤職員4名)

#### 〔研究内容〕

物性計測に適した短パルス陽電子マイクロビームを発生するため、陽電子発生用に最適化した小型電子加速器の開発と陽電子ビームラインの開発を行っている。小型電子加速器は、従来の高強度陽電子ビームで問題となっていた陽電子の蓄積ロスを低減するため高パルスレート

の電子ビームを発生することを目標とし、C バンドマイクロ波を用いた電子加速器の開発を行っている。さらに、電子加速器で発生した高エネルギー電子ビームから低速陽電子を発生させ、この低速陽電子ビームを短パルス化した後、高輝度化することにより、短パルスエネルギー可変陽電子マイクロビームを発生し材料評価に利用する研究を行っている。

平成19年度は、C バンド小型電子加速器の大電力マイクロ波源のためのパルス電源系の改良、短パルス陽電子ビーム高輝度化・集束技術の高度化、既存の陽電子ビームラインを用いた物性評価を行った。特に、短パルス陽電子ビーム高輝度化・集束技術については、既存の短パルス化装置でパルス化した後、高輝度化のために陽電子減速材に入射して再加速・集束すると、パルスの時間幅が広がることから、減速材に高周波を印加することによってパルスの再圧縮をおこなって、通常の陽電子寿命測定に十分な250ピコ秒以下の時間分解能を得ることに成功した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕小型電子加速器、陽電子、マイクロビーム

〔研究題目〕SR-X 線ナノメータビームによる革新的生体試料分析技術に関する研究

〔研究代表者〕小池 正記

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕池浦 広美(常勤職員2名)

#### 〔研究内容〕

リアルタイム・ナノメータサイズ分析法である透過型 X 線光電子顕微鏡(透過型 XPEEM)の開発において、光学顕微鏡を組み込み、試料の X 線画像と光学画像を測定できるシステムを設計・製作を行った。一般に、生物試料を X 線顕微鏡で測定する場合、信頼性のある結果として発表するためには、光学顕微鏡像との比較が必須となっている。そのため、放射光の光軸上で、X 線顕微鏡像と同軸で、光学顕微鏡像を測定できるシステムを構築した。放射光の光軸が地面に対して水平であるため、試料を地面に対して垂直方向に設置しなければならない。そのため、光学顕微鏡も地面に対して水平に設置できるようにした。透過型 XPEEM では、試料が奥まったところに設置されるため、光学顕微鏡の焦点距離を長く取る必要がある。一方で、生物試料をターゲットにしているため、通常の光学顕微鏡像に加え、生物試料測定で広く用いられている蛍光顕微鏡像を測定する必要性も生じてくる。そこで、デジタルマイクロスコープ用のワイドレンジズームレンズを改造して光学顕微鏡システムを構築した。

これまで、透過型 XPEEM では、化学状態の異なる同一の元素の識別を目標としているため、そのための基礎データとして、生体内に含まれる化合物の X 線吸収微

細構造スペクトルの測定を行っている。その結果、DNA の X 線吸収微細構造スペクトルの解釈において、従来のモデルでは説明できないことが明らかになり、予測しなかった研究の新展開があった。新たなモデルをたて、解析を行った結果、DNA のリン酸基の鎖上を電子が移動することを見出した。これにより、化学状態だけでなく、電子状態を識別できる顕微鏡としても期待される。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 透過モード光電子分光法、X 線微細ビーム、放射光、電子蓄積リング、元素状態マッピング

〔研究題目〕 DNA マイクロアレイ技術を利用した放射線及び放射線物質の影響評価に関する研究

〔研究代表者〕 岩橋 均（ヒューマンストレスシグナル研究センター）

〔研究担当者〕 岩橋 均、矢澤 彌、村田 里美  
植村 浩（常勤職員4名）

〔研究内容〕

メダカ、イネを中心にガンマ線照射の影響について、DNA マイクロアレイ技術を用いた影響評価を行った。酵母細胞については、ガンマ線感受性、耐性メカニズムの解析を行った。さらに、重粒子線の影響についても評価を行った。ヒト細胞系については、3種類の細胞に対して X 線照射を行い、DNA マイクロアレイ解析を達成することができた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ヒト細胞、メダカ、イネ、酵母、DNA マイクロアレイ

〔研究題目〕 原子力エレクトロニクスのための半導体デバイス化技術に関する研究

〔研究代表者〕 荒井 和雄（パワーエレクトロニクス研究センター）

〔研究担当者〕 奥村 元、福田 憲司、田中 保宣、  
石田 夕起、先崎 純寿、小杉 亮治、  
木下 明将、高橋 徹夫、鈴木 良一、  
木野村 淳（常勤職員8名、他2名）

〔研究内容〕

Si よりも放射線耐性を有すると期待される SiC などの軽元素半導体材料のデバイス試作を行い、原子力エレクトロニクス・システムを構成する候補デバイスとして、pn 接合ダイオード、ショットキーバリアダイオード(SBD)、MOSFET、JFET 等のデバイスを取りあげ、その放射線耐性を評価し、回路構成における影響を含め、優劣を明らかにする。また、評価技術としては放射線ビームを用いた新しい評価手法を開発し、それらの手法を用いて各種デバイスを耐放射線性や放射線損傷の観点か

ら評価する。

最終年度である平成19年度は、 $\gamma$ 線照射で静的電気特性が変化しないことが分かったユニポーラ接合型スイッチング素子 SiC-JFET とショットキーダイオード (SiC-SBD) について DC-DC コンバータ (降圧チョップ) を試作し、回路動作している状態で放射線照射を行い、正常に動作するかどうか調べた。 $\gamma$ 線照射レートは1 MR/h で、回路を駆動し、線照射中の負荷電圧、及び負荷電流波形を観測したところ、 $\gamma$ 線照射前と同様、設計通りの出力値が確認されており、その後合計4時間照射したが全く問題なく動作した。このことから、SiC-JFET 及び SiC-SBD は動作時の放射線耐性についても優れた特性を有していることが確認された。このことは、シングルイベント効果の排除を含めて、開発・試作した SiC-JFET 及び SiC-SBD のパワー変換器基本構成がシステムへの応用が可能であることを示すものであり、原子力エレクトロニクスとして、システム応用への展開の基礎を固めたことになる。試作されたデバイスそのものについては、種々の回路への応用が可能であり、本課題で得た知見をもとに、原子炉の計装や、原子力用システム機器・ロボット等での応用展開のための研究開発をすすめるべきであるとの結論を得た。

陽電子寿命測定を用いた酸化 SiC 試料の評価手法については、これまでの計測では、識別できなかった SiC 酸化膜界面の欠陥 (空隙) を示唆する寿命値分析手法が見いだされた。今後の酸化膜界面評価技術として期待が持たれる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 SiC、 $\gamma$ 線照射

〔研究題目〕 軽元素同位体の分離と産業応用に関する研究

〔研究代表者〕 苑田 晃成（健康工学研究センター）

〔研究担当者〕 苑田 晃成、横田 洋二、細川 純嗣、  
坂根 幸治、廣津 孝弘  
（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

本研究は、経済的かつ効率的にリチウム、ホウ素同位体を採用する分離プロセスの確立を目的とする。また、海水等の国内資源から採取したリチウムおよびホウ素を用いる分離システムを設計・評価し、同位体資源の安定確保を目指す。

平成15年度から5年計画で同位体濃縮度を3倍にすると共にグラム単位での同位体分離を目指す。更に実用化に向けた詳細設計についての研究を進める。

ラボスケールの実験においては、キレストファイバー GRY-J を充填した内径1 cm、長さ1 m のガラス製カラムに、これまで回収した B-10濃縮画分 (B-10 / B-11 = 0.622) を吸着させた。純水で洗浄後、15 mM 硝酸を用いて、流速12 cm<sup>3</sup>/h でバンド展開した。同位体は  $\delta$

$^{10}\text{B}$  値で-308 ‰から+308 ‰まで、対称性良く分離され、B-10の最大値 (B-10/B-11=0.814) は、天然比 (0.25) の3.2倍となり、本課題の数値目標の3倍濃縮を達成できた。

複数回のリチウム同位体カラム分離実験で得られたLi-6濃縮液を回収し、再度カラム実験に用いる操作を繰り返し行いLi-6の高濃縮を試みた。リチウム濃度の測定は原子吸光光度計(AA)で行い、同位体比は誘導結合プラズマ型質量分析装置(ICP-MS)で測定した。3段目で濃縮された溶液のLi-6 (Li-7/Li-6 = 5.1) は、初めに用いたリチウム供給溶液のLi-6 (Li-7 / Li-6 = 12.4) に対して2.4倍であったが、あと1段のカラム濃縮を行えば、3倍濃縮が達成されると見込まれる。

ベンチ試験では、B-10濃縮同位体 (0.30以上) をホウ素換算で100 g 以上得ることができ、グラム単位での同位体濃縮を実証した。昨年度実施した長距離展開 (内径5 cm 長さ2 m のカラム16本で32 m) の結果よりも、今年度 (内径20 cm 長さ2 m の同じ体積カラム) の方が、ホウ素同位体濃縮画分 (B-10/B-11>0.27) の濃縮混合液を比較した場合、B-10/B-11 = 0.32(昨年度は0.30) と良い結果が得られた。

同位体の濃縮には、断面積の異なるカラムで、多段階処理をした方が、単カラムによる長距離展開よりも実用的なことがわかった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 リチウム、ホウ素、同位体分離

【研究 題 目】 高透過性光子ビームを用いた非破壊検査技術の開発と高度化に関する研究

【研究代表者】 豊川 弘之

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 黒田 隆之助、小川 博嗣、清 紀弘、  
(常勤職員5名)

【研究 内 容】

原子力産業や医療診断等において、近年、高透過性単色 X 線ビームや  $\gamma$  線ビームによる CT (コンピュータド・トモグラフィ) などの非破壊診断手法の重要性が認識され始めている。本研究は、高エネルギー  $\gamma$  線 CT によって、金属などの高密度構造物内部の非破壊検査を行う技術の確立、および、その実用化のために必要な高輝度・高透過性光子ビーム生成技術の開発を目的とする。平成19年度は、現状20 %程度の入射効率である長軸 Fabry-Perot (ファブリーペロー) 共振器へのレーザー光蓄積において、入射レーザーのモードマッチング光学系を改良し30 %程度の効率を達成した。また、昨年度開発した大型 CT ステージを用いて、実際にサンプルの断層像を取得することに成功し、直径50 cm の鉄筋コンクリートブロックの断面を測定する性能があることを実証した。また、直径2 m の鉄筋コンクリート断面の測定を試み、良好な CT 画像を得た。物質を選択して撮影する物質識別技術について研究し、MeV 領域における2色

$\gamma$  線 CT、陽電子消滅  $\gamma$  線を用いた反射型2色同時 CT、および原子核共鳴散乱 (NRF) による物質識別イメージング技術を実証した。光源の小型化を目的とした W バンド電磁波アンジュレータの開発を行い、準光学的共振器に高次 TE モードを安定に蓄積できることをシミュレーションによって確認した。これらによって研究目的を達成した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 CT、ファブリーペロー共振器、陽電子消滅、原子核共鳴散乱、2色  $\gamma$  線 CT

【研究 題 目】 原子力用材料の多重熱物性計測技術に関する研究

【研究代表者】 馬場 哲也 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 渡辺 博道、高澤 眞紀子  
(常勤職員2名、他1名)

【研究 内 容】

原子力プラントの伝熱解析を行う上で、それらを構成する材料の1000~3000 K における比熱容量、熱伝導率、熱拡散率、半球全放射率は必須の解析パラメータである。そこで、これらの物性値を1台の装置で高速測定する多重熱物性測定法を開発すると共に開発した装置による測定値や過去の文献値をデータベースに収録してインターネット上に公開することを目指す。

平成19年度は高解像度カメラの導入及びに試料温度一定時に撮影を行うプログラムを作成し、熱膨張率測定機能を開発した。撮影時の影を排除するため試料ホルダーを改造した。特許「物体加熱方法及び装置」を外国出願した。第154回日本鉄鋼協会講演会と第28回日本熱物性学会にて1件ずつ口頭発表を行った。日本セラミックス協会誌「セラミックス」に解説記事を1件発表した。熱物性データベースに197件の文献データを登録した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 比熱容量、熱伝導率、熱拡散率、放射率、電気抵抗率

【研究 題 目】 原子力ロボットの実環境技能蓄積技術に関する研究

【研究代表者】 神徳 徹雄 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 音田 弘、北垣 高成、中村 晃、  
尹 祐根、安藤 慶昭、清水 昌幸  
(常勤職員6名、他1名)

【研究 内 容】

原子力関連プラントで必要とされる盤開閉、スイッチ操作、バルブ操作、計測・検査作業、サンプリング、結線作業など多数の作業技能の教示／蓄積／再実行を自律遠隔融合で実現する技術の研究開発を行う。

具体的には、多種多様な作業を実行して見せることで、従来の研究で確立された環境モデルと作業技能に基づく作業の自律実行技術が多くの作業に適用可能であること



を示す。また、あらかじめ用意されていたスキルの不足などスキルに基づく手法が適用困難な場合でも、作業が容易に続行できるように操作者の介入を積極的に許す自律遠隔融合手法を開発する。さらに、その時の操作者による操作を再利用可能な形で蓄積(技能の蓄積)し、半自律システムが経験を積むに従って段階的に使いやすくなるシステムを構築する。

平成19年度は、前年度までに開発した人の遠隔操縦データからロボットの接触作業技能を抽出する手法を用いて、原子力プラント保守に必要な種々の作業(ナット締め、ボルト締め、ソケット操作、バルブ操作、レバー操作)の作業技能をプログラムとして再実行することを実現した。また、技能抽出に使用した作業アームと異なるロボットシステム(ヒューマノイド HRP2)においてスキル動作の再実行を実現する作業技能蓄積手法の研究開発を行った。提案手法の有効性を検証するために、提案手法を実装した自律遠隔融合装置の開発を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】原子力ロボット、マニピュレーション、技能蓄積、スキル、自律遠隔融合

【研究題目】TRU 廃棄物処理におけるヨウ素ガス固定化技術の開発と長期安定性に関する評価

【研究代表者】鈴木 正哉(地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】鈴木 正哉、池田 智英子、島村 雄彦(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

今年度は、ハイドロソーダライトの粒子径サイズによるヨウ素固定化率の検討および、実際にハイドロソーダライトにヨウ素を固定化させた試料を用いての溶解実験を行い、TRU 廃棄物処理における長期安定性についての評価を行った。

ヨウ素固定化率の検討実験では、昨年度に開発した0.1  $\mu\text{m}$  にサイズのピークトップを有する試料(反応温度80  $^{\circ}\text{C}$ 、加熱日数4日)と、2  $\mu\text{m}$  にサイズのピークトップを有する試料(反応温度120  $^{\circ}\text{C}$ 、加熱日数4日)の2種類を用い、反応温度600  $^{\circ}\text{C}$ 、反応時間60 min、ガスは1000 ppm に  $\text{N}_2$  ガスで希釈したヨウ化水素ガスを流量100 ml/min の条件で流通させた反応実験後、蛍光 X 線分析による定量の結果、粒径が1  $\mu\text{m}$  のものは4.9 wt%であったのに対し、粒径が0.1  $\mu\text{m}$  のものは5.8 wt%と若干吸着量が増加していることが確認された。粒径を細かくするだけでは、吸着量を大きく増加させることはできなかったが、比表面積が大きくなることによって吸着量が増加する可能性は示された。今後はハイドロソーダライトの薄膜を作成して検討を行うことが望ましいと思われる。

溶解実験では上記反応実験において粒径が0.1  $\mu\text{m}$  の試料を用い、テフロン製の反応容器(容量25 ml)に

0.1 g の試料と20 ml の溶液を加え、ステンレス製の容器内にこのテフロン製反応容器をセットし、回転反応炉において毎分20回転の速度で反応容器を回転させながら所定の温度にて反応実験を行った。反応後、溶液と固相を分離するため、0.2  $\mu\text{m}$  のフィルターにより分離をい ICP 発光分光分析法により濃度分析を行った。pH を9~13、反応温度を40  $^{\circ}\text{C}$ ~100  $^{\circ}\text{C}$  の範囲で溶解実験を行った結果から、pH10・反応温度25  $^{\circ}\text{C}$ におけるヨウ化水素ガスと反応させたヨウ素ソーダライトの溶解速度を求めたところ、その対数値は-13.9 ( $\text{mol} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ )であった。平成18年度に行った合成ヨウ素ソーダライトの溶解速度は、その対数値が-13.8 ( $\text{mol} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ )であり、ハイドロソーダライトとヨウ化水素ガスを反応させてできたヨウ素ソーダライトと、直接的に合成したヨウ素ソーダライトにおいて、溶解速度における違いは見られなかった。またハイドロソーダライトとヨウ化水素ガスを反応させてできたヨウ素ソーダライトの溶解曲線も調和溶解のパターンを示していた。

上記溶解速度および溶解挙動の結果から、ハイドロソーダライトによるヨウ素固定化は、TRU 廃棄物におけるヨウ素の処理として適正な一手法であることを示すことができた。

【分野名】地質

【キーワード】TRU、ヨウ素、ハイドロソーダライト、地層処分

【研究題目】地層処分場岩盤特性評価のための高分解能物理探査イメージング技術の研究

【研究代表者】内田 利弘(地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】内田 利弘、光畑 裕司、松島 潤、横田 俊之、中島 善人、西澤 修(常勤職員6名、他2名)

【研究内容】

高レベル放射性廃棄物地層処分場の適地選定や建設においては、深度2 km 程度までの地質構造、亀裂分布、力学的強度、透水性などに関連する物性分布を詳細に把握し、総合的な岩盤特性評価を行う必要がある。本研究では、それらに密接に関連する比抵抗、地震波速度等の物性の3次元分布を高精度にイメージングするため、地表および坑井を用いる物理探査(電磁探査、地震波探査等)の測定装置及び解析技術を開発する。平成15年度から19年度までの5年計画の中で本年度は、ハイブリッド人工信号源電磁探査法システムの開発として、昨年度までに開発した測定システムを用いて、筑波山西方平野部の小貝川周辺域で3次元データ取得実験を実施し、テンソル測定で取得した CSEM データに対しては、全周波数帯域に渡って有効な見掛け比抵抗を定義することができた。さらに、3次元データ解析手法の開発に関して、スタガード差分法によるモデリング手法を開発した。地震波データ3次元解析法の開発については、3次元地震探

査ボリュームを用いた地層評価法を確立することを目的として、3次元マルチアトリビュート解析に関する検討を実施した。海域実データを用い、BSR面に沿ってヒルベルト変換を適用することにより複素地震トレースを合成し、それから得られる3種類（エンベロープ、瞬間位相、瞬間周波数）の地震波アトリビュート値を算出した。算出された3種類の地震波アトリビュート値を用いて、自己組織化マップ法を適用し、クラス分けを実施した結果、8個のクラスに分類されることがわかり、自己組織化マップ法の過程で得られる各地震波アトリビュート値のクラス分類が可能となった。地質学的な検証は必要であるが、汎用的に地層評価に適用できるものと思われる。

【分 野 名】地質

【キーワード】物理探査、電磁探査法、地震探査法

#### ー科学技術試験研究委託事業ー

【研究 題 目】発癌性物質や酸化ストレスに応答する生体防御系センサーの構造基盤

【研究代表者】佐藤 主税（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】佐藤 主税、小椋 俊彦、三尾 和弘  
（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

目標：

酸素および親電子性分子と総称される一群の毒性化学物質は空気・食物などから体内に取り込まれ、癌、動脈硬化、糖尿病などの原因となる。一方、動物細胞は酸素毒性や親電子性分子を感知する仕組み備えており、細胞内に活性酸素や親電子性分子が出現すると、抗酸化応答系や解毒代謝酵素群が働き、これらのストレスは速やかに消去される。このような適応・応答機構は、Keap1が分子センサーとして親電子性分子や酸化ストレスを感知し、転写因子 Nrf2を活性化することで、生体防御酵素群の発現を制御していることによる。本研究では、Keap1の構造を解明して、これらの機構に迫る。

研究計画：

代表機関と連携し Keap1たんぱく質の大量発現・精製を行い、ネガティブステイン法による電子顕微鏡像の測定と低分解能電子線単粒子解析を行う。

年度進捗状況：

代表機関と連携して、発現・精製された全長 Keap1を負染色電子顕微鏡撮影した。このタンパク質は可溶性タンパク質ではあるが、その負染色は極めて難しい。ミクロレベルでの様々な工夫によってその染色・電子顕微鏡撮影に成功した。さらに電子線単粒子解析を行っている。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、酸化ストレス、発癌機構

【研究 題 目】アルツハイマー病治療薬創出に向けた $\gamma$ セクレターゼの構造解析と機能制御（ $\gamma$ セクレターゼ複合体の機能解析と活性制御にかかわる研究）

【研究代表者】佐藤 主税（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】佐藤 主税、小椋 俊彦、三尾 宗代  
（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

目標：

日本は高齢化社会を迎え、認知症対策の研究に対する社会の要求は高まってきている。脳において $\beta$ -アミロイド沈着を生産する膜タンパク質 $\gamma$ -secretaseの構造を解明する。そこからアルツハイマー症の治療法開発に貢献する。

研究計画：

$\gamma$ -secretaseは一回膜貫通型タンパク質を細胞膜内で切断する酵素であり、部分的に疎水的な配列を含むペプチド断片を細胞外に放出する。これらの切断産物には $\beta$ -アミロイドも含まれる。これはアルツハイマー症の原因と考えられている脳血管中の蓄積物の主成分である。この $\gamma$ -secretaseの3次元構造を決定する。

年度進捗状況：

$\gamma$ -secretaseの負染色電顕像からの低分解能での3次元構造の決定に、東大の岩坪・富田・浜窪等との共同研究により成功した。さらに構成サブユニットであるpresenilin等の位置を抗体によって特定した。さらにクライオ電子顕微鏡で撮影に成功した。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、アルツハイマー症、 $\gamma$ -secretase

### ③【環境省】

#### ー地球環境保全等試験研究費ー

【研究 題 目】日本沿岸海域地球化学図による有害元素等のバックグラウンドと環境汚染評価

【研究代表者】今井 登（地質情報研究部門）

【研究担当者】今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、太田 充恒、久保田 蘭、寺島 滋、池原 研、片山 肇、野田 篤  
（常勤職員8名、他2名）

【研究 内 容】

本研究では、日本の全沿岸海域底質中の微量有害元素（As、Be、Cd、Hg、Mo、Sb等）のバックグラウンド値を明らかにし、有害元素等の起源や海洋環境における動態を解明するための沿岸海域地球化学図を作成する。本年度は沖縄周辺海域および鹿児島湾において海底堆積物の採取を実施した。いずれも約10 km間隔で200 m以浅の海域で試料を採取した。これまでに収集・採取した試料は約4800個であり、全試料の収集と分析が終了し

沿岸海域地球化学図を完成させた。

全国の沿岸海域地球化学図のデータを総合的に解析するといくつかの特徴的な事実が明らかになった。クロムの沿岸海域地球化学図においては、北陸の姫川河口などの海側の延長方向にクロムの高濃度域が認められた。これは陸側の姫川のクロムの高濃度域と連続するもので、姫川からクロムを高濃度に含有する蛇紋岩の碎屑物が海域に流れ出していることを示している。このクロムの高濃度域は、北海道日高沖、静岡県南部、四国東部などでもみられ、姫川と同様に陸域の超塩基性岩が河川を通して影響しているものと考えられる。

カリウムとカルシウムは背景の地質を反映した沿岸海域地球化学図が得られ、カリウムは西日本沿岸海域で高濃度域がみられ、カルシウムは石灰岩の分布地域で高濃度域がみられる。マンガンについては日本海の深海部で顕著な高濃度域がみられる。マンガンは沈殿・溶出・再溶出を繰り返して水深の深いところに濃縮する性質があり、深海部で高濃度になると考えられる。鉛については北陸から北海道にかけての日本海で顕著な高濃度を示し、銅については日本海と房総沖および伊豆半島沖で高濃度域がみられる。伊豆半島沖の銅の高濃度域は銅を高濃度に含有する富士山の玄武岩が分布していることによる。

亜鉛については富山湾、秋田沖、仙台湾、東京湾、伊勢湾、大阪湾などで濃度が高い。富山湾と秋田沖については陸の鉱床の影響によると考えられ、仙台湾、東京湾、伊勢湾、大阪湾では人為的な影響が考えられる。

【分野名】地質

【キーワード】地球化学図、有害元素、バックグラウンド、環境汚染、元素分布

【研究題目】単層カーボンナノチューブを用いた高性能ガスセンサーの開発に関する研究

【研究代表者】南 信次（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】佐々木 功、二見 能資、  
Annamalai Karthigeyan、  
Konstantin Iakubovskii  
（常勤職員0名、他3名）

【研究内容】

これまでにヒドロキシプロピルセルロース（HPC）の水溶液を用いると、①単層カーボンナノチューブ（SWNT）を良好に水分散できること、②この分散液を石英基板上に薄くコートし、真空加熱を行うことにより、分散剤である HPC を大部分除去できること、③これによって、ナノレベルで分散し、かつ表面が露出した SWNT ネットワーク構造が形成できること、④この SWNT ネットワーク構造が、優れた二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）ガス検出能（50 ppb レベル）を有すること、を明らかにした。本年度は、本手法によって作製したガスセンサーの実用性をより高めるために、センサー作製条件、特に、真空加熱条件の最適化、共存する水蒸気（湿度）の

影響の検討、センサー性能の再現性（繰り返し再現性、異なる素子間の再現性）の評価、紫外線発光ダイオード（UV-LED）を利用したコンパクトな光脱離法の可能性、NO<sub>2</sub>以外の有害ガスへの応答性・選択性、SWNT 表面の化学修飾等に関して検討を行った。また、センシング機構に関する情報を得るため、ガス導入による SWNT の発光や吸収の変化を測定し、電流変化との相関関係を吟味した。これらの研究の結果、適切な処理を施すことによって形成した微細な SWNT ネットワーク構造が、10 ppb レベルの NO<sub>2</sub>の検出等、優れたガス検出機能を発揮することを明らかにした。再現性、対湿度性能、繰り返し安定性等も比較的良好であり、今後に期待が持てる結果である。また、UV-LED との併用により、センサーをコンパクト化する見通しも得られた。以上の結果から、本カーボンナノチューブガスセンサーは、従来報告されているものに比較して、最も実用性に優れているのではないかと考えている。

【分野名】ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】カーボンナノチューブ、ガスセンサー、二酸化窒素

【研究題目】固定発生源 PM10/PM2.5/CPM 測定方法の開発に関する研究

【研究代表者】小暮 信之（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】小暮 信之（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、現在直面している環境中微粒子（PM10/PM2.5及び凝縮性粒子（CPM））の問題や研究動向に対処するため、環境への影響を考慮した新しい発生源微粒子測定方法の開発を行う。

平成19年度の最終年度には、システム要素の検討で残る課題、すなわち PM10/PM2.5測定における本質的な重要課題の90°ベンドノズル内粒子付着と PM 分級部における粒子再飛散の解明とその対策について実験的に検証した。この結果、有効なノズル内付着粒子の補正法や付着粒子の回収法、及び最適な PM 捕集板の条件と分級段数などを明らかにすることができた。また、ISO/DIS 法と同様に、ストレート形の口径可変式吸引ノズルを試作し、併せて口径開閉操作の自動制御化を行い、試験ダクト内の急激な排ガスの流速変動においても、精度良くかつ容易に PM10/PM2.5測定を行えることが確認できた。

一方、排ガス物性測定システムの排ガスサンプリングプローブを CPM の希釈生成測定システムと共用できるように改造し、両システムを組み合わせる排ガス物性と CPM の同時測定実証試験を行った。この結果、灯油ストーブと給湯用ボイラの排ガス測定において、水分量と O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>の連続測定を行いながら、CPM 間欠測定が同時に行えることを明らかにした。

以上のシステム検討結果を踏まえて、最終的に全ての



測定システムの一体化を行った結果、PM10/PM2.5/CPM の同時測定が行えることが明らかになった。

〔分 野 名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕固定発生源、微粒子、PM10/PM2.5/CPM 測定、定流量等速吸引法

〔研究 題 目〕環境中での嫌気性アンモニア酸化活性の測定と廃水および自然浄化機能の最適化の研究

〔研究代表者〕諏訪 裕一（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕山岸 昂夫、木村 由美子（他2名）

〔研究 内 容〕

嫌気性アンモニア酸化反応 (ANAMMOX) は省エネルギーな廃水処理技術のシーズとされさまざまな廃水種への適用と技術普及が期待されているが、ANAMMOX 反応を担う微生物の増殖は極めて遅いためプロセス立ち上げには膨大な時間がかかる。その解決に有効手段として、より高い ANAMMOX 活性を有する微生物資源を探し出しそれを種(接種源)としてプロセスを立ち上げることが考えられる。ANAMMOX 微生物の生態学と物質循環での貢献度の推定も海洋の無酸素水塊を対象に行われ、窒素消失に関与する生物プロセスの知見が改められてきた。このように人間の生存の必要条件である環境の持続的保全に重要な機能であるにもかかわらず、人間の生活圏に隣接する淡水環境、特に閉鎖性水域における ANAMMOX 活性の知見はほとんど得られていない。本研究では安定同位体<sup>15</sup>N をトレーサーとする嫌気培養実験によって環境での ANAMMOX 活性を簡便かつ迅速に測定する方法を確立し、この方法を利用して自然環境での ANAMMOX 活性の測定を行ってきた。

本年度はこのプロジェクトで見出したある淡水湖沼底泥のアナモクス活性が検出された地点を対象に、分子生物学的手法を活用して ANAMMOX 微生物群衆の解析を行った。ANAMMOX 様微生物由来と見られるクローンの系統は特異的かつ多様であり、新規な系統が少なくとも8属に相当見出された。また、ひとつの地点で複数の ANAMMOX 様微生物が似通ったアバンダンスで存在していた可能性が示唆された。これらの微生物が ANAMMOX 活性を実際に発揮していたかどうかの検討は今後の課題である。

次に、この淡水湖沼を対象に、ANAMMOX 活性の季節変動を活性ホットスポットを主な調査地点としてモニターした。ほぼ2年にわたる検討の結果、活性は一年を通して安定に存在し、この地点では ANAMMOX が通年で窒素消失に主要な役割を演じていることが示された。

〔分 野 名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕窒素汚染、アンモニア、硝酸、亜硝酸、嫌気性、アンモニア酸化

〔研究 題 目〕海藻バイオフィルターとナノ空間制御吸着剤による魚類養殖場の水質浄化に関する研究

〔研究代表者〕垣田 浩孝（健康工学研究センター）

〔研究担当者〕垣田 浩孝、小比賀 秀樹、坂根 幸治、上嶋 洋、佃 聡子、奥村 日都美（常勤職員3名、他3名）

〔研究 内 容〕

a) 海藻が増殖する際の物質収支に関するパラメータをさらに取得するために、海藻増殖に関する窒素、リンの物質収支への海水の流速、海水中の栄養塩濃度の影響を評価する。b) 海水中の栄養塩類の吸着用として選定した吸着剤について大量合成を行う。得られた吸着剤について、粒径の小さい成形体が獲られる条件を検討する。c) 海水中の窒素、リンを吸収して増殖した海藻から粗抽出液を調製する。海藻粗抽出液中の活性と比べて海藻由来有用成分(免疫増強成分)の比活性を2倍上昇させる精製方法を高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を用いて検討する。

a) 模擬海水 ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ : 5.6 ppm,  $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ : 0.62 ppm) 中の栄養塩の海藻による低減率は低流速ほど高いこと、日吸収量は流速に影響されないこと (0.33 mg-N/g day, 0.03mg-P/g day) を明らかにした。低濃度 ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ : 0.35 ppm,  $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ : 0.044 ppm) でも高濃度 ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ : 5.6ppm,  $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$ : 0.73ppm) 時の  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  約40 %、 $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$  約20 %の栄養塩吸収能を保持しており、当該海藻が広い栄養塩濃度範囲で栄養塩類吸収に利用可能であることを示した。b) 海水中の栄養塩類の吸着用として選定した吸着剤について大量合成を行った。得られた吸着剤の吸着速度を改善するために造粒条件を検討し液中硬化法による造粒で、粒径の小さい成形体が得られる条件を検討し、吸着速度を改善できた。c) 水質浄化に使用し、栄養塩類(窒素、リン)を吸収した増殖海藻の利用法を確立するため、精製方法を検討した。イオン交換カラムを用いた塩濃度の直線上昇溶離により粗抽出液中の色素を約30 %除去でき、海藻粗抽出液中の活性と比べて海藻由来有用成分(免疫増強成分)の比活性を2.5倍上昇できた。

〔分 野 名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕健康リスク削減、環境保全、水環境、海水、海藻、健康増進（魚類）

〔研究 題 目〕固定発生源由来複合揮発性有機化合物分解技術に関する研究

〔研究代表者〕菅澤 正己

〔研究担当者〕二村 森、尾形 敦（常勤職員2名）

〔研究 内 容〕

本研究では、低温プラズマ (NTP) により空気中の酸素を活性化し、プラズマ反応器と複合化した触媒により、VOC の酸化分解活性が高く、電力消費量が少ない VOC

分解装置の開発を目標とする。そのため、(1)低温プラズマによる混合系 VOC 分解、(2)副生成物分析、(3)低温作動型励起酸化触媒の開発の各要素研究の成果をふまえて、小型で低コストの中小固定発生源用の混合系 VOC 分解システムの設計指針を示す。

本年度は、無声放電型、沿面放電型等の NTP リアクタをオゾン( $O_3$ ) 分解触媒の二酸化マンガン( $MnO_2$ ) のペレットと複合化して、その相乗効果を VOC 分解率、炭素収支、 $CO_2$  選択率およびエネルギー効率の観点から解析することを試みた。その結果、NTP リアクタの形状に関わらず、 $MnO_2$  表面における  $O_3$  の分解により生じた活性酸素種により基質(トルエン、ジクロロメタン)の酸化分解が促進されるが、トルエンの分解において、 $MnO_2$  を充填した場合、 $O_3$  の分解により生じた活性酸素種の量が多いほど  $CO_2$  の生成が促進されることが分かった。そして NTP リアクタの形状に関わらず、ジクロロメタンの分解において、 $MnO_2$  の充填によって  $CO_2$  の生成はほとんど促進されず、 $O_3$  の分解により生じた活性酸素種は主に基質の酸化分解に用いられることを確認した。このように VOC の化学的構造と  $O_3$  から生成した活性酸素種の量により、VOC 分解反応の促進の度合いは異なることが分かった。従って、今後は、各基質に応じて、触媒の種類を変え、活性酸素種の生成量を多くするとともに、 $CO_2$  の生成を促進する必要があることを確認した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】揮発性有機化合物、固定発生源、低温プラズマ、触媒、酸化分解、オゾン

【研究 題 目】廃水中の POPs の高効率回収および無害化処理に関する研究

【研究代表者】山本 拓司(環境化学技術研究部門)

【研究担当者】遠藤 明、大森 隆夫、中岩 勝、井上 多佳子、  
Chaichanawong Jintawat  
(常勤職員4名、他2名)

【研究 内 容】

本研究では、ナノメートルオーダーで細孔構造を制御した多孔質カーボン(カーボンゲル)を吸着材・触媒担体として利用し、カーボンゲルへの触媒の担持条件や触媒表面における残留性有機汚染物質(POPs)の吸着・分解メカニズムの解明することで、極低濃度の POPs 含有廃水を効率的に処理可能な新規水処理システムの開発を進めている。本年度は、第1に、触媒を含浸法によって分散させる際の乾燥条件、カーボンゲルを作製する際の炭化条件・表面処理を検討し、触媒活性を向上させるための条件を検討した。第2に、触媒表面における POPs の吸着状態や酸化分解機構を *in situ* で解析することで、廃水処理システムの高効率化を実現するための運転条件を明らかにした。第3にオゾン促進酸化法による POPs 含有廃水処理装置を設計・開発し、作成したカーボンゲ

ル担持触媒とオゾンのシナジー効果によって POPs 除去効率を向上させるための条件を検討した。その結果、炭素構造中にニッケルが高分散担持されたビーズ状カーボンゲル(Ni/CCB)を開発し、Ni/CCB の細孔表面へ酸性官能基が簡単に導入可能であることを示した。フェノール水溶液を用いて液相吸着等温線を測定した結果、酸性官能基の導入により Ni/CCB からのフェノールの脱着再生効率が向上することを確認した。さらに、酸性官能基を導入した Ni/CCB-ox とオゾンを併用することでフェノールの分解が促進されることを実証した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】残留性有機汚染物質、オゾン促進酸化法、多孔質カーボン、脱着再生

【研究 題 目】メタボロミクス技術を用いた化学物質による環境ストレス評価・予測技術の開発に関する研究

【研究代表者】岩橋 均(ヒューマンストレスシグナル研究センター)

【研究担当者】田中 喜秀、東 哲司、  
Randeep Rakwal、柴藤 淳子、  
脇田 慎一、岩橋 均(常勤職員6名)

【研究 内 容】

CE/MS 解析法を用いたメタボロミクス解析技術の確立を行っている。実験材料には、酵母、イネを用い、代謝物質の抽出法、CE/MS 解析法の技術的な問題点を解決した。当該年度内において、数十種類の代謝物の定量が可能であることを証明した。特にカドミウムストレスについては詳細解析を行った。酵母、イネを指標としたメタボロミクス解析を10種類以上のストレスについて実施した。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】CE/MS、メタボロミクス、酵母、イネ

【研究 題 目】パーフルオロカルボン酸類の環境中変換・除去過程に関する室内実験研究

【研究代表者】忽那 周三(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】小池 和英、瀬戸口 修、堀 久男、  
山本 亜理(常勤職員3名、他1名)

【研究 内 容】

パーフルオロカルボン酸類(PFCAs)による汚染が地球規模で広がっている。PFOA( $C_7F_{15}C(O)OH$ )などのPFCAsは健康や生態系への影響が懸念されており、PFCAs及びその前駆物質の環境動態(濃度分布、発生源、輸送経路、除去過程)を明らかにする必要がある。PFCAsの気液分配係数や硫酸イオンラジカル( $SO_4^{\cdot-}$ )との反応速度はPFCAsの長距離移動性や環境中残留性の評価に不可欠な物理化学定数であるが、ほとんど実測値がない。本研究は、PFCAsの気液分配係数、 $SO_4^{\cdot-}$ 反応速度定数などを室内実験により測定するとともに、環

境中  $\text{SO}_4^{2-}$  濃度推定や PFCA の前駆体の変換過程の理論計算を行い、PFCA の長距離移動性、環境中残留性、環境中二次生成に関わる基礎データを提供することを目的とする。

本年度は、引き続き、PFOA のみかけの気液分配係数  $K_H'$  の測定実験を、硫酸水溶液または塩化ナトリウム硫酸水溶液について 298K で行った。ガラス螺旋板付きページ法により、PFOA の気相及び液相濃度の経時変化を 20 時間以上にわたり観察した。観察した経時変化がページ法で通常みられる変化と異なることから、低濃度 (< 10  $\mu\text{M}$ ) でも溶液中で PFOA の凝集の起きることが示唆された。PFOA の凝集と実験装置への吸着を考慮して、PFOA の気相及び液相濃度の経時変化を解析し、 $K_H'$  や凝集濃度等のパラメータを決定した。 $K_H'$  の pH 依存性から  $pK_a$  について推定するとともに、 $K_H'$  のイオン強度依存性を Setchenow 式で整理し、298K におけるヘンリー一定数と salting-out 係数を決定した。測定結果は、 $pK_a$  が小さいことを考慮しても、PFOA は大気中に分布し、大気経由長距離輸送や気相 OH 反応による除去過程が無視できないことを示唆する。

$\text{CF}_3\text{C}(\text{O})\text{O}$ -等短鎖 PFCA を参照物質として相対速度法により、 $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{C}(\text{O})\text{O}^-$  ( $n=4\sim 7$ ) の  $\text{SO}_4^{2-}$  反応速度を 298 K で測定した。また、絶対速度法により、 $\text{CF}_3\text{C}(\text{O})\text{O}$ -の  $\text{SO}_4^{2-}$  反応速度を 298K で測定した。昨年度までの相対速度法の測定結果を含めて、298K における  $\text{C}_n\text{F}_{2n+1}\text{C}(\text{O})\text{O}^-$  ( $n=1\sim 7$ ) の  $\text{SO}_4^{2-}$  反応速度を決定した。測定結果は、 $\text{SO}_4^{2-}$  との反応が PFCA の有意な環境中除去過程となる可能性を示唆する。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 PFOA、地球規模汚染、気液固分配、溶液反応速度、輸送過程

〔研究 題 目〕 都市環境騒音対策の最適選択手法と数値地図を活用した騒音場の簡易推計技術に関する研究

〔研究代表者〕 今泉 博之（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 今泉 博之、高橋 保盛、藤本 一寿（九州大学）、穴井 謙（九州大学）  
（常勤職員 2 名、他 2 名）

〔研究 内 容〕

本研究は、環境騒音の管理者である国や自治体が環境騒音低減のために行う施策を支援するシステムを構築することを目的とする。すなわち、個々の騒音対策による低減効果を広域的に考慮しながら最適な騒音対策を選択するためのソフトコンピューティング手法を開発し、都市域の数値地図を活用した騒音マッピング技術に適用することによって、都市広域の環境騒音を面的に把握・推計し、環境騒音管理者が効率的な騒音対策の施策を立案するための支援システムを開発することを目指し、本年度は、(1) 遺伝的アルゴリズム (GA) を用いた都市環

境騒音対策の最適選択手法の GIS 上における実装のため、GA を環境騒音 GIS に実装するためのシステム設計書を作成した。(2) 建物群による道路交通騒音減衰量の簡易予測法の提案として、戸建て住宅地を対象に建物背後における騒音レベルの分布を適正に捉えながら、しかも計算に必要なパラメータを最小限にした簡便な道路交通騒音減衰量の予測法を提案した。(3) 騒音対策検討機能や簡易騒音推計機能などのシステム全体の実装機能を網羅した、環境騒音 GIS 構築のためのシステム設計書を作成した。(4) 簡易推計モデルの GIS 上での構築を前提として ASJ RTN-Model 2003 を用いた事例計算を実施し、推計に必要なパラメータ条件の設定等について検討した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 騒音制御、環境騒音、騒音マッピング、GIS、リスクマップ

〔研究 題 目〕 都市域における局所的高濃度汚染の高精度予測手法に関する研究

〔研究代表者〕 近藤 裕昭（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 飯塚 悟、武藤 勝彦  
（常勤職員 1 名、他 1 名）

〔研究 内 容〕

前年度までに作成した自動車走行風・乱流モデルをマイクロスケール CFD モデルに組み込み、メソスケールモデルに組み込む発生源を EAGrid-2000 に改善した。また東京 23 区と川崎のメソスケールモデルの各格子点 (205 個) に多層都市キャノピーモデルを組み込んだ。この改良されたモデルを用いて川崎市池上地区で観測を行った 2005 年 12 月 13 日～14 日の 24 時間について  $\text{NO}_x$  濃度に対する計算を実施し、池上自排局の測定値と比較を行った。池上地区の道路構造は、東京・横浜を結ぶ首都高速道の下に片側 3 車線の産業道路が走り、さらに海岸の方へ向かう片側 2 車線の道路が交差している。

産業道路について自動車走行を考慮しない場合、した場合、自動車走行に加え自動車廃熱を加えた場合の 3 とおりについて計算を実施し、結果を比較した。各ケースとも道路上および周囲数 m の範囲では濃度の分布が異なる結果になったが約 10 m 程度道路から離れた自排局の濃度で比べるとあまり大きな差はなく、濃度と実測の 24 時間における 1 時間平均値の相関は 0.7-0.8 と  $\text{NO}_x$  に対する値としては極めて高い相関が得られた。各ケースにより池上自排局での結果に大きな差がみられなかったことについては、自動車走行の影響を陽に考えなくとも初期拡散としてある程度の領域をとればよいということが示唆される。

ここで用いている CFD モデルは標準 k- $\epsilon$  モデルを使用した RANS 型のモデルである。このモデルについては流体力学的にいろいろ細かい問題点が指摘されている。一方、同じ k- $\epsilon$  モデルを用いて、同じ対象の計算をしな



がら結果が異なることもよく聞く。これらの問題に整理をつけるため、詳細な風洞実験データベースを作成し、大気環境学会関東支部において CFD のアセスメント適用についてのガイドラインの作成をめざしたデータの提供を行った。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】CFD モデル、沿道大気汚染、マルチスケールモデル、川崎市池上新町、窒素酸化物

【研究 題 目】高い分子移動拡散性を有するマイクロメソ多孔体を利用したVOC処理技術の開発に関する研究

【研究代表者】竹内 浩士（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】菊川 伸行、小菅 勝典、竹森 信、久保 史織、小渕 存、内澤 潤子、難波 哲哉、松沢 貞夫、根岸 信彰（常勤職員9名）

【研究 内 容】

VOC を捕捉できるマイクロメソ構造を有するシリカ系多孔体の開発を行う。その大量合成法やマクロ形態制御技術を開発する。さらにこの多孔体の高吸脱着性能と分子移動・拡散性能を利用し、高濃度（>1000 ppm）処理に適した吸着回収技術、中濃度（50～1000 ppm）処理に適した触媒燃焼処理技術、低濃度（<50 ppm）処理に適した光触媒分解技術の開発を行う。

平成19年度は、長く均質な繊維状マイクロメソ多孔体を作製するためには NaCl の添加が効果的なことを塩酸に溶解した TEOS、P123の塩酸水溶液を出発原料とすることにより見いだした。さらに、繊維形状の異なる4つのタイプに分類し、ある一定量のマイクロ孔容量を満たせば、繊維長が長い程トルエンの動的吸着能が高いことが分かった。また、直径2 mmφの繊維状シリカ球状成型体が高いトルエン吸脱着能を発揮することを平衡吸着挙動から明らかにした。

耐久性とガス拡散性に優れた触媒形態を得ることを目的とし、種々の細孔構造を有する担体を使用した Pt 触媒によるトルエン酸化性能を調べた。その結果、マイクロメソ二元孔をもつロッド状 SiO<sub>2</sub>が優れた性能を示すことが分かった。また含窒素 VOC 分解における NO<sub>x</sub>を副生しない触媒の検討では、マイクロメソ SiO<sub>2</sub>担持 Cu/TiO<sub>2</sub>と Cu ゼオライトの二段触媒が N,N -ジメチルホルムアミド分解で選択的に N<sub>2</sub>を生成した。

大気中に VOC が処理されないまま放出される屋外塗装現場で利用できる光触媒材料を開発するため、建築用飛散防止ネットへの TiO<sub>2</sub>の固定化を検討した。その結果、液相静電コーティング法を適用することによりポリエチレン（PE）及びポリプロピレン製ネットに TiO<sub>2</sub>が固定できることを見いだした。この試料による TiO<sub>2</sub>を固定した材料の VOC 分解活性も確認した。また、マイ

クロメソシリカ多孔体に TiO<sub>2</sub>を化学的に固定化し、吸着能を有する光触媒の合成を試みた。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロメソ多孔体、機能性ナノ材料、揮発性有機化合物、VOC、吸着、触媒燃焼、光触媒、繊維状シリカ、トルエン

【研究 題 目】海洋ゴミ対策の確立に向けた情報支援システムの構築に関する研究

【研究代表者】星加 章（地質情報研究部門）

【研究担当者】星加 章、谷本 照己、橋本 英資（常勤職員3名、他1名）

【研究 内 容】

瀬戸内海における海洋ごみの分布状況・漂流経路・漂着場所の解明および発生地域の推定は、海洋ごみ対策の政策提案を行うためには重要である。このため海洋ごみの漂流・漂着モデル実験により、海洋ごみの漂流経路と漂着場所を明らかにする。昨年度に東部瀬戸内海を対象として構築した瀬戸内海3次元粒子追跡数値モデルにより、淀川等の複数の河口から流出した浮標の追跡を実施し、ごみ（浮標）の分布状況を明らかにした。

また、西部瀬戸内海を対象とした数値モデルを構築した。

潮流だけによる浮標の移動を調べるため水理模型実験において、広島湾の太田川・小瀬川沖合より流出した浮標の移動を追跡し、その分布状況を明らかにした。さらに現地検証実験として、大阪湾・広島湾において GPS 携帯を利用した漂流ブイの追跡調査を実施した。

【分 野 名】地質・環境・エネルギー

【キーワード】瀬戸内海、海洋ごみ、漂流経路、粒子追跡数値モデル

【研究 題 目】難透水性汚染地盤を対象とする音波一動電ハイブリッド原位置方式による汚染浄化技術の研究開発

【研究代表者】張 銘（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】張 銘、駒井 武、杉田 創、丸茂 克美（地質情報研究部門）、澤田 章（環境管理研究部門）（常勤職員5名、他2名）

【研究 内 容】

難透水性地盤から重金属及び有機化合物を原位置で短期間かつ経済的に除去できるよう、動電学的手法の除去効率を促進するためのハイブリッド技術の確立が急務である。アメリカ EPA の SITE プログラムによって、動電的手法に音波の脱着効果を組み合わせる技術(EASD)はその可能性が提示されたものの、実際の設計に必要な不可欠な基礎データは殆ど取得されていない。本研究は、難透水性地盤から重金属と有機化合物を原位置除去でき

る処理技術としての EASD 手法の実行可能性を検討することを目的とし、音波特性がもたらす除去効率、及び地盤変位への影響を、室内要素試験や土槽試験などを通して取得し、これらの結果に基づいて設計する EASD システムを原位置での実証試験より検証し、実用性の評価を目指している。

2年目である平成19年度では、1) 音波付与による浄化促進効果の検討、2) 原位置試験サイトの打診と選定、3) 原位置試験予定サイトの予備調査及び試料採取、4) 原位置試験予定サイトより採取した試料を用いた要素試験、5) 大型模型試験装置の開発、及び6) 原位置試験予定サイトより採取した試料を用いた大型模型試験等を実施した。その結果、以下に示す知見と結論が得られた。1) 音波付与が良く圧密した試験体の透水係数及び変形にもたらす影響は顕著に認められない。2) 音波付与が汚染物質の脱着に多少促進効果があるものの、実用性には欠ける可能性が高い。3) 打診・選定した A 鉱山跡地は銅、亜鉛、鉛、カドミウム、砒素等で汚染され、研究サイトとして非常に良いサイトである。4) A 鉱山跡地土壌試料は、保存・酸化の時間が長ければ長い程、銅、亜鉛、カドミウム及び砒素の何れも、溶出の割合が増加するが、鉛は逆に低下する。5) 通電中の土壌試料内の pH 変化は、浄化の進捗状況を推測・判断するための指標として利用できる。6) 動電試験では、電極の分極による電圧の損失が大きく、それを改善するための研究が必要不可欠である。7) クエン酸緩衝液は、通電中における電極溶液槽内の pH 制御に有効であり、また、通電中の電流密度増加に有効である。クエン酸は無毒であり、また、生分解しやすいため、動電浄化効率の向上に非常に有効と考えられる。

【分 野 名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】土壌汚染、重金属等、原位置浄化、EASD 法

#### 【研究 題 目】生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関する研究

【研究代表者】常盤 豊（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】土井 明夫、平栗 洋一  
（常勤職員3名）

#### 【研究 内 容】

生分解性マルチフィルムなどの生分解性資材の使用量拡大が予測される。長期間、局所的に投入した場合、分解菌の増大が土壌微生物の種類と割合のバランスを崩し、生態系への負の影響が懸念される。そこで、本課題では安全で安定的な自然環境を維持しつつ、循環型社会の中で生分解性資材を効率的に活用していくことを目的に、生分解性資材を投入した土壌の健全性を維持するための指針の確立を目標とする。

土壌の生分解性プラスチック分解能を高感度に評価するため、プラスチック分解能の誘導が期待できる基質と

して酪酸メチルと DL- ヒドロキシ酪酸を選び検討を行った。酪酸メチルや DL- ヒドロキシ酪酸を添加した培養基に土壌を加えて30℃で7日間培養し、その培養濾過液の生分解性プラスチック分解能を評価した。生分解性プラスチックの分解能の評価は培養濾過液中で生成する可溶性の有機物量を全有機体炭素計（TOC アナライザー）で求めることにより行った。しかし、いずれの基質を使用した場合も培養濾過液にはポリカプロラクトン（PCL）、ポリヒドロキシ酪酸（PHB）、ポリブチレンコハク酸／アジピン酸共重合体（PBSA）、ポリ乳酸（PLA）に対する分解活性は認められなかった。さらに、土壌中における生分解性プラスチックの分解過程を解明するため、フィルムを鉢状容器内の土壌中に埋め込み、30℃で長期間保持し、フィルムの分解の様子を観察した。4ヶ月間埋設したマルチフィルム（スターチブレンド系）を走査型電子顕微鏡（SEM）で観察すると、フィルム表面に多くの窪みや穴が確認できた。今後は畑地に投入したマルチフィルムを直接的に走査型電子顕微鏡で観察し、微生物がどのようにフィルムを分解しているのかを解明する。さらに、生分解性プラスチック分解能を顕著に示す微生物を土壌に摂取し、土壌の生分解性プラスチック分解能がどのように変動するかについても調べる。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】生分解性プラスチック、分解菌、土壌微生物、マルチフィルム

#### 【研究 題 目】生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関する研究

【研究代表者】相羽 誠一（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】中山 敦好、山野 尚子、山下 桂子  
（常勤職員3名、他1名）

#### 【研究 内 容】

生分解性マルチフィルムなどの生分解性資材の使用量拡大が予測される。長期間、局所的に投入した場合、分解菌の増大が土壌微生物の種類と割合のバランスを崩し、生態系への負の影響が懸念される。そこで、本課題では安全で安定的な自然環境を維持しつつ、循環型社会の中で生分解性資材を効率的に活用していくことを目的に、生分解性資材を投入した土壌の健全性を維持するための指針の確立を目標とする。

ここで対象とした生分解性資材は農業用マルチフィルムで、PBSA 系、スターチブレンド系、ポリ乳酸系の3種である。実環境試験は大阪府下3カ所の農場と宮崎県下の農場にて行い、モデル環境試験は恒温機にて温度、水分率の制御下で行った。採取した土壌の微生物数の計測、樹脂分解活性、細菌数組成の分析を行った。樹脂の重量減少の大きな土壌では一般細菌、分解菌とも多い傾向にあった。また、それらの土壌の樹脂の分解活性もマルチを添加した土壌において高い傾向にあり、より多量

のマルチに、またより長期間マルチに接触した土壌の方がこの傾向は大きかった。しかしながらそれらの微生物組成を DGGE 法にて分析したところ顕著な経時変化は見出せなかった。このことから生分解性樹脂の作用により土壌のフローラ全体の菌数の増加が起こるが、微生物叢の変化は大きくないと推測される。一方、フィルムを埋設した土壌およびフィルム表面の微生物についての解析は主として PBSA 系マルチを使用し、プランター内の農地土壌深さ 3 cm に 5 cm 角のフィルムを埋設したもので行った。定期的にフィルムを回収、土壌を除去した後、フィルム表面の微生物を集め、クリアゾーン法にて分解菌を分離した。また、試料液から DNA を調製、PCR-DGGE 法によりフィルム表面の微生物を解析した。その結果、マルチ表面とバルク土壌とでは微生物組成はかなり異なることがわかった。この差異が埋設1週間後から起こっていることから、マルチ表面への物理的な微生物の吸着がその主たる原因と考えられるが、時間を経るとともにマルチ表面の微生物組成は変化していくことから、時間を経た後の変化はマルチ分解の影響を受けていると予想される。しかしながらバルク土壌では大きな変化は見られず、マルチ表面の微生物組成の変化が全体に波及することはなかった。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】生分解性プラスチック、分解菌、土壌微生物組成、マルチフィルム

【研究 題 目】吸着濃縮機能を持つ光分解法による極微量な残留性有機汚染物質(POPs)の高効率無害化処理技術に関する研究

【研究代表者】王 正明 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】彭 文琴、劉 勇軍、相澤 麻実  
(常勤職員1名、他3名)

【研究 内 容】

本研究は、極低濃度領域に於いて、代表的な吸着剤・光触媒等の、典型的な残留性有機汚染物質(POPs)に対する吸着濃縮挙動及び光分解挙動を解明する上で、独自のナノプロセッシング技術を駆使して、吸着濃縮効果及び光分解能を併せ持つ新型の多孔質炭素/TiO<sub>2</sub>ナノコンポジットを開発し、省エネ的で極低濃度においても顕著な効果を有する無害化技術を提供することを目的とする。この研究によって環境基準設定のための基盤知見を提供すると共に、限定水域や特殊な超高度処理に応用することを目指す。

平成19年度において市販チタニアの極低濃度ビスフェノール A (DDT, PCB 等の構造類似物、BPA と略す)に対する光分解効果を更に解明し、BPA に対するスクリーニング実験結果及び複合型吸着/光分解触媒に関する昨年度の予備検討結果を総合して、複合体中に含有するチタニアの光触媒活性の向上が高性能の複合体を得るための最重要課題であることを明らかにした。これに基い

て複合体中にあるチタニアの結晶状態を制御する結果、高性能の新規ポーラスナノコンポジットを開発することに成功した。得られたアナターゼナノ粒子/ナノロッド・炭素ナノシートコンポジットは、吸着特性が優れているだけでなく、光触媒活性も市販のチタニアよりも6倍以上大きく、実用的にも大変有望である。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】吸着剤、光触媒、残留性有機汚染物質、炭素

【研究 題 目】臭素系難燃剤の簡易迅速分析法の開発と放散過程の解析

【研究代表者】佐藤 浩昭 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】田尾 博明、中里 哲也、加茂 徹  
赤坂 幹男、吉池 里和、清水 美江  
(常勤職員3名、他3名)

【研究 内 容】

近年、臭素系難燃剤の一種であるポリブロモジフェニルエーテル (PBDE) の人体中濃度は着実に増加しており、暴露経路の解明と低減対策が喫緊の課題となっている。また、EU で2006年から施行された RoHS 指令に対応するために、PBDE の簡易スクリーニング法の開発が必須である。本研究では、PBDE の前処理及び分析に関する要素技術を確認し、各要素技術を融合して PBDE の簡易迅速分析法を開発する。各プラスチック中に含まれている難燃剤量や各使用環境下での放散量等の基礎的な物性データを体系的に取得し、PBDE による人体への臭素系難燃剤の暴露量を推定するためのデータベースを構築する。

本年度は、a) 高速分解抽出法、b) ソフトイオン化質量分析法、および c) ガスクロマトグラフィー/誘導結合プラズマ質量分析法 (GC/ICP-MS) の各要素技術の高性能化を図った。シリコンオイルバスで反応器を加熱する流通式装置を試作し、反応器内部の温度は約3分以内で所定の温度に達することを確認した。添加するアルカリ化合物の種類や量が臭素系難燃剤の安定性に非常に大きな影響を与えることを明らかにした。ソフトイオン化質量分析法を用いて、プラスチックに含まれる PBDE の質量分析法の開発を行った。GC/ICP-MS によるプラスチック試料を分析する条件を最適化し、本法による臭素系難燃剤の高精度な定量法を確立した。また、ヘッドスペース多検体オートサンプラーを GC/ICP-MS に接続することにより、プラスチック中 PBDE の揮発率をスクリーニング調査するシステムを開発した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】臭素系難燃剤、ポリブロモジフェニルエーテル、簡易迅速分析、高速分解抽出、誘導結合プラズマ質量分析、ソフトイオン化質量分析



〔研究題目〕低周波騒音と苦情者感覚特性の現場同時計測・評価法の開発に関する研究

〔研究代表者〕佐藤 洋（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕倉片 憲治、蘆原 郁（人間福祉医工学研究部門）、堀内 竜三（計測標準研究部門）（常勤職員4名）

〔研究内容〕

本研究は、低周波騒音問題の解決手法を提案するため、以下の4つのサブテーマに分けて研究を行っている。テーマごとの研究成果は以下の通りである。

- (1) 現場における低周波騒音の多点同時計測及び苦情者の反応の長時間モニタリングシステムの開発

平成18年度に開発した測定装置をさらに改良・拡張し、屋外を含め7点における騒音測定と2室における苦情反応収集を行うシステムを運用し5件（その他簡易測定2件）を行った。また、分析方法についても周波数分析音質評価パラメータまた可搬型の測定装置を目指し、その開発準備を行った。

- (2) 現場における聴覚特性の簡易測定手法及び測定システムの開発

- (3) 現場における騒音特性の操作による苦情原因の特定手法及びシステムの開発

(2)および(3)については挿入型イヤホンを用いる可搬型低周波音発生装置と制御ソフトを合わせた可搬型聴覚閾値測定システムを構築した。また、音圧校正方法として、音圧校正済みのプローブチューブマイクロホンを聴取者の外耳道内に挿入する方法について検討した。

- (4) 実験室実験による低周波複合音及び低周波成分を含む広帯域音に対する評価方法の開発（間欠音を含む）

平成18年度に改修・高性能化した実験室を用いて、低周波複合音の聴取閾値及び許容度測定の予備実験を実施した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕低周波騒音、苦情感覚、音響計測

〔研究題目〕石油流出事故等海洋の汚染や浄化に係わる環境微生物の分子遺伝学的解析・評価に関する研究

〔研究代表者〕丸山 明彦（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕北村 恵子、布施 博之、他（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

日本周辺海域における環境汚染や環境変動の把握、油濁環境修復技術の開発や評価等に資するため、昨年度に引き続き、北から南まで日本沿岸域の港湾6調査点において、夏季と冬季の2回にわたり環境微生物の現存量や多様性データの収集、石油分解菌群集の分離・培養等を実施した。夏季に採取した全6点の全菌数は、昨年度と

同様のレベルにあった。多様性についても、日本中央域や南方域より得られたクローンと北方域より得られたクローンでは、Cytophaga/Flexibacter/Bacteroides (CFB) グループの割合が大きく異なること、北方域では代わりにプロテオバクテリアに属するクローンが優占することを確認した。これらの微生物を含む海水試料にC重油や栄養塩等を人為的に添加した模擬バイオレメディエーション実験では、開始後2週間で、どの港湾試料からでもこれらCFBグループのクローンがほとんど検出されなくなり、プロテオバクテリアに属するクローンが優占することが示された。一方、これらの試料から分離可能な微生物の多様性は、環境クローンのそれに比べ単純であり、未知なる分解菌がまだ多数生息していることが示唆された。これら分離できた微生物については、石油分解能とともにプラスミド保有性の解析を進めている。今後、冬季試料の解析結果を含め、日本沿岸における微生物マップの作成や有効なバイオモニタリング指標の開発を図る。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕微生物、遺伝子、多様性、モニタリング、海洋、石油

〔研究題目〕有害試薬フリー・オンサイト水質モニタリング装置の開発

〔研究代表者〕長縄 竜一（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕中里 哲也、鳥村 政基、田尾 博明、加戸 ゆき子（専門技術者育成員）（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

現場で簡便に水質を監視するため、光反応前処理法と水銀フリー電気化学検出法をマイクロ流体システム化することにより、エネルギー消費量が少なく且つ有害試薬を使用しない、重金属等有害物質の連続監視装置を開発する。このため、独自に開発した高効率光反応装置を用い、有害試薬を必要としない前処理技術を開発するとともに、水銀の代わりに高機能炭素材料を用いる高感度電気化学センサの開発を目指す。また、マイクロ流体デバイス技術によるダウンサイジングを行い、緩衝液等無害な試薬に関してもその使用量や必要エネルギー量の大幅な削減を実現し、オンサイト・メンテナンスフリーの低エネルギー消費・自立型連続監視装置を構築することを目的とする。

本年度はヒ素の検出に重点を置き、連続前処理法に関して電極反応を妨害する環境水等中の有機物等の共存物質について、光反応により分解する試料前処理法を開発した。水銀ランプから発する光を試料に効率良く照射することで、無試薬条件下で、妨害物質のモデル化合物である難分解性有機窒素化合物を高効率で分解することを可能にした。水銀フリー電気化学検出法については、高感度かつ連続測定が可能な電気化学測定法の中から種々

の測定手法を比較した結果、アノードィックストリッピングボルタンメトリー法が適していることを明らかにした。同時に微小電極の材料について材料探索を行い、酸処理を行った活性炭素微粉末を加圧成型した電極を用いて電気化学パラメータの最適化を行ったところ、ヒ素に対して約10 ppb の感度が得られた。また、マイクロ流体技術によるダウンサイジングに関して、マイクロ流体システムを構築する際に問題となる、電極等の構造上の段差からの液漏れを解決するため、赤外線によるガラス製マイクロチップ接合の集光系を改良し集光効率を向上させた結果、これまで困難であった高融点ガラスの接合を可能にするとともに接合精度及び効率の向上を実現した。また、これらの結果を踏まえ分析機器メーカー等との情報交換を行い、システムのマイクロ化に必要な要件を明らかにした。

ヒ素はわが国公共用水域での超過率が高いだけでなく、ベトナムやインドなど国際的にも汚染が深刻な問題となっており、これらの地域における地下水の常時監視技術としても発展が期待できる。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】ヒ素、連続監視、水銀フリー、電気化学検出、マイクロ流体

【研究 題 目】CO<sub>2</sub>排出低減に資するバイオディーゼル燃料の高品質化技術

【研究代表者】鳥羽 誠

(新燃料自動車技術研究センター)

【研究担当者】葭村 雄二、三木 康朗、阿部 容子、八坂 加津江(常勤職員2名、他3名)

【研究 内 容】

本研究では、植物油脂や廃食用油から生産されるバイオディーゼル燃料(BDF)の高品質化を目指し、欧州規格を満たすBDFの製造が可能な固体触媒技術を開発するとともに、水素化精製触媒による低品位BDFの酸化安定性向上技術を開発する。研究は、(1)原料油脂中の不純物として含まれる遊離脂肪酸による失活抑制やバイオエタノールを用いた場合など水による失活を抑制することが可能なBDF製造用固体触媒の探索とプロトタイプ触媒の提案、(2)BDF中に含まれる酸化安定性が低い多不飽和脂肪酸エステルを選択的水素化によるBDFの酸化安定性向上用触媒の開発およびBDFの石油系軽油混合上限率のさらなる向上につながる次世代型BDF燃料の製造技術の検討、(3)燃料評価によるBDF高品質化技術の有用性の検証の三課題について検討を行う。本年度の進捗状況は以下の通り。(1)酸化物系触媒によるBDF合成反応のスクリーニングと最適化により欧州規格およびJASO規格を満たす純度の生成油が得られることを見いだした。含水エタノールを用いてもバイオディーゼルが得られたが、エタノールの含水率が多くなると遊離酸の生成が顕著であった。(2)貴金属触媒を用い

るBDFの水素化では、反応圧力と触媒の粒子径の最適化により、多不飽和脂肪酸エステルを選択的に水素化し、品確法を満たす混合軽油基材となりうる酸化安定性の高いBDFを得ることができた。(3)モデル軽油を用いてBDFの酸化が軽油中の炭化水素種に与える影響について検討した結果、テトラリンなどの芳香族化合物が酸化されやすいことがわかった。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオディーゼル、選択的水素化、固体触媒、酸化安定性

【研究 題 目】高残留性人工フッ素化合物の環境動態メカニズムの解明と安全性評価に関する研究

【研究代表者】山下 信義(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】谷保 佐知(他1名)

【研究 内 容】

PFOSやPFOAは発生源から遠く離れた魚類や海洋ホ乳類から検出されているが、多数の製造および使用されているパーフルオロアルキルスルホン酸アミド、アルコール類(Perfluoroalkyl sulfonamidoalcohols)やフルオロテロマーアルコール(FTOHs, C<sub>x</sub>F<sub>2x+1</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>OH)などの前駆体が環境中や生物中でPFOSやPFOA等に変換するため、PFCsの環境動態は複雑で、未だ解明されていない。PFCsの環境動態を把握するためには、短鎖から長鎖のPFCAsやフルオロテロマー等の前駆体に適用可能な抽出・測定方法が必要である。昨年度に引き続き、本研究では、数種の超高感度PFCs分析方法を開発した。水試料および生物試料中の短鎖及び長鎖のPFCAs、PFASs、FTOHsおよび各種前駆体に適用可能な高精度高感度な抽出およびLC-MS/MSを用いた測定方法を確立した。特に、ドイツ、ライプニッツ研究所と共同で開発したパージアンドトラップ法を併用したガスクロマトグラフタンデム質量分析計を用い、揮発性のPFOS関連物質について超高感度分析法を開発した。これにより水試料中テロマーアルコールなど揮発性関連物質の高感度分析が可能になった。また、地球規模でのPFCs動態を把握するために西部太平洋、インド洋東部、南極循環流におけるPFCs外洋汚染状況調査を行った。また、現在まで、日本・中国・韓国・スリランカ・米国・ポーランド・ドイツ等、世界各国より採集した多様なマトリックス(河川水・沿岸水・外洋水・沿岸底質・魚介類・食品・人及び家畜)について検証実験を行い、3報以上を国際誌へ成果公表した。これらの成果によりInternational Symposium on Halogenated Environmental Organic Pollutants and Persistent Organic Pollutants(DIOXIN 2007, 東京)においてPFOS特別セッションのチェアマンの依頼を受けるとともに、ハイライトセッションにおいてPFCs研究の現在・過去・未来についてclosing remarkを行った。

【分 野 名】環境

【キーワード】PFOS、外洋汚染、地球規模モニタリング、長距離輸送

【研究 題 目】二酸化炭素海洋隔離による海洋物質循環過程への影響評価に関する研究

【研究代表者】鈴村 昌弘（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】原田 晃、鶴島 修夫、山田 奈海葉、柴本 陽子（常勤職員3名、他1名）

【研究 内 容】

大気中二酸化炭素濃度の抑制のための対策として、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の海洋隔離が極めて有効な技術と考えられている。海洋隔離技術の確立にあたっては、特に海洋環境に与える影響の評価が解決すべき大きな課題である。本研究では、CO<sub>2</sub>の放出によってできる高CO<sub>2</sub>、低pH海水が海洋物質循環過程に与える影響について、以下の点に着目して研究を行った。

海洋中深層へのCO<sub>2</sub>隔離技術による炭酸カルシウム沈降粒子の溶解促進効果を定量的に把握するために、これまで蓄積してきた擬似現場実験データの解析方法を改良し、溶解促進効果をより精度良く算出することが可能となった。これに基づき、具体的な隔離事業シナリオの下で西部北太平洋域における溶解促進効果の時系列的3次元マップの作成を行った。そして、日本南方の海域に5,000万トン／年のCO<sub>2</sub>を注入するというケーススタディにおいて、CO<sub>2</sub>の隔離は炭酸カルシウム粒子の沈降フラックスに顕著な影響を及ぼさないという結果が得られた。中深層の物質循環を駆動する細菌群集の生理活性に対するCO<sub>2</sub>隔離の影響評価では、海水の高CO<sub>2</sub>化や低pH化の影響はほとんど顕在化しないことが示された。一方、有機物添加により活性を増大させた細菌群集においては、強い酸性化によって代謝・活性が阻害され、有機物に富む沈降・懸濁粒子などに付着した高活性の細菌群集の代謝に潜在的影響を及ぼす可能性を示唆した。さらに、活性のある「生菌」を識別する手法を検討し、CO<sub>2</sub>海洋隔離の環境影響評価やモニタリングにおける有用な手法として提案することができた。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、海洋隔離、海洋酸性化、炭酸カルシウム、有機物分解

【研究 題 目】海水中の二酸化炭素上昇が与える生物地球化学的影響の評価手法の確立

【研究代表者】鈴村 昌弘

（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】鈴村 昌弘、鶴島 修夫、山田 奈海葉、原田 晃（常勤職員4名）

【研究 内 容】

大気中二酸化炭素濃度の上昇抑制対策の一つとして、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を海洋に隔離することが提案されて

いる。当該技術の確立には、海洋環境に与える影響の評価が必須である。具体的には CO<sub>2</sub>の放出によって形成される高濃度 CO<sub>2</sub>、低 pH の海水による生物個体や生態系への直接的影響の評価だけではなく、表層から運ばれてくる生物の死骸や排泄物等が分解・溶解することにより生成される化学成分が間接的に生態系へ及ぼす影響の評価など、海洋環境の変化に対する生物地球化学的な評価を行うことが重要になる。本研究では、以下の点に着目し、影響評価手法の確立を目指した。

当該研究部門では、具体的な CO<sub>2</sub>隔離のシナリオに基づく炭酸カルシウム沈降粒子フラックスの溶解促進効果を定量的に評価する数値シミュレーション手法を確立してきた。同手法を利用することにより、炭酸カルシウムの溶解に伴う中和作用が CO<sub>2</sub>隔離に対する「環境緩和ポテンシャル」として、どの程度の効果を有するのかについて検討を行った。30年間、5,000万トン／年のシナリオに基づいた CO<sub>2</sub>放流地点の直近付近の狭い海域においては、炭酸カルシウムの溶解促進が抑制されるようになるまでに～数100年の時間を有するものの、拡散によって CO<sub>2</sub>濃度の希釈された周辺海域ではより速やかに緩和作用が働くと推定された。また、元来炭酸カルシウムの沈降フラックスの多い高緯度海域を考えた場合は、より速やかな緩和作用が期待され（数10年以内）、隔離地点の選定にあたっての重要な知見を提供するとともに、定量的な環境影響評価項目として重要であることを示した。

海洋の有機物の分解や栄養塩の再生に寄与している加水分解酵素の活性に対する影響評価の一環として、微生物活性の高い海洋表層水を用い、低 pH になった海水が細胞外加水分解酵素の活性に与える影響を評価する方法を検討・確立した。5種類の細胞外加水分解酵素活性について調べたところ、海水試料によって差はあるものの、有機物分解に関わる酵素は酸性化に伴い活性が減少する傾向が観察され、栄養塩再生に関わる酵素については、酸性化に伴い活性が増加するものもあった。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、海洋隔離、海洋酸性化、炭酸カルシウム、有機物分解

【研究 題 目】アジア陸域炭素循環観測のための長期生態系モニタリングとデータのネットワーク化促進に関する研究

【研究代表者】村山 昌平（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】近藤 裕昭、三枝 信子、前田 高尚、飯塚 悟、蒲生 稔、武藤 勝彦、谷田部 裕美、宇佐美 哲之（常勤職員4名、他4名）

【研究 内 容】

本研究では、これまでに各研究機関で運営されてきたタワーフラックス観測サイトを長期生態系モニタリングサイトとして整備・運営する。観測手法の標準化を図る



ことによって、観測サイト群総体としての効率化・合理化を図るとともに、アジア地域の多様な立地条件に適用可能な標準観測手法を構築・提示する。また、CO<sub>2</sub>フラックスに関して、移動が容易な基準観測システムを開発し、これらを用いて比較観測を実施し、モニタリングサイト群としての精度確保を図る。アジアの地域基幹サイトにおいて比較観測を行い、データ共有化、アジア地域からのデータ提供を促す。産総研では、これらのうち、国内山岳遠隔サイトおよび海外森林サイトの観測を継続し、長期連続観測手法の標準化およびデータの共有化を目指す。

平成19年度は、岐阜県高山市の冷温帯落葉広葉樹林サイトにおいて、タワー観測を継続して実施した。また、タイの熱帯林サイトにおいて、現地研究機関と協力して、長期観測維持のためにシステムを再構築し観測を再開した。高山サイトのデータを解析した結果、2007年の年平均気温および日平均日射量の年平均値は、平年の範囲であったが、7月の日射量は梅雨前線の影響で平年より少なく、その結果、この時期の日平均正味生態系 CO<sub>2</sub>交換量(NEE)は日々大きく変動し、時々CO<sub>2</sub>放出に転じることもあった。また、タイの熱帯混合落葉樹林サイトで得られた定点樹冠映像記録の数値解析から、特徴的な生物季節変化が明らかになり、当森林生態系における炭素収支の季節変化を特徴づけている可能性が示唆された。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】炭素循環、森林生態系、フラックス観測、長期生態系モニタリング、ネットワーク

【研究 題 目】瀬戸内海における超長期的生態系・景観モニタリング手法に関する研究

【研究代表者】湯浅 一郎（地質情報研究部門）

【研究担当】湯浅 一郎、（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

瀬戸内海における生態系と景観を今後50年、100年といった超長期的な視点で把握するため、継続性と経済性を考慮した総合的アプローチによる新たなモニタリングシステムの理念と手法の構築を目的として実施する。特に沿岸域において長期的に実施可能な海域生物モニタリング手法を確立するため、日々、瀬戸内海を生活の場としている市民が主体的に関与している現状と可能性を把握するとともに、市民が関与できるモニタリング手法を確立することを目的として漁業者・海運業者・NGOなどを対象としたアンケートを実施し、さらに回答者の中から、主要な団体を取りだし、直接訪問して聞き取り調査を行った。①漁業者や地域住民の理解、協力が得られ、継続ができること、②過去の既存データを入手でき、環境の変遷が把握可能なこと、③着目すべき生物を検討し、生態系の視点から変遷が把握可能なことなどに留意しつつ、呉周辺の海岸生物調査を行った。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】瀬戸内海、沿岸生態系、超長期的モニタリング、漁業者、海運業者

一地球環境研究総合推進費一

【研究 題 目】福江・沖縄・小笠原におけるエアロゾルの変動の観測と放射強制力の推定

【研究代表者】兼保 直樹（環境管理技術研究部門）

【研究担当】兼保 直樹（常勤職員1名）

【研究 内 容】

アジア大陸からの汚染物質の輸送・変質およびその気候影響を評価するため、中国本土を含む広域観測の一部として、配置測点のなかで輸送経路の最も東端（風下）に位置する小笠原父島におけるエアロゾルの地上観測を実施した。

父島においてサルフェートモニター（硫酸塩自動連続測定器）の連続観測を実施するとともに、沖縄辺戸岬ではアルミシートを衝突プレートとして低圧型多段インパクター・サンプリングを実施し、硫酸塩の粒径分布に関するデータを強化した。2007年春の輸送イベント時には、高気圧辺縁流による吹出しによる「遅い輸送」と、寒冷前線後面の吹出しによる「早い輸送」の典型的な2つの輸送パターン時における硫酸塩および黒色炭素(BC)粒子の挙動を捉えた。「遅い輸送」時には硫酸塩の酸化状態は高く、SO<sub>4</sub>/BC 濃度比は辺戸で20以上、父島で40以上であった。また、輸送イベントの後半に向かってSO<sub>4</sub>/BC 濃度比が明確な上昇がみられた。一方、「早い輸送」では、フロント通過後のSO<sub>4</sub>濃度ピーク時にはSO<sub>4</sub>/BC 濃度比はむしろ漸減し、辺戸で5～6、父島では17程度であった。ただし、父島ではイベント後半に劇的な増加がみられ、40～50程度となった。

2つの異なるタイプのイベント初期には、それぞれの輸送時間に対応する酸化状態の差が生じていたが、いずれのイベントにおいても後半にはSO<sub>4</sub>/BC 濃度比が増加する傾向を示しており、気塊の発生源の変化（よりアジア大陸内陸部の気塊が到達している）を反映していると考えられる。本研究により、これまでになく詳細なAsian outflow 輸送現象の特徴が明らかとなった。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】大気エアロゾル、長距離輸送、硫酸塩、黒色炭素

【研究 題 目】エアロゾル粒子の個数濃度に関する変動要因とその排出源別評価に関する研究

【研究代表者】古賀 聖治（環境管理技術研究部門）

【研究担当】前田 高尚（常勤職員1名）

【研究 内 容】

小笠原諸島父島において、エアロゾル粒子の個数濃度と黒色炭素の重量濃度についての野外観測を実施した。取得データを解析することにより、1) エアロゾル粒子中の黒色炭素の存在割合に関する排出源毎の推定、2)

夏季における巨大粒子数濃度の日変動の原因究明に関する研究を行った。

父島に到達した汚染空気塊に対する排出源地域の寄与率を数値モデルによって推定した。これを基に取得データを排出源地域毎に分類し、エアロゾル粒子体積と黒色炭素の重量濃度との関係を調べた。その結果、中国、日本と朝鮮半島、その他の地域からの汚染空気塊におけるエアロゾル粒子中の黒色炭素の存在割合をそれぞれ9-13 %、5-7 %、4-5 %と推定した。また、清浄空気塊中のエアロゾル粒子の個数粒径分布は、海洋大気よりもむしろ自由対流圏における個数粒径分布に似ていることがわかった。

夏季において、父島では巨大粒子の個数濃度に明瞭な日変動が観測される。この日変動の原因として、既存粒子への半揮発性物質の凝結と蒸発が考えられる。この仮説を検証するために、試料空気を加熱して、個数粒径分布を計測した。その結果、夏季だけでなく冬季にも巨大粒子に50℃以下の温度で蒸発する有機物質が存在することが示唆された。冬季と夏季の有機物質は異なる組成なのか、濃度はどのように変動するのかなど、一般的な結論を導くには、観測例をさらに増やす必要がある。

越境大気汚染の影響を定量化するための基本データを得ることができた。また、データの活用により、エアロゾル粒子による放射収支の定量評価の高精度化とエアロゾル粒子が気候に与える影響の不確定性の低減に貢献することが期待できる。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】エアロゾル、黒色炭素、越境大気汚染

【研究 題 目】2050年 IT 社会における IT システムの環境負荷低減に関する研究

【研究代表者】増井 慶次郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】増井 慶次郎、松本 光崇、近藤 伸亮、高橋 由香里(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

環境省「脱温暖化2050プロジェクト」のサブテーマである本研究では、IT 化進展にともない、IT 機器の製造・使用等に起因した直接的な環境負荷、及び IT 化進展によるシステムの高度化等で間接的に削減される環境負荷について、その影響評価を行うことを目的としている。平成19年度は、IT が産業構造に及ぼす影響についての今日の状況を産業連関表とマクロ経済指標に基づき分析した。IT 化の進展は業務のフラット化をもたらし、海外アウトソーシングや製造業務のオフショア化を促す。これらの動きは国際的な分業を促進し、今後は製造業だけでなく一部のサービス産業についても国際分業をもたらすと言われている。こうした国際分業の深化がエネルギー需要に及ぼす影響を国際産業連関表とマクロ経済指標を用いて分析した。国際分業が大きく深化した1990年

代のエレクトロニクス産業では、日本、米国、中国、アジア数カ国について、いずれも付加価値額が増加し、一部例外を除き産業のエネルギー効率が高まっている傾向を明らかにした。またサービス産業については現時点では国際分業が全体に占める割合が小さいことを明らかにした。

これらの分析結果をもとに、2050年のサービス産業の形態や規模の可能性を検討し、低炭素社会ナビゲーションシステム(LCS システム)に関わる施策パッケージの作成を行った。システムの開発と普及の時間チャートと、普及に伴う CO<sub>2</sub>削減効果、普及促進のための技術・制度的課題を議論し記述した。CO<sub>2</sub>削減効果については、システムの対象が電力需要に限定される場合には数百万 t-CO<sub>2</sub>のレベル、産業部門や業務部門に対象が及ぶ場合には数千万 t-CO<sub>2</sub>のレベルになることを示した。施策パッケージの内容については、本事業で連携している東京大学・先端科学技術研究センターや国立環境研究所・地球環境センター等と検討を継続している。

今後の展開については以下の通りである。平成18年度までは、IT の個別システムの影響評価(ミクロ評価)、及び社会全体でのイメージの記述(マクロ定性評価)を行った。平成19年度はマクロ定量評価を実施するための基礎データ収集を完了したので、平成20年度は2050年時点の IT の環境影響のマクロ定量分析の実施を計画している。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】IT、国際分業、環境意識、LCS システム、施策パッケージ

【研究 題 目】新技術・交通行動転換策の導入効果の評価と普及促進に関する研究

【研究代表者】工藤 祐揮(ライフサイクルアセスメント研究センター)

【研究担当者】工藤 祐揮、田原 聖隆(常勤職員2名)

【研究内容】

使用実態に即した低燃費車・代替燃料車の技術評価と消費者選好に基づく普及促進策を検討しました。

(1) 電動車両の LCA

導入による CO<sub>2</sub>排出削減が期待される電動車両のライフサイクル全体での CO<sub>2</sub>排出量を、LCA 手法を用いて算出しました。自動車用燃料の供給・製造と自動車走行に関わる環境負荷は Well to Wheel 分析の結果を使用し、電動車両の製造にかかわる CO<sub>2</sub>排出量は、産業連関表を用いたハイブリッドライフサイクルインベントリ分析手法により算出しました。10年使用・10万キロ走行の条件では、既存のガソリン車と比較すると、燃料電池車・電気自動車の車両製造時の CO<sub>2</sub>排出量は多くなりますが、自動車のライフサイクル CO<sub>2</sub>排出量に占める Well to Wheel 段階の寄与が高いため、

ガソリン車と比較した場合の電動車両の車両製造時のCO<sub>2</sub>排出量増加分が、Well to Wheel 段階のCO<sub>2</sub>排出量の少なさで相殺できるかどうか、電動車両導入によるライフサイクルCO<sub>2</sub>排出削減効果を左右することになります。したがって、Well to Wheel 段階のCO<sub>2</sub>排出量が低くなる都市部に電動車両を導入することが、CO<sub>2</sub>削減効果が最も高くなるとの示唆が得られました。

## (2) 低燃費車・代替燃料車の消費者選好調査

低燃費車・代替燃料車に対する消費者の現状の受容性を把握するため、消費者への選好調査を実施しました。調査はインターネットを通じて2007年11月末に全国の20～50歳代の男女のうち、自動車保有者かつ運転免許保持者を対象としました。(有効回答数4,785件)、排気量2,000～2,500 cc クラスのガソリン乗用車を購入することを想定した場合の、動力装置、車両価格、航続距離、スタンド整備率、走行コストの5つ組み合わせを提示することにより被験者の表明選好に関するデータを収集しました。その結果から、自動車の環境性能・利便性に対する支払意思額をコンジョイント分析により算出しました。その結果、ハイブリッド車に対する支払意思額が高く、燃料電池車・電気自動車についてはガソリン車とほぼ同額であり、ハイブリッド車の環境面でのメリットに対する認知度が高いことが伺えます。また走行コストに対する支払意思額が負の値を示していることから、消費者は乗用車を購入するにあたって燃費や燃料価格を重視していることがわかりました。一方、航続距離とスタンド整備の支払意思額は低く、その理由としてこれらの属性が低燃費車・代替燃料車選択時に影響がないこと、あるいはこれらの属性は自動車の性能やインフラ整備としては重要な要素ではあるが、消費者にとってはその重要性が直感的にはわかりづらいことなどが挙げられます。

## (3) 軽油代替バイオマス燃料の導入可能性

本研究課題では、貨物輸送に伴うCO<sub>2</sub>排出削減のために、軽油代替バイオマス燃料導入の可能性を検討しています。実証試験中のバイオマス燃料を使用した貨物車の航続距離は、既存の貨物車よりも短い傾向がみられ、また燃料補給スタンド整備の必要性やバイオマス資源の偏在性を踏まえると、軽油代替バイオマス燃料の日本国内での地産地消的な利用が効率的かつ効果的なCO<sub>2</sub>排出削減につながると考えています。貨物輸送の実態を考えると、積載する品目によって使用しているトラックの大きさやトリップ距離が異なります。そこで平成17年度道路交通センサス自動車起終点調査データを用い、貨物車積載品目別・貨物車積載量別・トリップ距離別の燃料(軽油)消費量を算出し、貨物車へのバイオマス燃料の導入可能性を検討しました。積載量別には10～15 t の、トリップ距離別には100～300 km の燃料消費量が多い傾向があります。これらのことから、ターミナル間輸送が中心となる普通貨物

車で、かつトリップ距離が100～300 km が中心となる業種で、トリップ途中で燃料補給をせずに軽油代替バイオマス燃料の導入ポテンシャルが高いと見積もられました。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 LCA、二酸化炭素、電動車両、消費者選好、バイオマス

## 〔研究題目〕衣服の影響に関する研究

〔研究代表者〕 都築 和代 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 佐古井 智紀、高岡 美弥子  
(常勤職員2名、他1名)

## 〔研究内容〕

業務オフィス内の冷房の設定温度には28℃が推奨されており、夏季の軽装としてノーネクタイ、ノー上着ファッションのいわゆる COOL BIZ が政府主導で実施された。多様な着衣、気流、不均一熱環境下での温熱生理状態を予測し、その上で温熱環境が適切か否かを判断する手法が得られれば、着衣、気流、熱環境の不均一性を有効に活用することが可能になり、28℃のオフィスで在室者を満足させる調整手段が得られると期待される。平成18年度は、夏服、椅座姿勢を対象として、静穏気流、均一温度の実験室で、部位分割、表面発熱のサーマルマネキンを用いて夏服(単品:49、組合せ97)の部位有効熱抵抗を算出し、胸部、背部、腹部、臀部、上腕部、前腕部、大腿部、下腿部、足部の9部位についてデータベースとしてまとめた。平成19年度は、0.26～2.6 m/s の風を吹かせた風洞内に立位サーマルマネキンを設置し、気流方向3条件(前方、後方、仰角30度の前方)での部位の対流熱伝達率、着衣の部位有効熱抵抗を実測した。対流熱伝達率、部位有効熱抵抗は気流の方向によらず、風速に依存した。部位によって風に伴う着衣の部位有効熱抵抗の減少比率は異なり、直径の大きな部位では減少比率が大きくなる傾向があった。上躯幹、腰、上腕、前腕、大腿、下腿、足に共通な着衣の部位有効熱抵抗の減少比率(静穏基準) Corr.Rc<sub>le,i</sub>を表すモデル式を提案した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 衣服、クールビズ、着衣量

## 〔研究題目〕アジア地域における緩和技術の統一的な評価手法の開発に関する研究

〔研究代表者〕 遠藤 栄一 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 遠藤 栄一、時松 宏治、野村 昇  
(常勤職員3名)

## 〔研究内容〕

日本を対象とするエネルギーシステムモデル MARKAL 等と、ライフサイクル評価手法であるエネルギーチェーン多層評価システム(エネルギーチェーンモデル)、日本版被害算定型ライフサイクル影響評価手法



(LIME)とを統合的に運用することによって、アジア地域におけるエネルギー供給技術によるクリーン開発メカニズム(CDM)を評価するための方法に関する研究を進めており、以下の成果を得ています。

(1) 日本の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出削減の可能性の分析

日本がアジア地域で必要とする CDM クレジットの量(CO<sub>2</sub>排出削減量)を明らかにするために、MARKAL モデルを用いて、日本の CO<sub>2</sub>排出削減の可能性を分析しました。分析の前提として、長期エネルギー需給見通しエネルギー技術進展ケースの省エネルギー進展ケースと新エネルギー進展ケースとで示される従来技術による対策をモデル上で考慮しました。総 CO<sub>2</sub>排出量を最小化する分析をおこなったところ、2050年で1990年比35 %まで削減可能であることが示されました。この結果は、他の分析(原子力ビジョン)で示された CO<sub>2</sub>排出削減の可能性とほぼ同水準であり、70 %削減といった大幅な排出削減には、さらなるエネルギー需要の低減や革新的エネルギー技術の導入が必要であり、それらがうまくいかない場合には CDM が重要になることを示す結果となりました。

(2) 中国の先進石炭火力発電技術のライフサイクル評価

エネルギーチェーンモデルの要素技術とプロセスフローとを、中国各地における現在から将来までの各時点で適用できるよう、データの収集およびモデルの改良を進めました。得られたデータを用いて、新疆ウイグル自治区、山西省および上海における、風力発電、天然ガス複合発電、先進的の石炭火力発電(石炭ガス化複合発電、微粉炭超々臨界圧発電)のライフサイクル評価を行いました。その結果、先端的の石炭火力発電の場合、1 GW の発電設備を導入することによって、年間70万トン以上の CO<sub>2</sub>排出削減が可能になることを明らかにしました。この結果は、認証された CDM プロジェクトにおける CDM クレジットの値とも、よく一致しています。

(3) LIME の将来のアジア地域への拡張

アジア地域におけるエネルギー供給技術による CDM の評価の観点として、CDM クレジットの供給可能量や費用便益を考えています。後者は、導入に必要な建設費等の費用と、建設から運用までの CO<sub>2</sub>、SOx、NOx の削減を経済価値に換算したものとの比で表されます。経済価値換算に用いる LIME は、もともと日本の現在を前提としているため、これをアジアの将来に適用できるよう拡張する研究を分担しています。発展途上国のデータは十分得られていないことから、便益移転とよばれる、一人当たり GDP の比率に基づいて、先進国での値を援用するための方法について文献調査等を進め、採用する係数の値を決定しました。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 エネルギーシステムモデル、ライフサイ

クル評価手法、中国、クリーン開発メカニズム、エネルギー供給技術

【大 項 目 名】 アジア地域における緩和技術の統一的な評価手法の開発に関する研究

【中 項 目 名】 トップダウン型のエネルギー需給モデルを用いた緩和技術の評価に関する研究

【研究代表者】 遠藤 栄一(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 村田 晃伸、李 哲松  
(常勤職員2名、他1名)

【研究 内 容】

本研究は、マクロなエネルギー需給モデルを用いて、我が国の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出削減シナリオに応じた排出クレジット必要量と、アジア地域を想定したエネルギー供給側技術の CDM 活動によるクレジット供給量の分析を行い、他の中項目研究に対して技術別・地域別 CDM ポテンシャルの大きさや、将来のエネルギーバランス等の情報を提供することを目的としている。平成19年度の計画は、全体研究共通のエネルギー需要シナリオならびに技術データの整備、アジア GOAL モデルによる地域別・技術別 CDM ポテンシャル評価手法の開発、および日本 MARKAL モデルを用いた我が国における CO<sub>2</sub>排出量の削減可能性の検討、からなる。主な成果は以下の通り。まず、日本エネルギー経済研究所による2030年までの見通しであるアジア/世界エネルギーアウトルック2007に準拠する形で、アジア GOAL モデルの対象国のエネルギー需要を、2000年～2050年にわたり用途別・エネルギー種類別に設定し、アジア GOAL モデルで計算した CO<sub>2</sub>排出量がアジア/世界エネルギーアウトルック2007による2030年までの CO<sub>2</sub>排出量と概ね一致することを確認した。CDM ポテンシャル評価手法の開発に関しては、CDM の事業収益性に関するクレジット価格、クレジット期間等のパラメータを考慮に入れるとともに、電力系統の地域性を考慮可能な新たな手法を開発した。我が国における CO<sub>2</sub>排出量削減可能性の検討に関しては、従来技術の延長といった範囲での省エネルギー、新エネルギーの進展では、大幅な CO<sub>2</sub>排出削減は不可能であることを、日本 MARKAL モデルを用いて定量的に確認した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 二酸化炭素排出削減、エネルギー需給モデル分析、CDM (クリーン・デベラプメント・メカニズム)

【研究 題 目】 複合微生物解析による環境質評価のための迅速・網羅的微生物検出・定量技術の開発

【研究代表者】 関口 勇地(生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 野田 尚宏(常勤職員2名、他3名)

【研究 内 容】

近年、遺伝子組換え微生物あるいは外来微生物を利用したバイオレメディエーションにおいて、特定の微生物群とそれを取り巻く複合微生物生態系を定量的に解析する必要性が生まれている。本研究では、複合微生物生態系を培養法に依存することなく、迅速、簡便かつ網羅的に定性・定量を行うための基盤技術整備を行い、その技術を環境質評価（遺伝子組み換え微生物導入後の環境試料、汚染水など）に活用することを目標とする。具体的には、(1)迅速・網羅的微生物検出のための基盤技術の開発、(2)環境質評価のための微生物種検出 DNA プローブの設計・評価と検出技術の環境への適用の、二つのサブテーマを実施する。(1)においては、迅速かつ網羅的な特定微生物・複合微生物群の検出、定量技術を開発するための基盤技術を開発し、その実施可能性を検討する。(2)においては、バイオレメディエーションや環境質評価に利用可能な微生物検出プローブを整備し、様々な微生物分類群を検出するための基盤を整備すると共に、その検出と定量のための標準 rRNA ライブラリを整備する。また、(1)および(2)で整備した技術を実際の環境質評価に利用し、その有効性を確認する。平成19年度は、微生物検出プローブと標準 rRNA ライブラリを整備の整備を進め、rRNA の3' 末端の蛍光ラベル化技術の検討を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 環境質評価、複合微生物、遺伝子定量技術、微生物定量技術

〔研究題目〕 都市活動に伴う物質・エネルギーの地域の分布型環境フラックス解析システムの構築に関する研究

〔研究代表者〕 玄地 裕（ライフアセスメント研究センター）

〔研究担当者〕 玄地 裕、布施 正暁、李 一石  
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

持続可能な社会の構築に向けて、わが国では地球温暖化に対応する「京都議定書目標達成計画」、エネルギー・資源の有効利用を促す「循環型社会形成推進基本計画」など各種関連政策が講じられています。さらに、以上の政策を推進させるため、地域レベルでの積極的な取り組みが求められています。本研究では、持続可能な都市・地域システムを促す地域活動を評価するモデル開発を目的とします。具体的には、川崎市とその周辺地域（一都三県）を対象として取り上げます。そして地域社会を構成する産業・家計・行政の間のモノやサービスの取引を通じて生じる相互依存関係を地域間に拡大して評価します。さらに、活動主体・地域間の相互依存関係を反映したマテリアルフロー・環境影響解析モデルを構築します。そして、川崎市・周辺地域を例に、拠点都市の産業共生型資源循環システムの環境影響ポテンシャルを

定量的に示します。

平成19年度では、マテリアルフロー・環境影響解析モデルの考慮範囲と基本構造を検討しました。さらに、モデル開発に必要なデータベースを作成し、特に廃棄物に着目して地域間相互依存関係の現状を分析しました。

1) モデルの考慮範囲と基本構造

考慮範囲として、①活動主体間・地域間の相互依存関係、②直接および間接影響、③市・県・国といったマルチスケールでの循環施策、④モデルの他地域への適用可能性、を整理しました。以上の考慮範囲の評価に適した、産業連関分析とマテリアルフロー分析を組み合わせたハイブリッド型モデルを基本構造として採用しました。またモデル構築には、データベースとモデル計算が必要となります。そこで、データベースとして、地域間の相互依存関係の評価に優れた地域間産業連関表を基本とし、その静脈産業部分を拡張したフレームを採用しました。モデル計算は動脈産業の貨幣フローと静脈産業の物量フローを同時に評価できる廃棄物産業連関分析を基本としました。

2) モデル開発のためのデータベース作成と現状分析

1) で検討したモデルの構築に向けて、拠点都市および47都道府県を対象にデータベースの作成を試みました。地域産業連関表と全国貨物純流動調査などから活動主体である民生・産業（動脈、静脈）・行政の生産・消費・移動構造に関する情報を収集しました。また環境省の廃棄物関連統計などから廃棄物の循環構造に関する情報を収集しました。以上の収集した情報に基づいて、活動主体間・地域間の相互依存関係に関するデータベースを作成しました。特に、静脈産業に関しては一般廃棄物と産業廃棄物に分け、一般廃棄物における発生・収集・処理（中間処理、最終処理）・再資源化のマテリアルフローを地域別に推計しました。作成したデータベースの現状分析より、各地域における産業構造、地域間依存関係、再資源化率を比較することで、地域政策において優先すべき対象物質および考慮すべき影響範囲が、地域特性によって異なることを確認しました。

以上の本年度得られた成果により、既存統計および研究において把握困難な市・県レベルでの一般廃棄物の組成・発生・処理・地域間移動・循環利用の定量化に成功しました。さらに、これらの定量情報は本課題のマテリアルフロー・環境影響解析モデルの開発に加えて、今後の取組が注目されるバイオマス利活用やごみ分別といった地域廃棄物処理計画立案の基礎数値資料として貢献することが期待されます。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 地域政策、資源循環、地域間相互依存、持続可能性、ライフサイクル分析

〔研究題目〕 空撮による漂着ゴミの収束域調査

〔研究代表者〕 馬込 伸哉（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕馬込 伸哉、高橋 暁、谷本 照己、  
山崎 宗広、湯浅 一郎  
(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

当該研究プロジェクトでは東シナ海の漂流ゴミ予報を行い、長崎県五島列島の東シナ海側で洋上回収の可能性を探ることをめざしているが、本研究では、海ゴミの広域・連続モニタリングを試みるとともに、漂流ゴミ予報実験の精度と回収効果を検証するための定量的なデータを取得する。初年度は、機動力に優れ広域の巡回撮影が可能なセスナ機と、定点の長期連続撮影が可能な WEB カメラを組み合わせた、海ゴミと潮目の広域・連続モニタリングを開始し、その視認性が確認された。また次年度の予報実験に備え、漂流ゴミの空撮方法と定量化手法を検討し、特に、漂流ゴミの回収船を想定した船舶曳航型のバルーン（気球）からの空撮と自動定量化手法の開発を試みた。バルーン空撮は定点撮影の自由度が高く、船舶で曳航すれば撮影対象物の投入と回収が可能である。バルーン船から仮想漂流ゴミとして、大きさ、色、位置が既知の GPS ブイ6基を投入、撮影、回収を行った。しかし手作業による検出は処理速度が遅く、定量化には向かないため、均等色空間である CIE LUV 上の色座標を基準に、GPS ブイの検出、識別、位置特定の自動化を試み、漂流ゴミの周辺に GPS ブイを投入し短時間に複数枚空撮すれば、漂流ゴミの集積面積や数、位置、色などの高精度の定量化が可能となった。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕漂流ゴミ、バルーンによる洋上監視、セスナ機による広域撮影、Web カメラによる連続撮影、漂流ゴミ自動定量化手法

〔研究題目〕世代間・世代内のリスク解析と管理原則

〔研究代表者〕岸本 充生

(化学物質リスク管理研究センター)

〔研究担当者〕岸本 充生 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

持続可能性の問題は、世代内公平（途上国の公衆衛生問題や経済発展問題への支援を中心とする）と世代間公平（気候変動や枯渇性資源といった将来世代への関心を中心とする）が別々に論じられている状況であり、両者の統合的な検討が不可欠である。そのため、本テーマの目的は、持続可能性問題を時間軸の問題と距離軸の問題に分けたうえで、両者に共通する問題を割引率（関心の減耗率）と捉えたうえで、再統合する試みを、経済学、心理学、生物学の知見を利用しながら実施することである。これに加えて本サブテーマは、アンケート等を用いた実証的な研究のために欠かせない周辺分野の先行研究のレビューと、それらに基づく学際的な融合を試みることを目標としている。その中でも特に、持続可能性を考えるうえで必要不可欠な利他的動機の果たす役割に焦点

を当て、利他的動機を機能させるための条件をさぐることを目指している。

1年目は、持続可能性問題に対処するにあたってのヒトの時間軸及び距離軸における認知能力の限界と可能性についての先行研究レビューとそれらから得られた仮説を検証するためのアンケート調査を行った。人々の利他的な選好は、相手との距離が離れる（例えば途上国）、あるいは、時間が離れる（例えば将来世代）とともに減衰することが観察されており、これらは関数形で表わされると仮定し、国名（100点スケールの親しみ度で表わされる）、貧困から救われる人数、効果が現れる時期、寄付金額の4属性からなる選択実験型のアンケートによって同時推定を試みた。その結果、時間割引率は9.1 %（1年ごと）、社会割引率は0.48 %（1点ごと）という結果が得られた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕社会的選好、社会的割引率、次世代、途上国、割引率

一環境技術開発等推進事業一

〔研究題目〕鉱物油等に起因する複合的な土壌汚染の環境リスク評価手法に関する研究

〔研究代表者〕駒井 武（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕駒井 武、川辺 能成、竹内 美緒、  
原 淳子、杉田 創、坂本 靖英、  
内田 利弘、光畑 裕司、横田 俊之、  
神宮司 元治、中島 善人、井上 千弘  
(常勤職員11名、他2名)

〔研究内容〕

産業活動等による油土壌汚染が顕在化し、産業用地における環境リスク管理が急務の課題となっている。このため、鉱物油等に起因する土壌汚染の環境リスクを科学的かつ客観的に評価するための地圏環境リスク評価システムを開発し、石油系炭化水素による複合的な土壌汚染に起因する環境リスクを定量的に把握するための評価手法を確立する。また、このリスク評価システムの運用に必要な様々なデータベースを整備し、汚染現場におけるリスク評価を可能にする。

本年度は、鉱物油等に起因する土壌汚染の環境リスクを科学的かつ客観的に評価するためのリスク評価手法、および各種データベースの開発を行った。このため、国内各地で採取した実汚染土壌を用いた実験や分析などを実施し、現場環境における鉱物油に対する微生物分解の特性を調べた。また、現場調査による高精度物理探査手法の検討、油分の移流・拡散特性などを明らかにし、リスク評価システムの開発に反映させた。

1) 地圏環境リスク評価システムの開発に関する研究として、一般的環境条件を想定したスクリーニングタイプの評価システムを作成した。また、サイトモデルで使用する数式群および評価システムの概念設計を行い、



Windows 上で作動するコンピュータシステムのプロトタイプを作成した。さらに、モデルフィールドにおいて実汚染土壌を採取し、各種の環境パラメータを蓄積するための化学分析および室内実験を実施した。

- 2) 油分汚染土壌の微生物特性および評価手法に関する研究として、昨年度に確立した鉱物油の分析方法を用いて、油汚染土壌中の油成分の分析および微生物による鉱物油分解に関する分解速度パラメータを求めた。
- 3) 油分汚染土壌の高精度調査手法に関する研究として、電気的物性の分布から油分汚染土壌を評価する手法について検討するため、電磁探査法および地中レーダ法による地表からの3次元探査、貫入式比抵抗計測・サンプリング装置を用いた地層比抵抗の原位置計測と間隙水サンプリングなどを実施した。これらの計測法を油汚染されたモデルフィールドに適用し、地表調査結果と原位置計測データの比較、及び、既存の採取土壌サンプル調査による油分分析データとの比較検討を行い、油分汚染に起因する物性異常の抽出を試みた。

【分 野 名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】土壌汚染、地圏環境、鉱物油、環境リスク、リスク評価

#### ④【その他省庁】

【研究 題目】超ギガビット磁気メモリの基盤技術の開発

【研究代表者】宮崎 照宣（東北大学）

【研究担当者】宮崎 照宣（東北大学）、久保田 均、福島 章雄（常勤職員2名、他1名）

【研究 内容】

19年度は、CPP-GMR スピン注入磁化反転素子にパルス電流を繰り返し与えて、スイッチング電流のばらつきから素子性能を評価する実験手法を確立した。基板/バッファ層/反強磁性層/CoFe(2.5 nm)/Cu(6 nm)/CoFeB(2 nm)/キャップ層からなる CPP-GMR 素子（断面積は100 nm×200 nm）に、幅100 ms、10 ms、1 ms の電流パルスを与え、スイッチング電流をそれぞれ100回測定した。スイッチング電流値の分布を解析した結果、実験結果は熱擾乱を考慮したスピン注入磁化反転の理論でよく説明できることがわかった。さらに、重要な素子性能指標である熱擾乱耐性  $\Delta$  と熱擾乱の影響をのぞいた本質的なスイッチング電流  $I_{c0}$  を正確に求めることができた。本手法では、従来懸念された素子の高周波特性の影響、発熱の影響を取り除くことができるため、素子性能を正確に評価する手法として非常に有用であることが実証された。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピントロニクス、磁気ランダムアクセスメモリ（MRAM）、スピン注入磁化反転

【研究 題目】サブバンド間遷移超高速光スイッチの研究開発

【研究代表者】秋本 良一

（超高速光信号処理デバイス研究ラボ）

【研究担当者】Cong Guangwei、秋田 一路

（常勤職員1名、他2名）

【研究 内容】

大容量フォトニックネットワークシステムを実現するためのキーデバイスとなる小型の超高速半導体光スイッチの実現が望まれている。本研究では、これを実現するため1ピコ秒以下の超高速光応答が期待できる半導体量子井戸中のサブバンド間遷移を応用した光スイッチデバイスの研究開発を行っている。具体的には光通信波長帯においてサブバンド間遷移を実現するため、II-VI族化合物半導体材料ベースの大きな伝導帯不連続を有する半導体ヘテロ構造の結晶成長技術、およびその光導波路作製等のプロセス技術の開発を行い、1テラビット/秒級の動作が可能なサブバンド間遷移超高速光スイッチデバイスを開発することを研究目標としている。光強閉じ込めの限界を目指してカットオフサイズ近傍の1  $\mu\text{m}$  以下まで狭メサ化し、かつほとんど伝播損失の少ない素子を開発することに成功した。その結果、吸収飽和効率が著しく改善され、1.5 pJ のファイバー入力パルスエネルギーにより10 dB 吸収飽和効率が得られた。この低エネルギー動作は、導波路構造における光閉じ込め効果の向上と、作製プロセスの改善により側壁円滑化による低伝播損失化の相乗によるものである。また、DFB 構造を導入した光導波路構造の作製に成功した。また、FDTD による解析を進め、2-3ピコ秒のパルスに対しては、DFB 効果により飽和エネルギーが減少することを確認した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超高速光スイッチ、サブバンド間遷移、吸収飽和、屈折率、周期構造

【研究 題目】光で時を刻む新 Cs 原子“光時計”の研究開発

【研究代表者】池上 健（計測標準研究部門）

【研究担当者】渡部 謙一、萩本 憲（常勤職員3名）

【研究 内容】

従来の2重共鳴方式ルビジウム原子時計やセシウムビーム型原子時計より高安定な実用基準周波数源の開発が産業界及び基礎・実用科学の分野から期待されている。本研究では、周波数安定度が平均時間1秒で約 $1 \times 10^{-12}$ のガスセル型セシウム原子時計をコヒーレント・ポピュレーション・トラッピング（CPT）技術を用いて実現するために、ガスセルの組成、レーザー光のパワー、スペクトル、励起方式などによる CPT 信号のスペクトル線幅や信号対雑音比などの特性を調べ、最適条件の抽出を行うものである。さらに、実際にマイクロ波発振器を

CPT 信号に周波数同期して安定度の評価を行うことにより、原子時計としての性能を調べる。

平成19年度は、2つの主な研究開発を行った。1番目は、CPT 法を用いた Cs 原子の超微細構造スペクトルに周波数安定化された発振器の開発である。これは、Cs 原子の超微細準位間の遷移周波数に対応する9.2 GHzの周波数差を有する2本のレーザー光を Cs 原子のガスセルに照射し、そのスペクトルである CPT 信号に安定化することにより行った。その結果、平均時間1秒で $1 \times 10^{-10}$ の周波数安定度が得られた。2番目は、2つの直線偏光した Cs-D<sub>1</sub>線を用いたコントラストの高い CPT 信号の研究開発である。本研究では、2つの直線偏光した光 (lin | lin 光) を使うことにより、原子をゼーマン副準位の真ん中に集めて時計遷移の信号を大きくした。その結果、最大 10 %のコントラストが得られた。これは従来の2つの円偏光した光 ( $\sigma$ - $\sigma$  光) の場合に比べ約2倍である。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 原子時計、基準周波数源、コヒーレント・ポピュレーション・トラッピング、セシウム

【研究 題 目】 モバイルアドホックネットワークにおけるスケーラブルグループメンバー確認技術に関する研究開発

【研究代表者】 戸田 賢二 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 戸田 賢二、片下 敏宏、堀 洋平  
(常勤職員1名、他2名)

【研究 内 容】

無線通信機能を持つモバイルノード間でリアルタイムに互いに位置などの基本情報を交換するための通信プロトコルを開発することを目指す。前年度までに、無線 LAN の PHY チップを FPGA で直接制御できる専用実験ボードの開発を行い、最終年度の平成19年度は、同実験ボードを用いて通信実験を行った。すなわち、BPSK を用いて32ビット程度のプリアンブル付きの100ビット程度のパケットを複数のノードから、CSMA 方式で空き時間なく転送した場合、信号強度が確保できる通信距離 (数十メートル) で2 MBps で73 %のパケットがビットエラーなしに到達した。これは、実装した通信プロトコルにおいてパケットの衝突を考慮した論理値と一致するもので、実装の正確さが実証された。この結果から外挿して、同時に100台程度の車の間で基本情報の交換 (時速10 km の速度で、位置、進行方向、加速度など) を交換することができることが判明した。これは実験システムが車の衝突回避に大変有効であることを示している。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 モバイルアドホックネットワーク、リアルタイム通信、無線 LAN、PHY チップ、FPGA、車両の位置情報

【大 項 目 名】 戦略的情報通信研究開発推進制度

【研究 題 目】 CDL (Concept Description Language) の仕様策定と標準化

【研究代表者】 橋田 浩一 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 橋田 浩一、和泉 憲明  
(常勤職員2名)

【研究 内 容】

コンテンツの意味構造 (概念構造) の記述を行うための言語 CDL (Concept Description Language) のコア部分 (基本データ構造) と自然言語共通部分の最終仕様を策定し、標準化を提案、実現する。また当該 CDL 仕様を検証するために複数の観点で実証研究を行う。CDL は、我が国の主要な大学や研究機関の代表的な研究者によって進められつつある SeC (Semantic Computing) 計画の共通言語である。標準化に関しては、セマンティック Web や XML と密に連携することから、W3C (World Wide Web Consortium) のセマンティック Web 活動グループへ提案する。

平成19年度には、これまで作成してきた文間の意味関係 (談話関係や対話行為) を用い、さらに文内の構造化をも取り入れることにより、CDL に基づくグラフ形式のコンテンツから通常のテキストを作成する作業および通常のテキストをもとにしてそのようなグラフ表現を作成する作業を支援するためのソフトウェア環境を試作した。また、それを使って既存の文章をグラフ表現に変換する作業を行ない、CDL のグラフ表現に基づくコンテンツの作成作業の課題について検討した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 セマンティックコンピューティング、CDL、概念記述

【研究 題 目】 超高速ネットワークに対応した悪意ある通信の遮断技術の研究開発

【研究代表者】 戸田 賢二 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 戸田 賢二、坂根 広史、片下 敏宏、堀 洋平、村川 正宏、高橋 栄一、樋口 哲也 (常勤職員5名、他2名)

【研究 内 容】

我々の生活に欠かせないものとなったインターネットは、今後ますます重要になると考えられる。一方で DoS 攻撃によるサービス停止、不正侵入による情報漏洩、Web サイト改ざん・システムの乗っ取り、なりすましによって口座情報などを詐取するフィッシング、コンピュータウィルスへの感染被害などが発生し社会問題となっている。本課題ではこの対策の一環として、ネットをアーキにおける侵入や攻撃、有害情報の伝搬などの悪意のある通信を検知し、遮断する技術の開発を行う。特に、近年の情報量の増大とネットワークの高速化に対応するため、悪意のある通信の分析・検出方法の工夫とともに、論理プログラマブルデバイスなどのハードウェア技術を

応用することにより、漏れの無い検知・遮断を数十 Gbps の超高速ネットワークで行うことのできる小型かつ省電力なシステムの開発を行う。

初年度の平成19年度では KDDI 研究所と共同で、フィッシングサイト URL の抽出エンジンとトラフィックキャプチャ・URL・フィルタリングシステムの連携システムの設計を行った。通信の監視や遮断のためのハードウェアについては、セキュリティルータインタフェースボードの開発を行った。同ボードは、6個の XFP ポートで 60 Gbps（双方向）の通信帯域を確保しながら、16レーンの PCI-Express カードエッジ及び、DRAM 用ソケット2個と SRAM 搭載も可能な拡張ソケットを有し、搭載可能な FPGA も Xilinx Virtex-5の330と最大規模のものである。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 モバイルアドホックネットワーク、リアルタイム通信、無線 LAN、PHY チップ、FPGA、車両の位置情報

【研究 題 目】 重度難聴者用の聴覚コミュニケーションツールの開発のための骨導超音波知覚現象の解明

【研究代表者】 中川 誠司（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 藤崎 恵美子、神原 文  
（常勤職員1名、他2名）

【研究 内 容】

骨導超音波（骨伝導で呈示された周波数20 kHz 以上の高周波音）が、重度感音性難聴者にも知覚されることを利用した、新しい聴覚コミュニケーション・ツールの開発が試みられている。しかしながら、骨導超音波の知覚メカニズムの多くが未解明のままとなっており、効率的な開発に不可欠な理論的基盤が構築されていない。本課題では、ヒトを対象とした各種の感覚機能計測・推定手法を統合的・相補的に駆使して骨導超音波知覚メカニズムの解明を図り、応用機器開発に有用な知見を得るとともに、その理論的基盤を確立することを目的とする。

平成19年度は実験環境や計測技術の向上を図ったうえで、従来以上に高精細な物理・電気生理計測に取り組んだ。骨導超音波が呈示された際の頭部表面や鼓膜での生体振動を測定し、その伝搬経路や振動のスペクトル特性について調査した。その結果、刺激音に相当する超音波領域の信号成分が捉えられたのに対し、可聴帯域には被験者のピッチ感に相当する十数 kHz の帯域を含めて有意な信号は観察されなかった。この結果は、骨導超音波知覚においては超音波そのものが受容されていることを示している。また、聴覚末梢機能を反映する蝸電図の計測を行い、骨導超音波知覚時には蝸牛神経が明瞭に活動するものの、受容器細胞や蝸牛基底膜の働きには可聴音との差異が存在する可能性が示された。

また、骨導超音波知覚の中樞神経系の観察を目的とし

て脳磁界計測を行った。聴覚皮質で実現されている時間積分機構を検証した結果、骨導超音波であっても可聴音と同様であることがわかった。骨導超音波であっても、聴神経以降のメカニズムは可聴音と同様であるとするこれまでの仮説を支持する結果を得ることができた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 骨導超音波、知覚モデル、有毛細胞、脳磁界計測

【研究 題 目】 次世代 X 線を活用した検査に関する技術調査

【研究代表者】 鈴木 良一

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 豊川 弘之、太平 俊行、木野村 淳、大島 永康、小池 正記、清 紀弘、小川 博嗣、黒田 隆之助  
（常勤職員9名）

【研究 内 容】

税関における検査では、低エネルギーX 線を用いた小型貨物用検査機器や高エネルギーX 線を用いた海上コンテナ貨物用検査機器による X 線透過画像が有効的に使用されている。

しかし、大量かつ多種多様な貨物を検査対象としているため、X 線検査機器に対して、貨物内部にある不正薬物や爆発物等を他の物質から迅速かつ正確に識別することが要求されているが、通常の X 線透過画像ではコントラストが弱く識別しづらいなどの解決すべき課題がある。そこで、先端技術を取り入れた次世代（改良型）X 線を活用して、X 線検査における課題を解決するために、X 線画像の高度化、高エネルギーX 線発生器の小型化、X 線検査機器と各種技術を組み合わせることによる検査機能向上、高エネルギーX 線発生装置の安定化等の項目について新技術・新手法やその導入の可能性等の調査を行った。この中の X 線画像の高度化に関する技術については、エネルギー可変単色 X 線を用いた実験およびシミュレーションにより、高エネルギー領域における X 線透過画像の高解像度化の検討、物質識別のための X 線透過画像解析法の検討を行うとともに、物質識別を目的とした X 線透過法以外の方法の検討・調査を行った。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 小型電子加速器、X 線非破壊検査

【研究 題 目】 針尾島弾薬集積所(19)保管庫解析業務

【研究代表者】 飯田 光明（環境管理技術研究部門（爆発安全研究コア））

【研究担当者】 中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、保前 友高、石川 弘毅、黒田 英司、高柿 大輔、堀川 貴広  
（常勤職員4名、他4名）

【研究 内 容】



地上覆土式およびトンネル式火薬庫(保管庫)の設置に際して、火薬類取締法施工規則に基づく特則承認を得るに当たり、当該保管庫の安全性に関して、委員会による検討、および実験等による基礎的なデータの収集・解析を行った。概要を以下に示す。

(1) 委員会による検討

外部の専門家で組織された検討委員会を設置・運営し、火薬庫の設置に当たっての特則承認事項の確認、産総研が計画・実施する実験内容の検討と実験状況の視察、火薬庫設置場所の現地調査を行った。

(2) 庫外爆風圧の角度依存性に関する実験

トンネル式火薬庫モデル内部で1 g 程度の高性能爆薬を爆発させ、庫外に伝播する爆風圧の角度依存性に関するデータを圧力変換器により取得した。形状の異なる複数のモデルを用いて、火薬庫の形状の効果を調査した。

(3) 隣接する火薬庫の殉爆を防止する安全距離に関する実験

隣接するトンネル式火薬庫が殉爆しないための庫間距離に関する基礎的なデータを得るために、2種類の岩石(安山岩、花崗岩)をギャップ材に用いたギャップ試験を実施した。実験は3水準の薬量(10、40、320 g)で行い、殉爆しないギャップ長(距離)に関する実験式を得た。

(4) 火薬庫の扉の飛散に関する実験

覆土式火薬庫モデルの内部で40 g 程度または310 g 程度の高性能爆薬を爆発させ、飛散する扉の飛散状況(飛散速度と飛散角度)を高速度カメラまたはフラッシュX線装置により撮影し、火薬庫の前面に設置する土堤までの距離について調査した。

(5) 火薬庫の扉の飛散状況の数値シミュレーション

上記(4)の実験条件に対応する計算モデルを作成して、3次元爆発衝撃解析により実験結果を再現する数値シミュレーション手法を検討した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 地上覆土式火薬庫、トンネル式火薬庫、爆風圧、庫間殉爆、ギャップ試験、爆発飛散物、土堤、数値シミュレーション、保安距離、爆薬、扉飛散

2) 国以外からの外部資金

②独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

【研究題目】 石炭利用技術振興事業／石炭利用次世代技術開発調査／ハイパーコール利用高効率燃焼技術の開発

【研究代表者】 斎藤 郁夫(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 鷹觜 利公、川島 裕之、Sharma Atul、張 立安、小谷野 耕二、穴戸 貴洋(常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

平成19年度は、当該プロジェクト研究の最終年度であることから、ハイパーコールの高付加価値利用法の開発として、低温触媒ガス化とコークス製造の軟化促進材への利用のための基礎的解析を実施し、各々の利用法に応じたハイパーコールの品質を決定することを目的として研究を進めた。主な成果は次の通りである。

配合炭の熱軟化性において安価な亜瀝青炭から製造されたハイパーコールを粘結炭と代替した場合、400℃で抽出したハイパーコールの添加により、熱軟化性およびコークス強度が大きく向上することが明らかとなった。そのメカニズムを検討した結果、ハイパーコールの特徴である高い流動性、熔融性から、配合炭の間への浸透(分散)及び相溶性、融着が促進され、低い温度から構造を緻密化・強化する効果が確認された。

低品位炭である褐炭および亜瀝青炭から製造したハイパーコールを試料とした触媒ガス化試験を行い、世界で初めて600-650℃という低温で触媒ガス化が進行することを見出した。また、無灰であることから触媒が劣化せずに連続的に使用できることを明らかにした。半連続ガス化装置を用いた半連続ガス化試験を実施した。その結果、熱重量分析試験の結果と同様に、水素が選択的に生成することが明らかとなった。また、要素課題として挙げられたタールの分解についても、装置の改良で対応した結果、タールの分解も可能であり、次のステップである連続ガス化装置設計への指針が得られた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 無灰炭、クリーンコールテクノロジー、ハイパーコール

【研究題目】 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム・省エネルギー技術開発プログラム／植物機能を活用した高度モノづくり基盤技術開発／植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発(植物の統括的な遺伝子の発現制御機能の解析)

【研究代表者】 進士 秀明(生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 鈴木 馨、中野 年継、内藤 由紀、大槻 並枝、伊藤 咲江、高木 優、光田 展隆、岩瀬 哲、木村 幸江、高橋 須美子、渡辺 真美

(常勤職員4名、他8名)

#### 〔研究内容〕

植物の物質生産系に関与する酵素等の遺伝子発現を統括的に制御する転写因子遺伝子を利用することにより有用物質を効率的に生産させる技術を開発するための知的基盤及び技術基盤の整備を目的とする。

シロイヌナズナのゲノム情報を基に転写因子遺伝子について情報の更新を行い、さらに39遺伝子(合計1,908個)を同定した。シロイヌナズナ及びイネ遺伝子の B-box 型ジンクフィンガーを持つ BZF ファミリーについて、詳細な分子系統解析、保存モチーフの解析及びサブグループ分類を行った。BZF ファミリーのうち B-box を一つ持つタイプについて発現プロファイルの解析を行い、器官特異性及びストレス応答性の特徴的な発現パターンの情報を得た。転写因子遺伝子の機能解析のために、新たに6遺伝子の形質転換植物の T2種子を得た。形質転換植物の解析により、側根の形成能、葉の光合成機能、葉の傷害応答、根のバイオマス生産などの制御に関連する形質変化を見出した。乾燥耐性の向上及び花成遅延が見出された形質転換植物について、渇水条件下でのバイオマス生産性の効率化への応用が期待できることを示した。

植物特異的な転写因子群である NAC ファミリーに属し、木部の分化、形成を制御するマスター因子である NST 転写因子群をノックアウトラインおよびキメラリプレッサー発現体が、リグニン生合成を抑制し、この経路から派生する二次代謝物が増加することをかずさ DNA 研究所と共同で明らかにした。NST がこの経路をどのように制御しているかを明らかにするため、NST の下流で機能する遺伝子の機能解析と自動核酸抽出装置を用いた欠損型ホモラインの同定を進めている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 循環型産業システム、植物、遺伝子、転写因子、発現制御、代謝制御、バイオマス

〔研究題目〕 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム・省エネルギー技術開発プログラム／植物機能を活用した高度モノづくり基盤技術開発／植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発(植物の統括的な遺伝子の発現制御機能の解析)

〔研究代表者〕 高木 優

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 高木 優(常勤職員1名、他3名)

#### 〔研究内容〕

キメラリプレッサーを用いた遺伝子発現制御技術の開発

植物の有用物質をもたらす代謝機能をより高度かつ効率的に利用するためには、関連する個々の遺伝子の機能

解析が必要不可欠である。特に植物では、遺伝子発現の制御が転写レベルで行われていることから、転写因子を活用した方法が有効であることが示されている。ところが、植物のゲノムには重複遺伝子が数多く存在することから、遺伝破壊や相補的な RNA 導入等の従来の方法では、種々の代謝機能を制御する因子の探索が容易ではないことが判ってきた。そこで、我々は、転写抑制機能を利用した遺伝子サイレンシングシステム(CRES-T 法)を開発し、遺伝子発現の様式をダイナミック変化させることを可能にした。この方法によって、これまでの変異株では見られなかった新規な形質を有する形質転換体を作成することが出来るようになった。本課題では、シロイヌナズナをモデルとして、代謝に関連する転写因子を CRES-T 法により探索し、それらに機能を活用することによって、産業上有用な機能性植物の作出のための基盤的研究を行う。19年度は、キメラリプレッサーを用いた遺伝子発現制御技術の開発では、データベースを利用して、シロイヌナズナゲノムにコードされる転写因子遺伝子の発現プロファイリング解析を行い、これらの中から物質代謝に関与すると考えられる転写因子を選択し、キメラリプレッサー遺伝子を作製する。これら遺伝子を順次シロイヌナズナに形質転換し、18年度に引き続き選抜したフェニルプロパノイド系代謝経路関連転写因子、脂質関連代謝経路関連転写因子、シキミ酸経路関連転写因子を詳細に分析し、上記代謝経路を制御する転写因子を同定する。同時に形態に変異が見られるキメラリプレッサー発現体を選抜し、これらのメタボロームについても解析を進め、形態と代謝との関係を解析する。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ゲノム育種、転写因子、遺伝子発現

〔研究題目〕 ナノテクノロジープログラム(ナノマテリアル・プロセス技術)／ナノ計測基盤技術

〔研究代表者〕 田中 充(計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 馬場 哲也、榎原 研正、坂口 孝幸、高畑 圭二、櫻井 博、衣笠 晋一、松山 重倫、高橋 かより、加藤 晴久、小林 慶規、富樫 寿、平田 浩一、伊藤 賢志、岡 壽崇、何 春清、松林 信行、今村 元泰、城 昌利、福本 夏生、Thi Thi Lay、Fan Jiangwei、加藤 英幸、山田 修史、八木 貴志、山下 雄一郎、阿子島めぐみ、坂元 健、小林 謙一、中村 文滋、津川 弘美、藤井 賢一、早稲田 篤、山本 泰之、石井 順太郎、清水 祐公子(計測標準研究部門)、鈴木 良一、大平 俊行(計測フロンティア研究部門)(常勤職員30名、他8名)

## 〔研究内容〕

ナノテクノロジーにおける材料関係分野での基盤的研究開発を行いつつ、得られた成果等の知識の体系化を図ることを目的とする「ナノテクノロジー」プログラムの一環として、本プロジェクトを実施した。本プロジェクトでは、ナノテクノロジープログラム等で実施される技術開発に共通な超微細・高精度な計測として、微小要素物理特性、空孔、表面構造、熱物性のそれぞれの基盤的計測技術を構築するとともに、これらの分野での新たな標準物質を開発することを目標に研究開発を進めた。これにより、ナノテクノロジープログラム中での知識体系の信頼性向上に寄与するとともに、産業界における材料開発の知的基盤を整備することが目的である。

平成19年度は、当初の計画通り遅滞なく研究を進めることができた。具体的には、

### 研究開発項目①「微小要素物理特性の計測基盤」

印加電圧・電極回転数の制御とデータ収集が可能な実用型粒子質量分析制御装置を開発するとともに、30 nm以下の単分散粒子の粒径分布特性の評価を行った。粒子質量測定の不確かさ評価を行い、粒子質量標準物質を作成した。また、1-20 nmの粒径範囲において、動的光散乱によって求めた液相中のデンドリマーの粒径値とPFG-NMRにより求めた粒径値とが不確かさの範囲内ではほぼ整合することを確認した。液中粒子数濃度標準について、500 nmまでの粒径域の粒子数濃度計測技術の不確かさ評価、粒子数濃度標準の値付け実験を行い、500 nmから10000 nmの粒径範囲における粒子数濃度校正技術基準を作成した。

### 研究開発項目②「空孔の計測基盤」

異なる方法で作製したサブナノ空孔を含む薄膜試料の安定性評価を行い、プラズマ重合法で作製したポリシロキサン系多孔質試料が安定性に優れ、標準試料に適していることを見出した。このポリシロキサン試料の陽電子寿命の値決めを行い、サブナノ空孔測定用標準試料を開発した。陽電子寿命測定装置の一層の小型化のために、昨年度開発した陽電子ビーム小型化試験装置に計測装置と放射性同位元素陽電子線源を取り付けて、小型化陽電子寿命測定装置を構築し、その性能評価を行った。偏光検出による超高感度ガス吸着測定装置を完成させ、いくつかの多孔質薄膜試料に適用し、その有用性を確認した。さらに、陽電子寿命測定比較委員会において、金属試料と石英ガラス試料について陽電子寿命測定の試験所間の比較試験を実施するとともに、陽電子寿命測定の標準技術文書の素案を作成した。

### 研究開発項目③「表面構造の計測基盤」

放射光を用いたエネルギー可変 X 線光電子分光法によりシリコン酸化膜の認証標準物質（膜厚3.49 nm）を測

定し、運動エネルギー（150-900 eV）の有効減衰長を求め、約2 nmのシリコン酸化膜の膜厚について、測定不確かさ0.12（k=2）で1.83 nmであると値付けすることに成功し、最終目標を達成した。このことにより、深さ方向分析用標準薄膜試料の作成に、技術的な目途がついた。

また、標準スペクトルについて、金属等22元素の化合物55物質について総計約500本以上のスペクトル取得を完了し、データベースとして整備し目標を達成した。

バックグラウンド解析については、従来、計算の中で固定していたパラメータ群を系統的に変化させた一括計算を行い、解析対象に対する知識なしに無関係部分バックグラウンドの形状推定、ピーク強度比の推定ができることを示した。既にネット上で公開したプログラムを随時更新し、ヘルプファイルを整備した。

放射光を利用した励起エネルギー可変 X 線光電子分光法標準化のための検討委員会を開催し、技術報告書について検討を行った。

### 研究開発項目④「熱物性の計測基盤」

ナノ秒薄膜熱物性測定標準器にモードロックファイバーレーザーを導入し、従来の装置で困難であった厚さ200 nmの窒化チタン薄膜の熱拡散率測定を可能とした。同装置についての不確かさ評価が完了し、依頼試験による標準供給を開始するための所内手続きを実施中である。窒化チタン薄膜による薄膜標準物質開発を進め、薄膜標準物質を製造した。フェムト秒サーモリフレクタンس法熱物性分布測定装置については、10 Kから室温までの温度範囲で金属薄膜の熱拡散率測定を行う技術を開発した。サーモリフレクタンス法の機能向上を目的とし入射角度可変薄膜試料保持ユニットの導入を行った。また周期加熱サーモリフレクタンス法の標準化検討委員会を組織し、同法を用いた熱物性計測技術に関する標準化を検討するための会合を2回実施し、技術仕様書の素案までを取りまとめた。

示差方式レーザフラッシュ法による計測技術と黒化処理方法の評価を継続して行った。セラミックス系標準試料について、値付けの測定を行った。また、単層と2層の場合で測定した結果から、基材から剥がすことなく数100 μm厚さのコーティングの熱拡散率を測定する技術が有効であることを確認した。

熱・光学特性計測システムの開発では開発した熱・光学特性測定装置により一般的かつ重要な光学ガラスである合成石英ガラスおよびホウ珪酸クラウンガラス（BK7）について熱膨張率および nL 積の標準データの取得を目的とし、-55℃～70℃の温度範囲での高精度測定を行いあわせて測定結果に対する不確かさ評価を実施した。

### 研究開発項目⑤技術の体系化

デバイスの熱設計のためのシミュレーションならびに



材料設計のための基盤データとして、薄膜・基板・コーティング・基材の熱物性と界面熱抵抗に関するデータを物質合成プロセス・物質組成と特性・機能との関連に関する情報とともに体系的に収録した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】粒子質量標準物質、動的光散乱、PFG-NMR、液中粒子数濃度標準、ポリシロキサン系多孔質試料、陽電子寿命測定、X線光電子分光法、バックグラウンド解析、ナノ秒薄膜熱物性測定標準器、示差方式レーザフラッシュ法、コーティングの熱拡散率、熱・光学特性、物質合成プロセス・物質組成

【研究題目】水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発 高容量水素吸蔵合金と貯蔵タンクの開発

【研究代表者】秋葉 悦男（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】中村 優美子、榎 浩利、榊 浩司、浅野 耕太、齊田 愛子、渋谷 直哉、中村 仁、Liu Xiangfeng、Leng Haiyan、山田 好伸（常勤職員6名、他5名）

【研究内容】

目標：

水素の輸送貯蔵に利用するための重量当たりの水素貯蔵量が高い水素貯蔵材料が求められている。「水素安全利用等基盤技術開発」では有効水素貯蔵量の目標値を5.5質量%以上と設定している。

研究計画：

上記の目標を達成するとともに水素の安全かつ効率的な輸送貯蔵に用いるため、ハイブリッドタンク用水素吸蔵合金の研究開発と評価およびマグネシウム、アルミニウム、カルシウム等の軽量な金属と水素の結合を利用した軽量な水素貯蔵材料を開発する。

進捗状況：

車載用水素貯蔵タンクとして実現する可能性が最も高いハイブリッドタンクシステムに適した水素吸蔵合金を開発するため、水素圧力40 MPa・測定温度-30℃での水素貯蔵放出特性の評価技術を確立した。また、昨年度開発した高圧用バルブが実環境下で5万回の開閉操作後でも水素漏れがなく使用可能であることを実証した。これら開発した技術を用いて Ti-V-Mn 合金の特性評価を行い、最大水素吸蔵量3.64質量%を達成した。高容量が期待できる Mg を含んだ BCC 構造の非平衡の材料を大量に合成するために、合成雰囲気制御が可能なバルクメカニカルアロイイング法を開発した。従来のボールミリング法に比べて材料合成効率を100倍以上向上させ、バルク形状の Mg ベースの金属間化合物の創製に成功した。また、三元系のラーベス組成を有する Ca-Li-Mg 合

金の水素吸蔵放出特性を評価した。C14ラーベス構造を維持した状態で-5℃で6.2質量%の水素を吸蔵することを見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素エネルギー、水素貯蔵材料、ハイブリッド水素貯蔵タンク

【研究題目】ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）／精密高分子技術プロジェクト／高機能材料の基盤研究開発

【研究代表者】中浜 精一

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】中浜 精一（常勤職員7名、他2名）

【研究内容】

本プロジェクト「精密高分子技術／高機能高分子実用化技術の研究開発」は分子レベルの設計とナノレベルの高次構造制御に係る高分子合成及び構造評価の基盤技術をさらに進展させるとともに、光・電子材料、構造材料、高強度繊維等の高機能・高性能を実現する高分子材料を開発し、実用化の見通しをつけることを目標とし、高機能高分子材料の実用化技術研究開発12チーム及び高分子材料の共通基盤技術研究開発2チームからなる研究開発体制のもと、産業技術総合研究所と化学技術戦略推進機構が共同して研究開発を推進してきた。産業技術総合研究所は次のとおり研究を担当している。

①高機能高分子材料の実用化技術研究開発 (b) 光・電子材料の研究（反射防止膜材料の開発）

②高分子材料の共通基盤技術研究開発 (a) 高分子合成技術の研究（配位触媒重合による配列制御共重合体の精密合成法の確立）及び (b) 構造・ダイナミクス評価技術の研究（EFTEM 等による接着界面解析と接着機構解明、リアクティブブレンディング等によるナノ構造形成と構造解析、マイクロ相分離構造の長距離秩序構造制御、固体 NMR 距離解析システムの開発）

平成19年度実施計画に基づき産業技術総合研究所における研究開発成果を以下に報告する。なお、本年度は精密高分子技術プロジェクトの最終年度である。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】反射防止膜材料、高分子合成、ダイナミクス評価技術

【研究題目】介護動作支援ロボット及び実用化技術の開発

【研究代表者】山田 陽滋（知能システム研究部門）

【研究担当者】小野 栄一、松本 治、本間 敬子、李 秀雄、大内 雄介（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

本研究の目標は、水洗ポータブルトイレ技術とロボッ

ト技術を融合することにより、排泄介護負担を軽減するための総合的な支援ロボット「トイレアシスト」を企業とのコンソーシアム体制で開発することである。今年度の産総研での研究開発目的は、1)第2次実証試験タイミングに合わせたリスクアセスメントと3ステップ法の実施、2)安全かつ実用的な力制御系の開発、3)便器と車いすの入れ替えによる移乗支援に関する研究開発、4)便座からの被介護者の転落検知に関する研究開発、5)手すりを用いた上体支持に関する技術開発、の5項目からなる。

まず目的1)に対しては、本プロジェクトの最終成果機である第2次実証機に関してリスクアセスメントを行い、介護現場、倫理審査委員会等における安全上のコメントを収集し、内容を最終的なリスクアセスメントに反映した。

目的2)に対しては、前年度に検証したトイレアシストの異常検出手法を応用し、受動型車いすシャトル台車のセンサの二重化設計を行った。

目的3)に対しては、電動型車いすシャトル台車成果機を製作し、第2次実証試験現場での技術実証試験を行った。自律移動の位置決めが1 cm 以内の繰り返し精度で行えること、トイレアシスト本体との入れ替えが約15秒以内で行えることなどを確認した。

目的4)に対しては、前年度に改良した座面反力計測用プローブの動作特性の計測を行った。また新たに提案された立位移乗介護シナリオを踏まえて、転倒リスク発生場面を再検討し、座面反力計測で提案した手法を手すり面に適用することを検討した。

最後に目的5)については、実証機装着用の手すりに対して、被介護者本人も操作可能で、被介護者の左右方向の座位姿勢をサポートしたり、排泄時に前屈みの姿勢保持をサポートしたり、前に倒れるのを防いだりする機能を想定した支持機構の検討を行った。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】排泄介護、リスクアセスメント、パワーアシスト、自律走行、転落検知

【研究 題 目】音声認識用デバイス及びモジュールの開発

【研究代表者】横井 一仁（知能システム研究部門）

【研究担当者】阪口 健、Neo Ee Sian  
（常勤職員3名）

【研究 内 容】

これまでの RT ミドルウェア開発の成果及びその課題を踏まえ、共通化・標準化の観点から、各種のモジュールと組み合わせて使用することのできる音声認識モジュールの開発を行う。さらに、開発したモジュールをロボットシステムに組み込むことにより有効性の検証を行う。次世代ロボットの新しい作り方の実例を広く示すことで、次世代ロボットシステムの効率的な開発体制の実現につなげ、異業種や新規参入を促進することによりロボット

開発を活性化することが本事業の目的である。

独立行政法人産業技術総合研究所では、本事業において開発された音声認識モジュールを人間型ロボット HRP-2に組み込み、その有効性を評価することを目指とし、音声認識モジュールを人間型ロボット HRP-2に組み込むために必要な技術ならびに、その有効性を評価する技術の研究開発を行う。

平成19年度は、人間型ロボット HRP-2に開発された音声認識モジュールを組み込み、単体機能の評価を行った後、オフィス、公共施設、家庭等の日常生活空間模擬環境において不特定話者により音声指示された特定の行動を行わせる実証試験を行い、音声認識用デバイスの有効性の評価を行った。音声認識モジュールを人間型ロボット HRP-2の頭部に搭載した状態で、一般住宅の平均的な騒音レベル(40 dB)以上の環境において、「音源方向検出機能」「単語認識音声認識エンジン」「音声状況検知機能」等の機能が正常に動作すること、音声認識と画像認識が同時に実行できることを確認することを目指とした。この実証実験を行うために人間型ロボット HRP-2に必要な改造を施すとともに、既存の環境認識モジュール、行動制御モジュールに必要な機能追加を行い、音声認識モジュールと環境認識モジュール、行動制御モジュールを接続する作業計画モジュールならびに各モジュールで使用するデータを保存する知識データベースを開発し、RT コンポーネント機能において使用する RT ミドルウェアのバージョンを現在の0.2.0から最新の0.4.0に更新した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】音声認識、ロボット、コミュニケーション、共通基盤

【研究 題 目】次世代半導体材料・プロセス基盤（MIRAI）プロジェクト 新構造極限 CMOS トランジスタ関連技術開発

【研究代表者】廣瀬 全孝

（次世代半導体研究センター）

【研究担当者】金山 敏彦、高木 信一、多田 哲也、前田 辰郎、水野 智久、Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、田岡 紀之、鳥海 明、太田 裕之、森田 行則、右田 真司、堀川 剛、水林 亘、王 文武  
（常勤職員12名、他24名）

【研究 内 容】

高機能 LSI の実現に不可欠な半導体デバイスの微細化を進めるためのデバイス・プロセス基盤技術の研究開発を行う。その内、本研究では、2005年版の国際半導体技術ロードマップ（ITRS 2005）で示されている hp45nm を超える極微細な半導体デバイスを実現するために必要な、新構造極限 CMOS トランジスタに関連する革新的

基盤技術を開発することを目的とする。

#### ① 極限性能新構造トランジスタ基盤技術の開発

CMOSを構成するnMOSとpMOSそれぞれに最適化した新材料を用いてトランジスタのキャリア伝導特性を向上する技術、及び、微細化に伴う短チャネル効果を抑え、低オフリーク電流を実現するゲート構造の提案・実証、及び上記各技術に関連した計測技術の開発を目的とした。

Fin構造の高電流駆動力 CMOS を微細チャネル長において実現するためには、側壁の平坦性と細線幅の均一性の向上を実現する方法が必須である。このために、高温の水素雰囲気中でエッチングする技術を導入し、高い特性の均一性と細線 MOSFET での移動度の向上を実現した。1000℃大気圧の水素雰囲気中でエッチングすることによりチャネル側壁の寸法の一様性と平坦度が向上し、ひずみのない SOI 細線 MOSFET と比較して、ひずみ SGOI において1.6倍の正孔移動度向上率、SSOI において1.9倍の電子移動度向上率を得た。

Ge MISFET 技術を構築する上では、界面特性に優れたゲート絶縁膜形成技術の確立が、最も重要な課題の一つである。この目的のためには、Ge に対して低界面準位かつ安定な界面制御層の実現が必須である。高品質の MOS 界面を形成する技術として、Ge 表面の Si パッシベーション技術を開発した。Ge 表面に7原子層の Si を、エピタキシャル成長したのちに SiO<sub>2</sub> を堆積したゲートスタック構造により、2.8倍の移動度向上率を得た。この技術と NiGe ソース・ドレインを組み合わせた微細チャネル長の MOSFET の試作を行い、最小ゲート長60 nm での MOSFET の動作を実証することに成功した。更なる構造最適化と集積化技術の開発を進めることにより、ひずみ Si チャネル以降の高電流駆動力 MOS チャネルとして実用化が期待される。

トランジスタ構造に対してラマン散乱測定における励起光分布をシミュレーションすると共に、Si の光学フォノンによるラマン散乱過程を理論的に解析することにより、ラマン散乱の偏光依存性を利用して光学フォノンの成分を分離し、応力の方向と大きさを定量解析する方法を開発した。また、計測画像データの処理により空間分解能を80 nm に向上させると共に、励起光の強度分布シミュレーションにより、測定光学系の回折限界を超える空間分解能で、ひずみ分布を解析することに成功した。走査トンネル顕微鏡 (STM) による二次元不純物分布プロファイル測定については、計測過程のシミュレーションプログラムを開発し、STM 計測結果から試料表面のポテンシャル分布および不純物分布を定量的に解析する手法を開発した。また、化学機械研磨により試料断面を STM 計測に必要な nm レベルに平坦化する手法を開発し、トランジス

タ断面の不純物濃度分布や局所仕事関数分布の定量計測に成功した。

#### ② 極限 EOT ゲートスタック基盤技術の開発

ゲート絶縁膜やゲート電極材料の開発により、しきい値電圧を制御するとともに、高駆動力と低ゲートリーク電流を両立できる極限薄膜化ゲートスタック技術を開発する。併せて、ゲート絶縁膜の絶縁破壊、劣化に関する信頼性評価技術の確立を目的とした。

ゲート絶縁膜厚を極限的に薄膜化するために、誘電率が大きく熱安定性に優れたハフニウムシリケート膜をシリコン基板との界面層として形成することで、ゲートファーストプロセスによる特性劣化と界面層の増大を抑制し、等価酸化膜厚を低減することに成功した。これは、これまでに開発してきた Layer-by-Layer Deposition and Annealing 技術を界面層の形成に適用し、高誘電率極薄ハフニウムシリケート膜を作製したことに基づいている。このハフニウムシリケート界面層上にハフニウム酸化膜を形成した高誘電率ゲート絶縁膜は、等価酸化膜厚が0.5 nm であり、極薄膜ゲート絶縁膜をもつトランジスタのゲートファーストプロセスによる作製を可能にし、ゲート漏れ電流の大幅な低減を実現した。

High-k ゲートスタックを用いるとトランジスタのしきい値電圧制御が困難になることが大きな課題である。そのため、しきい値電圧の決定要因を研究した。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及び HfO<sub>2</sub>の2層のゲート絶縁膜を持ったゲートスタックを形成し、上部、及び下部のゲート絶縁膜層を Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及び HfO<sub>2</sub>とし、上部、及び下部のゲート絶縁膜層の膜厚を変えた実験を行った。その結果、下部のゲート絶縁膜層の膜厚を変えた場合にのみ、しきい値電圧が変化することが、明らかになった。これは、従来から提唱されていたゲート電極と High-k 絶縁膜界面での Fermi-Level-Pinning ではなく、ゲート絶縁膜層とシリコン界面に形成されたダイポールに起因するオフセットがしきい値電圧をシフトさせていることを意味する。

また、High-k/SiO<sub>2</sub>構造で、EOT の薄膜化に伴ってしきい値電圧が減少する現象は、基板界面酸化膜の増加により下部界面でのダイポールが変化することに基づくこと、そのため、多結晶シリコンなどの電極をキャップして熱処理を行うと変化を抑止できることを実証した。

High-k ゲート絶縁膜を用いた場合、反転層の移動度が劣化する問題は、トランジスタ性能を劣化させる大きな要因である。HfO<sub>2</sub>膜のフォノンスペクトルが結晶構造で変化することを利用し、この移動度劣化に、High-k 膜固有の本質的な散乱機構として提案されてきた Remote Optical Phonon Scattering が原因であるかどうかを実験的に解析した。その結果、むしろ界面ダイポールによる散乱が本質的な散乱機構として働



いていることを明らかにした。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 高電流駆動力 CMOS、移動度、Si パッシベーション技術、ひずみ分布、走査トンネル顕微鏡、高誘電率ゲート絶縁膜、ゲート電極、しきい値電圧、ダイポール、フォノンスペクトル

〔研究 題 目〕 ナノテクノロジープログラム 革新的部材産業創出プログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発／超高密度 HDD のためのナノオーダー制御高性能トンネル磁気抵抗素子の開発

〔研究代表者〕 湯浅 新治  
(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 湯浅 新治、福島 章雄、久保田 均  
(常勤職員3名)

〔研究 内 容〕

ハードディスク (HDD) は大容量・高速・低価格なストレージとして情報家電や携帯機器などへも応用範囲を広げており、現代の IT 社会に欠くことのできない重要デバイスである。しかし、現状の HDD は読み出し磁気ヘッド (GMR ヘッド) の性能限界のために、その記録密度の伸びが止まってしまうことが危惧されている。本研究開発ではこの限界を打破するために、より高性能な次世代磁気ヘッドの開発を行う。

産業技術総合研究所 (産総研)、アネルバ、大阪大学の共同研究開発により、酸化マグネシウム (MgO) をトンネル障壁に用いたトンネル磁気抵抗 (TMR) ヘッドの基本構造と製造プロセスを開発する。ステージ I 終了までに200 Gbit/in<sup>2</sup>以上、将来的に500 Gbit/in<sup>2</sup>の超高密度 HDD に適用できる読み出し技術 (高性能 TMR ヘッドの基本構造とその製造法) を確立する。

平成19年度は、以下のような成果を得た。

- ・室温スパッタ成膜を用いて、アモルファス CoFeB 合金電極層と配向性多結晶 MgO トンネル障壁を組み合わせた多結晶 TMR 素子を作製し、低抵抗化と自由層の低磁歪化の開発を行った。 $RA=0.4 \text{ } \Omega\mu\text{m}^2$ の超低抵抗 TMR 素子において MR 比50 % (室温) を実現した。また、この技術を協力企業である HDD メーカーの磁気ヘッド開発ラインに移管した。
- ・フォトリソグラフィと電子線リソグラフィを組み合わせ、微小素子パターンを描画し、メタノールを反応ガスに用いた反応性イオンエッチング (RIE) 法により TMR 素子を形成する。数値目標として、RIE 法を用いて幅50 nm の TMR 素子を加工し、イオンミリング法と比較して MR 比の劣化がないことを実証するとともに、磁気特性 (保持力、ヒステリシスのシフト磁界) のばらつきを抑制することに成功した。このような磁気特性のばらつきの抑制は、RIE 加工による良

好な側壁形状の制御 (垂直に近いテーパ角と乱れの少ない側壁形状) に起因していると考えられる。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 スピントロニクス、TMR 効果、HDD

〔研究 題 目〕 健康安心プログラム／糖鎖機能活用技術開発

〔研究代表者〕 成松 久 (糖鎖医工学研究センター)

〔研究担当者〕 成松 久、平林 淳、亀山 昭彦、池原 譲、梶 裕之、立花 宏一、久野 敦、梅谷内 晶、久保田 智己、佐藤 隆、千葉 靖典、安形 高志、新聞 陽一、館野 浩章、伊藤 浩美、金子 美華、天野 仰、尾崎 秀徳、豊田 雅哲、関矢 聡、曾我部 万紀、板谷 純、角田 由紀、助川 昌子、萩原 梢、松浦 ナナ、松田 厚志、小笠原 諭、松崎 秀樹、村上 仁子、久保 嘉子、古泉 幸子、小園 裕子、高崎 延佳、大西 弘恵、白川 彩弓、松野 裕樹、澤木 弘道、野々村 智尋、稲塚 歩佳 (常勤職員15名、他25名)

〔研究 内 容〕

当研究センターは、糖鎖関連遺伝子、糖鎖構造解析技術という世界に秀でた遺伝子資産と技術・装置・データベースを確保している。これら優位性をいち早く医療分野において産業応用するためには、糖鎖関連バイオマーカーをヒトの健康に関わる重要な病気、疾患に役立てることがもっとも有効であり、ヒトの健康、長寿に大きく貢献する早期診断技術の開発に繋がると考えられる。そのために、「糖鎖の高効率な分画・精製・同定技術の開発」(研究開発項目①)、「糖鎖の機能解析・検証技術の開発」(研究開発項目②)、ならびに「糖鎖認識プローブの作製技術の開発」(研究開発項目③)の研究テーマを掲げ、産総研糖鎖センターが中心となり、この重要課題に取り組んでいる。具体的には、臨床機関との連携で入手した臨床サンプルから、疾患糖鎖を濃縮し検出する技術を、質量分析計やレクチンマイクロアレイによる方法を中心に開発した。さらに、疾患糖鎖の機能は、糖鎖改変動物や改変細胞を作製して解析するとともに、ヒト型糖鎖ライブラリーを用いて相互作用解析デバイスを開発し、ウイルス糖タンパク質等との糖鎖特異性解析を実施した。また、疾患糖鎖に特異的親和性を示す糖鎖プローブを開発し、癌等の診断システムの基盤とする。これら開発した技術を総合し、さらに臨床の現場と連携することにより検証し、疾患の診断や再生医療等への応用を図った。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖鎖、バイオマーカー、糖鎖構造解析

〔研究題目〕固体酸化物形燃料電池システム技術開発／固体酸化物形燃料電池システム性能評価技術の開発／システム性能評価技術の開発（システム効率計測評価技術の研究）

〔研究代表者〕嘉藤 徹（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕根岸 明、加藤 健、天野 雅継、門馬 昭彦、田中 洋平（エネルギー技術研究部門）、高本 正樹、石橋 雅裕、舩木 達也、土井原 良次（計測標準研究部門）（常勤職員10名、他3名）

#### 〔研究内容〕

天然ガス、石炭ガス等を燃料とすることが可能で、小・中規模分散型電源市場等に投入できる固体酸化物形燃料電池システムについて、システム性能の評価基準を確立するためのシステム性能評価技術を開発し、本プロジェクトで試作された SOFC コージェネシステム等の性能を確認することを目的とする。具体的には固体酸化物形燃料電池システムの効率を高精度に測定する技術、および都市ガス等の流量標準を開発し、実システム評価を行うと共に、今後の改善すべき項目やその目標値を整理する。これらを通じて SOFC の標準評価法を開発する。研究最終年度である平成19年度は、関西電力六甲実験サイトに設置した可搬型効率測定システムにより関西電力-三菱マテリアルが開発中の10kW SOFC システムの燃料流量・組成、発電電力等の計測を3000時間以上にわたり実施した。また、燃料温度・圧力等の要因が測定不確かさに与える影響を調査・解析し、その大きさを見積もった。その結果、開発した測定機器の測定不確かさは校正を適切に実施することにより燃料単位量あたりの発熱量0.12 %、燃料流量0.59 %、電力0.14 %程度まで低減することができ、測定時の測定値変動の影響を加味しても発電効率を0.3 pt 程度の不確かさで計測可能となった。これらの結果より発電効率の標準的な測定方法をまとめた。

都市ガス流量標準の開発については、ガス種流量変換用臨界ノズルチャンバシステムを整備し、同システムの拡張不確かさが0.5 %程度となることを確認した。また、サーボ式容積流量計単体で都市ガス流量を計測するためのシステムを完成させ、性能評価を行った結果、最大0.6 %程度の誤差で測定可能であることを確認した。これらの結果、SOFC システム効率評価におけるガス消費流量の高精度計測および校正技術の確立とトレーサビリティ体系を構築した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕固体酸化物形燃料電池システム、高精度発電効率測定、都市ガス流量標準、可搬型効率測定システム、臨界ノズル、サーボ式容積流量計

〔研究題目〕（革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム）／革新的マイクロ反応場利用部材技術開発

〔研究代表者〕島田 広道（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕安田 弘之、坂倉 俊康、高橋 利和、小野澤 俊也、崔 準哲、竹中 康将、深谷 訓久、岩浪 克之、斉藤 佳織、杉山 順一、山下 浩、廣木 一亮、小橋 比呂子、依田 敏江、羽鳥真紀子、満倉 由美、佐藤 隆博、中岩 勝、遠藤 明、片岡 祥、宮沢 哲、Kultyshev Roman（環境化学技術研究部門）水上 富士夫、濱川 聡、石井 亮、伊藤 徹二、角田 達朗、川合 章子、松浦 俊一、水口 純子、生島 豊、横山 敏郎、川波 肇、佐藤 正大、鈴木 明、畑田 清隆、川崎 慎一郎、若嶋 勇一郎（コンパクト化学プロセス研究センター）古屋 武、依田 智、竹林 良浩、川西 祐司、鈴木 靖三、安倍 太一、岸 良一（ナノテクノロジー研究部門）花岡 隆昌（イノベーション推進室）（常勤職員33名、他14名）

#### 〔研究内容〕

ナノ空孔を分子触媒・酵素の固定化担体あるいは精密反応場として利用した合成技術の開発を通じて、電子デバイス材料、医薬品中間体、機能性食品など高付加価値化学品の高効率製造に必要な基盤技術を開発する。同時に、ナノ空孔を担体とする固定化分子触媒を工業的に製造するための基盤技術を開発し、幅広くナノ空孔利用機能性化学品製造技術の普及を図る。平成19年度は、環状硫黄化合物の合成に有効な分子触媒のナノ空孔材料への固定化を行い、ナノ空孔反応場の利用が選択性向上に有効であることを見出した。ヒドロキシルアミン合成においては、芳香族系の場合にナノ空孔固定化白金触媒が極めて高活性かつ高選択的であることを見出した。有機シリル化によるナノ空孔材料の改質を行うことにより、熱負荷後の固定化グルタミンナーゼの残存活性がネイティブに比べて向上することが分かった。ナノ空孔材料の代替原料による合成法を検討し、従来法に匹敵する材料を安定かつ安価に製造できる量産化技術を確立した。炭素-炭素結合形成反応において、リーチングを数 ppm にまで抑えたナノ空孔固定化分子触媒の開発に成功した。また、ナノ空孔サイズが活性に大きく影響すること、固定化の際に用いる溶媒の極性が固定化量に大きく影響することを見出した。メソポーラスシリカ細孔内に固定化したカタラーゼが、過酸化水素の分解反応に対して活性を維持したまま繰り返し使用可能であることを明らかにし

た。

また、マイクロリアクター技術やナノ空孔技術の特長を生かした反応系に、マイクロ波などの外部エネルギー、高温高压反応場、超臨界流体反応場などを適用した協奏的反應場を創出し、機能性化学品生産のための革新的反応プロセスの構築に資する基盤技術を開発する。平成19年度は、高温高压水マイクロ空間協奏的反應場を利用した無触媒 *N*、*O*-アシル化反応（収率95 %以上、反応時間10秒以内）において、*E*-ファクター13以下を達成した。高温高压水を利用したナフタレンのニトロ化では、250 °Cでニトロナフタレンの収率が最大（1-ニトロナフタレン収率85 %、2-ニトロナフタレン収率6 %）となることがわかった。体積可変型試料飽和溶解装置を用いて超臨界二酸化炭素に対するカルボニル化反応関連物質の溶解度測定を行った。プローブ反射法により有機化合物の誘電率を室温～200 °C以上の範囲で自動測定可能なプログラムを開発、誘電率測定を行った。共振器構造を有するシングルモード照射型フロー系リアクターを製作した。ガラスマイクロキャピラリー内壁に Al ドープメソポーラスシリカ薄膜を規則性を損なうことなく形成する技術確立した。マイクロ波を用いた協奏的反應としてナフタレンのアルキル化反応を検討し、サセプター物質を適切に選択することで、転化率40 %以上、選択率70 %で目的物を得ることに成功した。ナノ空孔固定化触媒を用いた鈴木カップリング反応に対するマイクロ波照射の効果を検討、有機基による表面修飾が効果的であった。マイクロ波吸収能を有する活性炭素に金属を担持した触媒、水（重水）から成る協奏的反應場を用いた H-D 交換反応により、一部の農薬原体・中間体等への高同位体導入（90 %以上）を達成した。ヒドロキシルアミン合成に有効なナノ空孔固定化白金触媒を用いて、超臨界二酸化炭素の影響を評価した。マイクロリアクターに実装したナノ空孔材料の空孔内にリパーゼ酵素を固定化することに成功した。リパーゼの反応挙動について *in situ* での観察を可能とする評価手法を開発した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】機能性化学品、ナノ空孔、協奏的反應場、メソポーラスシリカ、分子触媒、酵素、マイクロリアクター、高温高压反応場、超臨界流体反応場、マイクロ波

【大 項 目 名】（革新的部材産業創出プログラム／新産業創出高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム）／「革新的マイクロ反応場利用部材技術開発」

【中 項 目 名】研究開発項目③ 協奏的反應場技術

（b）高压との協奏的反應場技術の開発

【研究 題 目】高压流体と反応ガスを用いる高压マイクロ反応システム開発

【研究代表者】古屋 武（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】古屋 武、依田 智、竹林 良浩  
（常勤職員3名）

【研究 内 容】

超臨界二酸化炭素溶媒を用いて、各種原料と反応ガスを溶解してマイクロ空間反応場で協奏的に反応を行わせることにより、反応の暴走を抑制し厳密な反応制御を可能とする、有機溶媒を極力用いない反応システムを開発しようとするものである。そのため、1)有毒かつ環境負荷が高い化合物の相平衡測定技術、2)高压流体と反応ガスの加圧・送液システム開発、3)高压流体と反応ガスを用いる高压マイクロ反応プロセス開発の各段階で研究を進める。

本年度は、体積可変型試料飽和溶解装置を用いた、超臨界二酸化炭素中への錯体触媒などの反応関連物質の溶解度測定を行い、 $10^{-6}$ モル分率程度の溶解度を、迅速に測定できることを確認した。内径0.5 mm（1/16インチ SUS チューブ製）のマイクロ流路と加熱装置、シリンジポンプによる送液機構を組み合わせたマイクロ加圧送液システムを構築し、超臨界二酸化炭素と有機溶媒を混合・送液可能であることを確認した。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】超臨界二酸化炭素・マイクロリアクタ

【研究 題 目】高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト ナノ材料（CNT など）の選択的形成技術

【研究代表者】畠 賢治（ナノカーボン研究センター）

【研究担当者】畠 賢治、山田 健郎、二葉 ドン  
（ナノカーボン研究センター）  
三宅 晃司（先進製造研究部門）

【研究 内 容】

①カーボンナノチューブ構造体合成技術の開発。

スーパージョース法は、極微小の水分添加により、従来と比較して成長の効率を数百倍改善した画期的なカーボンナノチューブ合成法である。配向した触媒フリーなカーボンナノチューブをパターン可能なマクロスコピックな配向構造体として合成できるため、MEMS に組み込むカーボンナノチューブ構造体を合成する手法としてはもっとも優れている。しかしながらこれらスーパージョース法で作製したカーボンナノチューブも合成直後には、カーボンナノチューブの体積充填率が3.5 %に過ぎず、カーボンナノチューブの加工を必要とする MEMS デバイスへの応用のためには、これら体積の大半が空気で占有されている非常にスカスカなカーボンナノチューブフォレストを高密度化しなければならない。昨年度の研究成果により、これらスカスカなカーボンナノチューブフォレストを、体積充填率50 %以上、密度が0.5 g/cm<sup>3</sup>以上を有する高密度化フォレスト、カーボンナノチューブ固体を創製した（Nature Materials 掲載）。さらに、MEMS 加工に用いるカーボンナノチューブシー



トにこの固体化技術を適応し、リソグラフィー等の成型加工が可能な CNT ウェハを開発した。本年度は、カーボンナノチューブウェハの構築技術を向上させ、凹凸のある基板を覆った状態のカーボンナノチューブウェハや、凹凸に沿った状態のカーボンナノチューブウェハの構築にも成功した。

## ②カーボンナノチューブ MEMS 形成技術の開発。

昨年度に開発した、上述した固体化したカーボンナノチューブウェハを、リソグラフィーによりパターンニングする形成技術をより向上させ、基板上でのカーボンナノチューブの加工のみならず、架橋型のカーボンナノチューブ構造体や、カーボンナノチューブカンチレバーを、再現性良く形成可能な技術を確立した。さらに、外場の作用により、繰り返し変異可能な種々のカーボンナノチューブカンチレバー構造体を試作し、ON/OFF 比が $10^7$ に達するスイッチの創製に成功した。

## ③カーボンナノチューブ MEMS 評価技術の開発

カーボンナノチューブカンチレバーの共振周波数を測定するため、光励起型振動測定評価装置を開発した。この装置は、カーボンナノチューブカンチレバーに励起用レーザーを照射し、その熱エネルギーにより、カーボンナノチューブカンチレバーを振動させ、さらにディテクションレーザーにより、カーボンナノチューブの振動変位を読み取る装置である。この装置により、作製したカーボンナノチューブカンチレバーの振動特性評価を行い、レーザー励起により、カーボンナノチューブカンチレバーの共振状態を測定することに成功した。その結果、ピエゾによる振動駆動に比して、レーザー励起による振動駆動の方が、よりきれいな振動特性を得ることが出来た。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、スーパーグロース、シート状構造体、MEMS、デバイス、高密度化

【研究題目】 ナノテク・先端部材実用化研究開発（21世紀ナノテクチャレンジプログラム）  
カーボンナノチューブ FED による停電時駆動可能な多機能情報表示装置の開発  
革新的ナノテクノロジーの開発

【研究代表者】 畠 賢治（ナノカーボン研究センター）

【研究担当者】 畠 賢治（ナノカーボン研究センター）  
山田 健郎、二葉 ドン（ノリタケカンパニー株式会社）

【研究内容】

革新的カーボンナノチューブ合成技術である、スーパーグロース法を用い、種々の直径を有するカーボンナノチューブの合成を行い、直径と放電閾値電圧との関連調査を行った。その結果、直径と放電閾値電圧に相関があることがわかり、放電特性に最適なカーボンナノチューブの直径、層数があることがわかった。

合成したカーボンナノチューブに対し、種々の処理を行い、放電特性に最適なカーボンナノチューブ表面状態の構築を試みた。

上記の様々な試みの結果、カーボンナノチューブの直径及び層数、触媒条件等の調製から、3 V/ $\mu\text{m}$  以下の放電閾値電圧を得ることが出来た。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、スーパーグロース、FED

【研究題目】 高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業  
／バイオ材料（タンパク質など）の選択的修飾技術

【研究代表者】 軽部 征夫

（バイオニクス研究センター）

【研究担当者】 横山 憲二、鈴木 祥夫、井上 直子、  
虎山 一郎（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

本研究では、MEMS（Micro Electro-Mechanical System）基板上において、ヒト疾患腸管関連タンパク質などの生体分子を検出するための MEMS センシングデバイスの開発を目標とした検出法の開発を行っている。具体的には再利用可能となる新規な分子認識素子の開発、分子認識素子の選択的修飾技術の開発、MEMS センシングデバイスへの適応の可能性を示す。

本年度は、疾病関連マーカータンパク質の一つである VEGF（血管内皮細胞成長因子：vascular endothelial growth factor）および酸化傷害バイオマーカーである過酸化脂質を選択し、これら測定対象物質を認識する分子認識素子の開発と MEMS 基板を模倣した担体上に分子認識素子を固定化する方法の開発を行った。VEGF の検出については、24アミノ酸残基と蛍光発色団より構成された新規分子認識素子を設計・合成し、溶液状態にて VEGF との相互作用を確認したところ良好な結果が得られた。さらに、金基板上に固定化した分子認識素子と VEGF との相互作用を SPR 法と蛍光法を用いて確認したところ、応答が確認された。

また、過酸化脂質を検出するための分子認識素子の開発については、トリフェニルフォスフィンから構成される新規分子認識素子の開発を行った。その結果、目的とする可視領域に吸収帯および蛍光発光を持つ化合物の大量合成方法の条件を確立することができた。さらに、MEMS 基板を模倣した担体上への固定化については、PVC（ポリビニルクロリド）から成る高分子薄膜中に分子認識素子を包括した状態で、基板上に固定化することに成功し、シグナルの検出を確認することが出来た。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 MEMS、ヒト疾患腸管関連因子、表面プラズモン共鳴法、蛍光光度法

〔研究 題目〕新機能抗体創成技術開発／高効率な抗体  
分離精製技術の開発

〔研究代表者〕巖倉 正寛（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕本田 真也、織田 雅直、広田 潔憲、  
竹縄 辰行、末森 明夫、横田 亜紀子  
（常勤職員7名、他12名）

〔研究 内容〕

抗体の製造コストの大部分を占めるダウンストリームプロセスの技術革新に焦点をあて、生産性の向上と安全性の確保の両立を目指し、抗体の大量生産に対応する超高速処理が可能であり、安全性と信頼性を担保するための高品質高純度の精製を実現し、かつ従来技術に比べて低コストで生産性の高い分離精製技術の実現を可能とする単位操作および要素技術の技術革新を進める。加えて、多くの種類の抗体に対して、それぞれの分子特性に合わせた適切な分離精製工程を、迅速に提供することを可能にする分離精製技術のテーラーメイド化を推し進め、分離精製工程の最適化に係る設計時間の大幅短縮化を目的とする。

タンパク質分子リガンドに関する基盤技術の開発では、抗体結合分子であるプロテイン A 配列を元に、カルボキシル末端側もしくはアミノ末端側を介して一箇所ですぐに結合可能な形体にアミノ酸配列を改変し、これに対応する人工遺伝子を作製した。更に、この配列を出発として、網羅的な1アミノ酸変異体遺伝子を作製し、861種類の遺伝子ライブラリを完成させた。ついで、これらの人工遺伝子で形質転換した大腸菌の大量発現を行い、750種類のプロテイン A 型リガンドタンパク質ライブラリを完成させた。作製した1アミノ酸変異体について、得られたものから順に、表面プラズモン共鳴法を用いて、ヒトポリクローナル抗体との結合特性解析を進めている。

高効率クロマト担体に関する基盤技術の開発では、プロテイン A 様改変蛋白質をカルボキシル末端側で固定化する際のリンカー・スペーサー配列としては、4グリシンで十分であることが確かめられた。また、リガンドの投入濃度と固定化量との関係を明らかにした。作成したアフィニティ担体について、ヒトポリクローナル抗体の最大静的結合量を測定したところ、最大90 mg/mL 担体であった。アミノ末端側で固定化する新たな固定化方法を開発した。固定化方法をさらに改良し、少量のリガンド投入量でも高いレベルの抗体結合性を実現する方法を考案した。

溶出工程に関する基盤技術の開発の観点では、全反射型セルを用いたフーリエ変換赤外分光法において、再現性の高い安定な赤外分光スペクトルを得るための測定条件を確立した。モデル抗体を用いて、加熱に伴う抗体溶液の変性凝集過程を感度よく迅速に検出するための測定条件を確立した。実験計画法にもとづく種々の溶出条件のモデル抗体の加熱凝集過程を測定・集積した。

〔分 野 名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕ダウンストリームプロセス、医薬品抗体精製、アフィニティ・クロマトグラフィー、プロテイン A

〔研究 題目〕高効率・高密度インバータ革新的高度化  
基盤技術開発

〔研究代表者〕荒井 和雄

（パワーエレクトロニクス研究センター）

〔研究担当者〕奥村 元、大橋 弘通、福田 憲司、  
松畑 洋文、樋口 登、山口 博隆、  
八尾 勉、田中 保宣、小杉 亮治、  
先崎 純寿、原田 信介、岡本 光央、  
木下 明将、大久保 雅隆、板谷 太郎、  
林 祐輔、郎 豊群、金城 達人、  
彦坂 憲宣、和田 桂典、加藤 真、  
梅沢 正、大和田 好蔵、鈴木 賢二、  
企業共同研究員

（常勤職員14名、他42名）

〔研究 内容〕

自動車・家電製品等の低消費電力化実現に不可欠な炭化ケイ素（SiC）等を用いたパワーエレクトロニクスインバータ基盤技術を平成20年度までに確立することを目的とする。このため、（独）産業技術総合研究所と（財）新機能素子研究開発協会の研究者からなる集中型研究組織を産総研パワーエレクトロニクス研究センター内に設置し、共同して①インバータ大容量化基盤技術の研究、②インバータ信頼性向上基盤技術の研究、③インバータ高パワー密度化基盤技術の研究、の3項目で一体的な研究開発を行う。

① インバータ大容量化基盤技術の研究

2” SiC 基板上への素子製造プロセスを確立して、3 mm<sup>2</sup>素子（PiN, SBD, DMOS）の試作を行って歩留り30 %を得ると共に、放射光 X 線トポグラフィーや光学的表面検査装置等での結晶欠陥と素子破壊箇所の対応付け、素子特性劣化メカニズムに関連した絶縁破壊箇所特定用 TEG 構造の開発等を通してキラー欠陥の同定を行った。また、活性化熱処理プロセスにおける SiC 基板表面荒れ抑制のための新たな処理法や逆方向耐圧向上のための JBS 構造等を開発・導入した。更に、伊丹サイトでのダイオード試作を念頭に置いて実用化に必須である4インチ SiC ウェハの評価を行った。

② インバータ信頼性向上基盤技術の研究

2” SiC 基板上への素子製造プロセスを確立して、3 mm<sup>2</sup>MOS キャパシタで信頼性の評価を行い、種々の仕様の基板上の MOS キャパシタ測定から、MOS キャパシタ中の欠陥増加が絶縁破壊電荷を減少させていることを明らかにした。それらキラー欠陥の種類について、放射光 X 線トポグラフィー、EBIC や破壊検査である溶融 KOH エッチング、透過型電子顕

微鏡等により解析を進めた。また、C 面上 MOS キャパシタにおいて、MOSFET の高チャネル移動度とゲート酸化膜の高信頼性を両立するためのゲート酸化膜形成技術を開発し、信頼性耐量の増加に成功した。

### ③ インバータ高パワー密度化基盤技術の研究

プロジェクト内製の IEMOS や SBD をインバータ基本回路に適用して総合評価を開始した。高パワー密度設計に活用するため、主回路、デバイス等の設計パラメータを統合したインバータ損失統合設計シミュレータのプログラムを改善し、それをを用いた低オン抵抗デバイスによるチョップ回路の設計・試作を通してインバータ損失統合設計手法の妥当性を確認した。また、高温 (250 °C) 環境動作のための電極形成技術、信頼性評価、実装技術や高速制御技術、ノイズフィルタ技術に関する課題抽出/詳細分析を進め、その結果を上記損失統合設計シミュレータに組み込んだ。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 低損失デバイス、インバータ、SiC デバイス、大容量化、高信頼化、高パワー密度化

〔研究題目〕 ナノテクノロジープログラム/カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト

〔研究代表者〕 飯島 澄男

(ナノカーボン研究センター)

〔研究担当者〕 飯島 澄男、湯村 守雄、畠 賢治、二葉 ドン、山田 健郎、保田 諭、岡崎 俊也、斎藤 毅 (ナノカーボン研究センター)、羽鳥 浩章、棚池 修、山下 順也 (エネルギー技術研究部門)、田中 進 (環境化学研究部門)、南 信次、片浦 弘道 (ナノテクノロジー研究部門) (常勤職員14名、他8名)

〔研究内容〕

本プロジェクトは、従来の活性炭を電極に用いたキャパシタの代わりに、カーボンナノチューブを用いた高性能キャパシタを開発するために、スーパーグロース合成手法を用いてカーボンナノチューブ量産化技術およびキャパシタ製造技術を確立することが目的である。

#### ①カーボンナノチューブ量産化基礎技術開発

上記目標を達成するため、カーボンナノチューブ量産化技術に関する基礎的研究を行い、以下の6つの開発項目を行った。

##### (1) 触媒・助触媒・基板の研究

Fe コロイドを用いたウェットプロセス触媒の形成方法を開発し、純度99.99 %以上の SWNT 成長を確認した。CNT の直径はコロイドの直径に依存せず、触媒の塗布量 (密度) に相関して変化することが判明した。

さらに、ウェットプロセスで形成した硝酸鉄触媒とアルミナ助触媒を積層させた基板を開発し、BET 比表面積1000 m<sup>2</sup>/g、収量1.0 mg/cm<sup>2</sup>のカーボンナノチューブを成長に成功した。大面積化が可能な塗布方法について検討を行い、A4サイズのバーコーティング、キャップコーティングによる塗布方法を開発した。

##### (2) 大面積化カーボンナノチューブ合成技術の開発

大型基板で均一にカーボンナノチューブを合成する CVD 合成技術を開発するために、小型 CVD 炉での実験結果と流体シミュレーションの結果の整合性を取ることで、CVD 炉内の流体シミュレーションモデルを構築した。構築したシミュレーションモデルを用いて大型 CVD 合成炉のシャワー形状を設計し、さらに CVD 条件 (ガス量、炉温度など) を最適化することで、A4サイズ触媒基板 (従来の140倍の面積) 1枚あたりに CNT 約1g を合成することに成功した。

さらに流体シミュレーションにより、窒素用の大面積 CVD 用シャワーを開発し、高価なヘリウムガスを窒素ガスに置き換えることに成功し、カーボンナノチューブ製造コスト低減 (従来の約1/5) の目処付けを行った。スーパーグロース大面積 CVD 合成装置検討システムの全自動化改造で、A4サイズサンプルの生産量を約3倍に増加させることに成功した。シャワー、流体シミュレーション等の技術知識を駆使して、連続合成装置を設計・製作した。

##### (3) 長尺化・高効率カーボンナノチューブ合成技術の研究

スーパーグロース法の最適化、新しいプロセスの模索、より高活性の触媒開発、触媒失活のメカニズムの解明等を行った。カーボンナノチューブ成長時の触媒を直接観察できる BALL-CVD を開発し、水分の効果を検証した。その結果、水分には触媒を覆って失活させるカーボンを取り除く作用があり、触媒の賦活能があることが解明された。特定の成長条件で発現する超寿命成長、ハイパーモードを見出し、高さ1センチのフォレストの合成に成功した。

##### (4) 構造制御カーボンナノチューブ合成技術の研究

構造制御カーボンナノチューブ合成技術については、品質制御技術の検討を行った。フォレストにカーボン不純物が付着することを見出し、その定量的評価をおこなった。通常時でのフォレストの CNT 純度は97 % と評価された。成長雰囲気中のガス分析を行い、CO が触媒寿命に大きな影響を与えることを見出した。CO と水分を添加することで制御した状況で長寿命成長を発現させることに成功した。

##### (5) キャパシタ最適カーボンナノチューブ探索及び合成技術の研究

開発した単層カーボンナノチューブフォレストに開口処理を施し、キャパシタとして60 %の電気容量の増加を達成。本単層カーボンナノチューブフォレスト



を電極材料として用いるキャパシターは、活性炭を電極とする従来型のキャパシターよりも、高エネルギー密度、ハイパワー密度を有する事を実証した。

#### (6) 単層カーボンナノチューブ標準化のための計測評価技術の開発

単層カーボンナノチューブ標準化のために UV 吸収、蛍光発光法、ラマン分光法を用いた単層ナノチューブの直径評価技術を開発し、得られた結果を ISO 標準化にむけたワーキングドラフトに反映させた。

#### ② カーボンナノチューブキャパシタ開発

カーボンナノチューブキャパシタ基礎開発を担当し、以下の3つの開発項目を実施した。

##### (1) デバイス製造技術の開発

デバイス製造技術の開発に関しては、単層カーボンナノチューブ構造体をアルミ集電体に低抵抗で接合するための技術について、白金やアルミニウムを蒸着した試料の作製を行った。

##### (2) 高性能化技術開発

高性能化技術開発としては、高いエネルギー密度ならびに出力密度を発現させるため、日本ケミコン(株)と共同で CNT 構造体の高密度化処理を行い、電極の初期特性評価を行った。高密度化技術として単純な高圧プレス (1~10 t/cm<sup>2</sup>) により、表面積や電気容量をほとんど低下させずに、最大で0.6 g/cm<sup>3</sup>を超える高密度化を達成した。

##### (3) コンポジット電極の研究開発

コンポジット電極の研究開発については、特にコンポジット電極用ポリマーの合成に関して検討を行った。新規フルオレン系モノマーの重合を行った結果、共役系の生成を示す結果が見られたが、電気化学活性は小さかったことから、重合体の分子量増大の検討を行った。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 カーボンナノチューブ、スーパージョー、カーボンナノチューブ構造体、キャパシタ

〔研究 題 目〕 高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業／MEMS－半導体横方向配線技術（高密度な低温積層一体化実装技術）

〔研究代表者〕 明渡 純

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 明渡 純、中野 禅、朴 載赫、馬場 創、佐藤 治道、青柳 昌宏、仲川 博、菊地 克弥  
(常勤職員8名、他2名)

〔研究 内 容〕

微細、低抵抗で高周波領域、大電流領域で使用可能な線幅100 μm 以下の微細厚膜配線パターンや結晶性の高い誘電体、磁性体など機能薄膜パターンをマスクレスで

直接描画できるマテリアル・ダイレクト・ライティング (MDW) 技術を開発し、オンデマンド性の高い MEMS 実装プロセスの実現を目標とする。

平成19年度は、Ag 配線において、レーザー援用効果により描画線幅：20~50 μm、配線厚み：0.5~6 μm、描画速度：6~24 cm/min を Si、ガラス、ポリイミド、セラミックスなど各種基材上で達成。段差：500 μm、最大傾斜角度：84° のセラミックス／ガラス基材に対し、体積抵抗率：3×10<sup>-6</sup>Ω・cm の Ag 細線の高速描画に成功した。また、ガラス基板上に50 μm 幅のコプレーナ型伝送線路をレーザー援用 IJ だけで形成し、40 GHz までの伝送特性を確認、コプレーナ型伝送路直描技術に使えることを立証し、中間目標値を大幅に上回る成果を得た。また、フリップチップ接合部の電気・強度特性評価用 TEG の設計・試作を行い、フリップチップ実装後の電気・強度特性の評価実験を進めた。樹脂層上におけるフリップチップ実装プロセスの構築を行った。さらに、直接描画アドバンスド LTCC 技術では、セラミックス材料だけでなく金属原料スラリーの最適化により、100 μm オーダーの矩形断面の金属細線描画が可能なことを見出した。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 インクジェット、ナノ粒子、エアロゾルデポジション、常温衝撃固化、MEMS、配線、パンプ、直接描画、導体、ナノペースト

〔研究 題 目〕 太陽電池評価技術の研究開発

〔研究代表者〕 菱川 善博 (太陽光発電研究センター)

〔研究担当者〕 土井 卓也、猪狩 真一、飛田 博美、志村 陽哉、山田 隆夫、河合 信次、高久 清、中原 乾志、小椋 文雄、北條 敦至 (常勤職員11名)

〔研究 内 容〕

#### 1. 新型太陽電池性能評価技術

##### ① 各種新型太陽電池性能評価技術

平成18年度に開発したモジュール分光感度測定技術について検証を行った。モジュール中の各セルから独立に出力を取り出せる構造の特注モジュール等を用いて、測定精度の検討を行った。結果として結晶 Si 太陽電池モジュールおよび薄膜 Si タンデムモジュールについて、高精度な分光感度測定が可能なことを確認した。また、1 sun 以上の照度を受ける太陽電池に対する性能評価技術の検討を行い、線形補間法による照度補正が、1~2 sun の高照度領域でも適用可能であることを明らかにした。尚、NEDO 開発品等の性能評価約40件70サンプルを実施した。

##### ② 可変条件性能評価技術

モジュール加熱装置等を用いて、モジュール加熱

の際の熱風の分布をマルチフロー方式で制御することにより、屋外で頻繁に実現する25℃以上の高温域を中心に、モジュール温度を約25℃～65℃の範囲で様々な温度に制御した状態での温度均一性が±1.5℃～2℃以内と、温度依存性の高精度な屋内測定が可能であることを確認した。これらのデータを基に、3～4組の温度・照度における少数の実験データから、直線補間・補外法を用いたIV特性の温度補正、照度補正技術を用いて、任意の照度・温度におけるIV特性を計算する技術を開発した。

## 2. 校正技術高度化

### ① 一次基準セル校正技術高度化

結晶性の良い基準太陽電池の一次校正を最も高精度に実現できる絶対分光感度法による一次校正方法の実現を目標に、絶対分光感度測定用プローブ光の照射光学系の開発を行った。光合成法と回折格子の最適化並びに均一照射光学系（特許出願準備中）の開発により、絶対分光感度測定用プローブ光の高品質化を実現できた。複数の絶対放射計によるソーラシミュレータ絶対放射照度の群管理手法の有効性を検証した。

### ② 二次基準モジュール校正技術高度化

二次基準モジュールで照度設定したソーラシミュレータでモジュールを測定する場合の測定値の不確かさの分布をモンテカルロ・シミュレーションにより明らかにした。平成18年度に開発した、モジュール内の太陽電池セル表面を光学的に遮蔽して測定した結果から、市販グレード太陽電池モジュールの構成セル特性の相対的均質性と、基準モジュール用モジュール選別歩留まりについて解析を行った。

## 3. 信頼性評価技術

### ① 等価モジュール複合加速試験

複合加速劣化試験装置内の温度分布改善、温度制御方式の検討、モジュール端子条件の検討、恒温槽付減光板精密移動装置の開発、測定走査時間の短縮など改善を図り、平成19年度はモジュール（多結晶150mm角セル12枚、W345×L972mm）を用いて、3SUN90℃、3SUN75℃他の条件下で複合加速劣化試験を実施し、加速係数算出に必要な活性化エネルギー値算出の見込みを得た。

更なる加速劣化因子探索のための要素技術として、太陽電池セルまたはモジュールに周期的に変化する順方向・逆方向の電圧を印加することで、セル・インターコネクタ間へストレスを与える劣化試験に着手した。予備試験として行った破壊試験の結果、屋外実使用条件下での不具合事例と同様な現象が見られ、本試験方法が新たな加速手法の一つとして有望であるとの結論を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、太陽光発電、エネルギー、環

境、性能評価、信頼性評価、システム

## 【研究題目】発電量評価技術の研究開発

【研究代表者】菱川 善博（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】加藤 和彦、高島 工、大谷 謙仁、  
Adiyabat Amarbayar、河合 信次  
（常勤職員6名）

## 【研究内容】

太陽電池の性能を表す場合、従来では標準条件(STC)での性能評価として出力定格(W)で対応してきたが、この方法では温度や日射量、スペクトル等の異なる環境下での発電量を評価できない欠点がある。このため、発電量定格(Wh)による評価法が求められている。また国際的にも発電量定格の標準化が進められつつあり、対応が必須となっている。

そこで、屋外計測で得られたI-V特性値をSTC等の環境条件で得られる値に換算するための方式の開発を行い、屋外実測データに基づく線形内挿方式の精度検証および適合範囲の確認を行った。また、発電量定格技術として有効な気象モードの設定と任意期間の積算発電量を計算する方式の開発を行っている。併せて、IEC/TC82/WG2の60891改訂審議においてIEC61853等の国際標準の規格決定に向けた活動を行っている。

太陽電池モジュールの発電量計算方式（線形内挿方式を含む）を検証するために、複数地域における分光日射量実測データと太陽電池モジュールのI-V特性データを太陽電池モジュールの屋外測定ラウンドロビン実験によって取得した。ラウンドロビン実験は、得られたデータが標準規格策定に資する共有情報となるよう、光産業技術振興協会 新型太陽電池標準化委員会 ラウンドロビンWGとの協同で実施し、国内メーカー6社の賛同を得て、国内メーカー5社の提供する敷地内でそれぞれ約1ヶ月程度の計測を行った。日本気象協会との協同では、日射気候区Ⅰ（札幌）と日射気候区Ⅴ（沖永良部）の2個所でラウンドロビン実験を実施した。全7個所を実験日順に並べると、札幌、大津、中津川、神戸、葛城、沖永良部、諫早である。被測定太陽電池モジュールは、結晶シリコン型が3種、計4枚、アモルファスシリコン型が2種、計2枚である。ラウンドロビン実験から得られた全国7個所のデータを基に、各地の晴天および曇天モードを決定した上で、それぞれのモードに対し、線形内挿方式によるI-V特性換算方式によって各時刻のPmaxを計算し、積算により発電量を計算した。線形内挿方式に用いる4つの参照IV特性は神戸における屋外計測値から得た。各地から快晴日を選択し、快晴部に対する日積算発電量の推定を行ったところ、6地点での推定誤差は結晶シリコン型とアモルファスシリコン型の両方で±5%以内程度であった。精度を下げているのは、屋外観測ではほとんど防ぎようのない部分日影の存在が主要因であり、日影の影響のない時間帯に評価を絞れば、精度は±1%程

度に達する。

発電量定格法のための気象モードの設定方法について、①「日射強度とモジュール温度の実測値の同時分布を利用する方法」、と②「気象庁観測の天気概況を利用する方法」の2方式を検討した。前者①は、日射強度の出現頻度が瞬時値では二峰性分布を示すことを利用し、快晴と曇天の2つの典型気象を設定する方法であり、データソースは電気安全環境研究所（JET）による全国住宅PVモニターを利用した。メリットはIEC61853草案との親和性である。デメリットは、瞬時の日射強度観測値が必要であり、観測データの入手が困難であることであるが、本テーマでは全国住宅PVモニターの瞬時日射データが近々10年分が揃う予定であるため、支障とならない。後者②は、気象官署の観測記録から最頻の天気概況を抽出し、日射・気温の観測傾向との対応を取る方法である。メリットは、長期統計（10，20，30年）に基づく高い信頼性であり、年間発電量算出のために各気象モードに対する重み係数を統計から容易に推定可能なことである。前者①による気象モードの設計において、全国3気候区での晴天および曇天の日射量およびモジュール温度のモードを設定した。各地の晴天モードが初夏の快晴日に相当することを明らかにした。後者②による天気概況の利用においては、天気概況と共に観測された気象データ（日射量、気温、風速、雨量、気圧など）を用いてクラスター分析を行い、全国主要な気象観測地点において天気を3または4に分類した。この分類に基づく過去10年間の出現頻度割合は、①による気象モードにより推定された発電量から年間発電量を推定するための重み付け係数として利用する。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、太陽光発電、発電量

【研究 題 目】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクター化・曝露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究代表者】中西 準子  
(化学物質リスク管理研究センター)

【研究 内 容】

工業ナノ粒子について、キャラクター化手法とその校正手法開発を確立することにより信頼性と再現性を確保しつつ、有害性試験に供する工業ナノ粒子の分散調製と有害性試験とその試料の解析、曝露評価を行い、これらに基づきリスク評価と適正管理のあり方の提言を行うことを目的とする。本年度は、全体で5年計画の研究開発の前期3年計画の2年目であり、産総研の5研究ユニットと4大学にわたる担当チーム間の密接な連携・協力関係の下に、以下の5分野にわたる研究開発を行った。①分散・調製技術開発として、有害性試験へキャラクター化された分散試料を供給するため、ナノ粒子の気中及び液中への分散・調製技術開発を行った。②工業ナノ粒

子のキャラクター化手法の開発として、曝露評価や有害性評価試験の信頼性と再現性の確保に資するため、気中、液中及び生体試料中でのナノ粒子の計測とその校正手法の開発を行った。③工業ナノ粒子の曝露評価手法の開発として、将来予測を含めた曝露評価技術の開発を行うことを目的とし、排出シナリオの構築と環境中挙動モデルの構築を行った。④工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発では、分散・調製・キャラクター化された工業ナノ粒子を材料として、共同実施者が担当する吸入曝露試験と並行して、経皮曝露試験と *in vitro* 有害性試験を実施、試験組織・細胞における影響プロファイル作成、全身影響の観点からの有害性評価手法の開発、及びヒト影響への外挿・評価のための検討及び生体内酸化還元能の非侵襲的 ESR 計測法の開発を行った。⑤工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築では、有害性試験を実施すると共に、現在得られている有害性及び曝露の情報から、暫定的なリスク判定を行った。また、消費者製品インベントリ作成、アンケート調査、環境法規制のナノ材料への対応状況の調査を行った。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、分散・調製、計測、校正、キャラクター化・曝露評価、排出シナリオ、環境動態、曝露評価、有害性評価、リスク評価、リスク管理、社会受容性

【大 項 目 名】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクター化・曝露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【中 項 目 名】工業ナノ粒子のキャラクター化・曝露評価・リスク評価手法の開発／分散系調整技術開発

【研究代表者】中西 準子  
(化学物質リスク管理研究センター)

【研究担当】遠藤 茂寿、内田 邦夫（環境管理技術研究部門）、島田 学、奥山 喜久夫、汪 偉寧（広島大学）、大谷 吉生、瀬戸 章文（金沢大学）（常勤職員7名）

【研究 内 容】

有害性試験に供する工業ナノ粒子の気中及び液中への分散・調製技術の開発を行い、有害性試験での信頼性と再現性の確保に資するため、以下の研究を行った。

気中分散系調製技術開発では、これまでに設計・製作した噴霧発生装置を用いて、フラーレン粒子の懸濁液からの粒子の気中分散について検討し、懸濁液の性状及び噴霧条件と気中に分散させた粒子のサイズ、濃度等の状態との関連を明らかにすることにより、吸入曝露試験装置の開発及び吸入曝露試験の実施のための条件を求めた。その結果、幾何平均径が約100 nm のエアロゾル粒子として6時間連続発生させることができた。

液中分散系調製技術開発では、金属酸化物系工業ナノ粒子及びフラーレンの水分散系の機械的方法による調製



手法を開発し、原料粒子の特性を保持した10 nm以上の安定な液相分散系の調製法を確立し、インビボ有害性試験試料として供給した。また、固化・粉碎法及び湿式粉碎によるカーボンナノチューブ (CNT) 切断手法を実証し、本手法による多層及び単層 CNT 破砕物の懸濁液から CNT の長さを5  $\mu\text{m}$  以下に調整した分散液を得て、分級精製することにより気相噴霧試験に供給した。

工業ナノ粒子のフィルタ捕集効率評価手法の開発と評価では、試験粒子として、噴霧乾燥によって得られたエアロゾル状態の多層 CNT を用い、中性能フィルタによる粒子捕集効率を実験的に求めた。実験の範囲内において、比較対象球形粒子の捕集効率は電気移動度径100 nm に対して55～70 %であり、同じ粒径において多層 CNT のほうが高い捕集効率(数%～10 %)が得られた。捕集効率の粒径ならびに流速依存性の検討から、その捕集機構としてさえぎりが関与していることを明らかにした。静電フィルタでは、無帯電フィルタと同様に多層 CNT のほうが高い捕集効率(75～90 %)が得られたが、その捕集機構としてさえぎりに加えて静電誘起力が支配的であることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、気中分散、液中分散、調製技術、フィルタ、マスク、金属酸化物、フラーレン、カーボンナノチューブ

【大項目名】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【中項目名】工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発／媒体中における工業ナノ粒子のキャラクタリゼーション手法の開発

【研究代表者】中西 準子  
(化学物質リスク管理研究センター)

【研究担当者】榎原 研正、桜井 博、高畑 圭二、佐藤 佳宏、矢部 明、衣笠 晋一、高橋 かより、加藤 晴久(計測標準研究部門)、平澤 誠一、瀬戸 章文、河野 正道(先進製造プロセス研究部門)、山本 和弘、牧野 雅(計測フロンティア研究部門)、田尾 博明、平川 力、中里 哲也、佐藤 浩昭、稲田 征治、田村 守孝(環境管理技術研究部門)(常勤職員12名、他7名)

【研究内容】

有害性試験と暴露計測等での信頼性と再現性を確保するため、気中、液中及び生体試料中でのナノ粒子の計測とその校正手法の開発を行う。

気中粒子計測技術開発では、サイズ分布測定と質量濃度測定の校正・試験の実証実験を行い、手順書案の作成や改訂を行った。また、多元特性評価システムの試作・

評価、気中浮遊粒子の質量濃度の高精度評価技術を開発すると共に、PSM により2 nm での約10 %の検出効率を達成した。多層カーボンナノチューブ(MWCNT)を発生する試験用工業ナノ粒子連続発生装置の検討を行った。

液中粒子計測技術開発では、酸化金属の *in vitro* 試験培地分散試料について、分散安定性評価と粒径計測手順作成に向けた実験を実施し、これらを基に、二酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ )、酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}$ )、フラーレン ( $\text{C}_{60}$ ) 凝集粒子の平均粒径計測プロトコルの完成をした。

電子顕微鏡によるナノ粒子のキャラクタリゼーション技術開発では、培養細胞中の MWCNT の高分解能観察に成功すると共に、また酸化ニッケル ( $\text{NiO}$ ) 及び  $\text{C}_{60}$  気管注入ラット肺の高分解能観察及び元素分析を行い、組織内取り込みの推移を調べた。

微量試料に対する化学分析技術開発と工業ナノ粒子の体内分布の測定では、 $\text{NiO}$  暴露ラットの肺中のニッケル ( $\text{Ni}$ ) 濃度を測定し半減期を見積り、また脳、肝臓の濃度を測定した。またラット肺中の  $\text{C}_{60}$  及び酸化- $\text{C}_{60}$  濃度を測定した。また OH ラジカル測定法を開発し、金属酸化物、 $\text{C}_{60}$ 、CNT へ適用を試みた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、気中粒子、液中粒子、計測・校正、キャラクタリゼーション、フラーレン、カーボンナノチューブ

【大項目名】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【中項目名】工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発

【研究代表者】中西 準子  
(化学物質リスク管理研究センター)

【研究担当者】蒲生 昌志、小倉 勇、篠原 直秀、小林 憲弘、鈴木 一寿、斎藤 英典、谷口 慶(化学物質リスク管理研究センター)、小原 ひとみ、伊藤 文之、大古 善久、脇坂 昭弘、近藤 裕昭(環境管理技術研究部門)(常勤職員10名、他2名)

【研究内容】

工業ナノ粒子のリスク評価と適正管理のあり方の提言を行うことを目的とし、排出シナリオの構築、環境中挙動モデルの構築、暴露評価技術の開発を行い、工業ナノ粒子の暴露評価を行うことを目的とする。

排出シナリオの構築では、聞き取り調査及び文献調査により、工業ナノ粒子の用途・ライフサイクルを整理した。また、ナノ粒子一次製品の気中排出特性を評価するために、模擬的な排出試験系を設計し、4種類のカーボンナノチューブ(CNT)、2種のフラーレン、3種の酸化金属を対象に排出試験を行い、排出粒子の量・サイズ・性状といった情報を収集した。さらに、CNT 製造作業の

環境調査を行った。ナノ粒子二次製品の評価として、CNT 含有プラスチックの製造・粉砕・リサイクル現場で出た粉砕・磨耗くずの調査も行った。

環境中挙動モデルの構築では、工業ナノ粒子の凝集・拡散プロセスの実験的解析を行うため、工業ナノ粒子の気中分散法の開発、工業ナノ粒子のフローチャンバー内挙動の解析、工業ナノ粒子の観測手法の開発について検討した。工業ナノ粒子気中分散法として、加熱昇華法、超音波分散法、レーザーアブレーション法、超臨界 CO<sub>2</sub> 法を開発した。工業ナノ粒子の化学的性質（昇華性、難揮発性、溶解性）に応じて、最適な気中分散手法の選択が可能になった。観測手法として走査型移動度粒径測定器（SMPS）法とキャピティリーリングダウン分光法を用い、フラーレン、単層 CNT について、フローチャンバー内で、数十～数百 nm の範囲で粒子成長過程を観測し、モデル化に必要なデータを集積した。

暴露評価技術の開発では、作業環境や発生源近傍の暴露の現状に関する文献情報を収集・整理すると共に、工業ナノ粒子の労働衛生管理に関するアンケート調査を（独）労働安全衛生総合研究所と共同で実施した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、環境動態、暴露評価、リスク管理、フラーレン、カーボンナノチューブ、排出シナリオ、ライフサイクル、粒子成長、フローチャンバー

【大 項 目 名】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【中 項 目 名】工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発

【研究代表者】中西 準子  
（化学物質リスク管理研究センター）

【研究担当者】二木 鋭雄、岩橋 均、吉田 康一、斎藤 芳郎、藤田 克英、堀江 祐範、早川 三恵子、西尾 敬子、福井 浩子、石田 規子（ヒューマンストレスシグナル研究センター）、小野 泰蔵、横山 秀克（計測フロンティア研究部門）、中西 準子、蒲生 昌志、小林 憲弘、納屋 聖人、岩田 光男、鈴木 一寿（化学物質リスク管理研究センター）、山元 修、山田 七子、足立 孝司（鳥取大学）、小山 省三、羽二生 久夫、藤井 千文（信州大学）、島田 学、奥山 喜久夫、汪 偉寧（広島大学）（常勤職員21名、他6名）

【研究内容】

キャラクタライズされた工業ナノ粒子を用いて、経皮暴露試験を実施、また、インビトロ有害性試験等により生体影響プロファイルを解析すると共に、ヒト影響への

外挿・評価のための検討を行う。同時に吸入暴露装置及び ESR 法による実験動物体内の酸化還元能影響評価法を開発する。

工業ナノ粒子有害性評価試験の開発では、経皮暴露による皮膚形態学的影響の評価では、二酸化チタン W/O エマルジョンの暴露実験を行い、暴露後1、3、7日後では、病理学的、免疫組織化学的变化は観察されなかった。生体影響プロファイルの作成・評価手法の開発では、6種類の金属酸化物の細胞毒性を概観・検討を行うと共に、酸化ニッケル（NiO）とフラーレン（C<sub>60</sub>）の気管内投与ラットの各組織のバイオマーカーの測定・遺伝子発現解析を行った。ESR イメージング技術による生体内酸化還元能への影響評価手法の開発では、ESR 画像化装置を用いた NiO と C<sub>60</sub>を暴露したマウスの肺還元能変化の非侵襲的評価に成功した。工業ナノ粒子の全身影響の観点からの有害性影響評価法の開発では、多層カーボンナノチューブ（CNT）と対照物質の皮下移植試験の検討を進めた。

吸入暴露試験装置の開発では、NiO と C<sub>60</sub>について、4週間の吸入暴露試験期間において、粒子径分布・濃度の経時変化と暴露用容器内分布において、安定的に粒子を供給できることが明らかとなった。

有害性評価試験結果の外挿に関する研究では、アスベストの有害性に関する情報を整理することにより、試験や評価に有効と思われるバイオマーカーの候補を選定すると共に、一次粒子径の異なる二酸化チタンをラットの気管内に投与し、肺ならびに全身に対する影響、酸化ストレス関連のサイトカイン等のバイオマーカーの変動を観察・検討した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、有害性評価、気管内注入、経皮暴露、二酸化チタン、フラーレン、カーボンナノチューブ、バイオマーカー、ESR イメージング

【大 項 目 名】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【中 項 目 名】工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築

【研究代表者】中西 準子  
（化学物質リスク管理研究センター）

【研究担当者】中西 準子、蒲生 昌志、岸本 充生、小倉 勇、篠原 直秀、小林 憲弘、納屋 聖人、鈴木 一寿、斎藤 英典、谷口 慶、村山 英樹、米澤 義堯（化学物質リスク管理研究センター）、水野 耕平（ナノカーボン研究センター）（常勤職員9名、他4名）

【研究内容】

工業ナノ粒子の詳細リスク評価では、有害性評価の部分において、既往文献の情報及び、プロジェクト内部での気管内注入試験、インビトロ試験、変異原性や遺伝毒性試験の結果から、各材料の持つ有害性の種類や特徴を記述するとともに、影響発現と用量との関係を整理し、リスク評価に用いる暫定の無影響量の目安を得た。一方、暴露評価の部分においては、各工業ナノ粒子についての主要な用途を選定し、製造から、製品の使用、廃棄にいたるまでの各ステップにおける暴露可能性を検討した。これらの暫定的な有害性評価と暴露評価の結果を比較してリスクを判定した。

ナノテクノロジーの社会的受容性に関する研究では、ナノテクノロジーの使用が明記されている消費者製品に関する情報の収集を継続しており、それらの用途や材料による分類を行った。また、諸外国や日本でこれまでに実施されたナノテクノロジーへの一般人、専門家、企業経営者へのアンケート調査のレビューを行うとともに、独自のアンケート調査も実施した。欧米における法規制ギャップ調査、自主報告制度、ガイドラインや行動規範策定の動向をまとめた。日本については、化審法を中心に、環境法規制を対象にした調査を実施した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、リスク評価、暴露評価、有害性評価、リスク管理、社会受容性

【研究 題 目】ナノ粒子の安全性評価方法の標準化

【研究代表者】中西 準子

(化学物質リスク管理研究センター)

【研究担当者】中西 準子、川崎 一 (化学物質リスク管理研究センター)、山本 和弘 (計測フロンティア研究部門)、遠藤 茂寿、内田 邦夫 (環境管理技術研究部門)、水野 耕平 (ナノカーボン研究センター)、衣笠 晋一 (計測標準研究部門) (常勤職員6名、他3名)

【研究 内 容】

本研究では、試験標品のキャラクタリゼーションを行い、二酸化チタン、シリカ等の同じカテゴリーの試験標品でも化学組成、重金属不純物等に違いのあることを確認した。また、*in vitro* 試験用に調製された分散液についても現時点で取得可能な物化性状 (粒度分布及び透過型電子顕微鏡による形状観察) を測定するとともにエンドトキシンの測定を行った。試験標品原体の物化性状の違い (例えば、結晶性や重金属レベル) が明確に *in vitro* 試験に影響するというデータは得られなかった。これまでのデータから、重要な性状と考えられるのは、分散液中に混入するエンドトキシンであった。エンドトキシン汚染は、試験細胞によっては明確に擬陽性反応を呈することが、今回の研究でも明らかとなった。また、石綿による一酸化窒素(NO)産生は、エンドトキシンが

共存することにより増強されることも示され、エンドトキシンの重要性が確認された。この結果は、エンドトキシンが *in vitro* 試験結果をかく乱する厄介な汚染物質であるというだけでなく、ヒトあるいは動物試験を実施する際にも、注意すべき汚染物質であり、また、実際のヒトに対する影響もエンドトキシン汚染の関与を考える必要があることを示唆している。

試験標品の液中分散化は、*in vitro* 試験の場合、必須の過程である。今年度は、多くの分散化技術を検証し、それぞれの特徴と問題点を抽出することができた。中でも血清を用いて超音波処理により液中に分散化する方法が現時点では、最も実用性が高いと評価した。ただし、この方法が万能ではなく、試験標品によっては、沈殿物を生成する等の課題が明らかとなった。固化粉碎法等の他の方法も実用性は十分あり、改良すべきポイントを明らかにすることができた。

試験細胞は、総計10種類の細胞を確立した。ナノ物質への暴露頻度が最も高いと思われる肺の構成細胞種を想定し、線維芽細胞 (ヒト及びマウス)、肺胞マクロファージ (マウス)、Ⅱ型肺胞上皮細胞 (ヒト及びマウス)、血管内皮細胞 (ヒト及びマウス)、中皮細胞 (マウス) 及び骨髄由来マクロファージ (マウス) を試験細胞として確立した。これらの試験細胞を用いて上述の各種の試験標品分散液の影響を検討し、試験細胞により試験標品に対する影響が多様であり、単一の試験細胞を用いる試験法よりも有効であることを明らかとした。

本研究の最大の成果は、以上のように試験標品分散液の物化性が明らかとなった多くの異なるカテゴリーの試験標品を用いて、多種類の肺胞構成細胞を用いてデータを取得したことである。それにより、*in vitro* でありながら、実用的な評価システムを提言できたことである。同時に、ナノ物質の安全性に関わる *in vitro* 試験法の標準化 [ 当 面 は 、 公 開 仕 様 書 Public Available Specification (PAS) あるいは技術報告書 Technical Repor (TR) ] の準備が整ったことも大きな成果である。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノテクノロジー、*in vitro* 試験法

【研究 題 目】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究代表者】二木 鋭雄 (ヒューマンストレスシグナル研究センター)

【研究担当者】二木 鋭雄、岩橋 均、吉田 康一、斎藤 芳郎、堀江 祐範、藤田 克英、福井 浩子、早川 三恵子、西尾 敬子 (常勤職員9名)

【研究 内 容】

インビトロ試験として、6種類の金属酸化物 (酸化チタン、酸化ニッケル、酸化亜鉛、二酸化珪素、酸化鉄、



酸化セリウム)の細胞毒性を概観するとともに、特に毒性の弱かった  $\text{TiO}_2$  と毒性の強かった  $\text{NiO}$  について詳細な検討を行った。この結果、細胞毒性には1. 吸着(特に蛋白質)、2. 二次粒子(凝集状態)、3. イオン化という要因が関与していることが示唆された。これらの相互関係という観点から毒性の評価を行うことは、今までにない視点であり、今後予定される物質の評価においても参考になると考えられる。次年度は、金属酸化物における毒性機序をまとめつつ、フラーレンに代表される炭素系化合物の検討を中心に検討を行う。

インビボ試験に関しては、酸化ニッケルおよびフラーレン気管内注入曝露ラットに関して、経時的にサンプリングを行い、酸化ニッケルに関しては6ヶ月目まで、フラーレンに関しては3ヶ月目までの解剖を終了した。血漿および肺のバイオマーカー(酸化ストレスマーカー)や抗酸化物質の計測を行いデータの集積を行った。併せて DNA マイクロアレイを用いた解析手法の検討と遺伝子発現プロファイルの解析も行った。一方で、CRM の外注である酸化チタンの気管内注入試験で得られた血清および肺を用いて酸化ストレスマーカーおよび抗酸化物質の測定を行った。酸化ストレスマーカーおよび抗酸化物質の測定に関しては測定を行った曝露経過日数では暴露による有意な変化は見られていない。長期曝露の検討を継続するが、遺伝子発現プロファイルとも関連させ曝露物質影響の有無を詳細に解析する。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ナノ粒子

【大 項 目 名】 ナノ粒子特性評価手法の研究開発

【研究 題 目】 キャラクターゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究代表者】 山本 和弘

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 山本 和弘(常勤職員1名)

【研究 内 容】

電子顕微鏡は空間分解能が高くナノ粒子の計測において最も有効な計測手法である。電子顕微鏡観察のための液中試料調整方法を開発するとともに、試料調整方法および観察法に関して一般化を行い手順書として確立・提案する。また、ナノ粒子を含有した生体試料の透過型電子顕微鏡測定のために、電子分光を用いた透過型電子顕微鏡観察手法を開発することを目標とする。平成19年度は、前年度に確定した液中試料分散試料の電顕試料調整方法をフラーレン、多層カーボンナノチューブ、単層カーボンナノチューブに適用して顕微鏡観察を行った。電顕用支持膜の表面親水化処理、分散液の滴下量、支持膜に滴下した分散液の乾燥について最適条件を調べた。また、通常の生物試料の電顕観察ではコントラストを得るために酢酸ウラニルおよびクエン酸鉛を用いた染色を行うが、多層カーボンナノチューブを含有する培養細胞に

においてはカーボンナノチューブのコントラストは染色の重金属のコントラストに埋もれてしまう。そこで重金属による染色をすることなしに高いコントラストを得る方法としてエネルギー分光ゼロロス電子像観察手法を適用した。マクロファージに内包する多層カーボンナノチューブの高分解能観察に成功し、0.34 nm の格子縞の観察が可能となった。エネルギー分光ゼロロス電子像観察手法を Vivo 実験に適用して、 $\text{NiO}$  およびフラーレンを気管注入したラット肺の高分解能電顕観察および元素分析を行い、ナノ粒子の組織内取り込みの推移を調べた。その結果、 $\text{NiO}$  およびフラーレンナノ粒子は肺胞マクロファージに貪食され、一部肺胞上皮細胞中に取り込まれていることがわかった。 $\text{NiO}$  粒子は3ヶ月後まで肺に滞留することが確認され、6ヶ月後には肺中に確認されなかった。フラーレン粒子は3ヶ月後までの観察で、やはり肺中に滞留することが確認された。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 ナノ粒子、透過型電子顕微鏡、有害性評価、分散、生物細胞、生物組織

【研究 題 目】 スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト

【研究代表者】 安藤 功兒

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 安藤 功兒、湯浅 新治、福島 章雄、久保田 均、V. Zayets、長浜 太郎、薬師寺 啓、森山 浩司、山本 美恵(常勤職員7名、他2名)

【研究 内 容】

(1) 低電力磁化反転 TMR 素子技術

本項目では、将来のスピન RAM の実用化に繋げるため、低電力磁化反転 TMR 素子技術として記憶層材料の探索・TMR 素子構造の最適化の研究開発を遂行している。

スピン注入磁化反転において、反転電流密度  $J_c$  は、TMR 素子のスピン分極率、飽和磁化の大きさ  $M_s$  など様々な要因に依存する。応用のためには、高速読み出しに必要な高 MR 比と10年間の記憶保持に必要な高い熱安定性を維持しながら、反転電流密度  $J_c$  を低減しなければならない。現在、これらの要求を全て満たす TMR 素子は無論存在しないが、候補として数種類の有望な系が考えられる。産総研では、高 MR 比を得るためにトンネル障壁材料は  $\text{MgO}$  に固定し、これと組み合わせる強磁性電極(固定層、フリー層)の材料や積層構造・素子形状の探索研究を行う。現段階では大容量スピン RAM のための本命の電極材料や構造のまだ見えていないため、産総研では本プロジェクトの前半段階では特定の材料系のみに集中することなく、幅広い材料系の探索を行う。

平成19年度は次のような成果を得た。

- ・高周波振幅変調法によりスピントルク強度の定量的評価方法を確立することができた。スイッチングにいたるまでの直流バイアス下でスピントランスファートルクの増大の様子を直接観測することに成功した。トルクの絶対値を求める手法を開発したのは世界でも例がなく、*Nature Physics* 誌に掲載され高い評価を得た。
- ・高品位 Pt 系 L10型規則合金垂直磁化膜を用いた CPP-GMR 素子の作製に成功し、既存面内材料を上回る性能を実証することができた。国際会議発表では大きな反響を得たとともに、内容が日経エレクトロニクス誌に取り上げられた。原著論文は4月初旬に発行される。スパッタによる素子作製を着手し、記録参照層の開発において進展を得ることができた。垂直型 MTJ スピン注入素子の作製を試み、磁気抵抗効果を得る段階までの進展を得ることができた。

## (2) 不揮発性スピン光機能素子設計技術

本項目では、光を用いた強磁性金属ナノ構造スピンの制御技術を開発することにより、新動作原理による不揮発性機能を有する光機能素子の実現のための基盤技術を開発している。具体的には、平成22年度までに、光導波路中に埋め込まれた強磁性金属ナノ構造のスピン状態を光により制御する技術を開発し、これを用いた新しい動作原理による不揮発性機能光素子の実現のための基盤技術を開発することを目指している。本研究開発の前半では、強磁性金属ナノ構造のスピンと光の相互作用の機構やその動作速度を決める要因などの基礎的な情報を明らかにする。平成19年度は、以下のような成果を得た。

- ・AlGaAs 光導波路に強磁性 Fe ピラーを埋め込むことに成功した。また、Fe ピラーの磁化状態を導波路中の光を用いて検出することに成功し、 $3 \times 8 \text{ } \mu\text{m}$  および  $3 \times 4 \text{ } \mu\text{m}$  サイズの Fe ピラーについてそれぞれ6.6 dB と4 dB の信号出力を得た。
- ・Fe/MgO/Fe 構造の TMR 素子を GaAs 上に作製し、約20 %の磁気抵抗を実現した。また、高磁気抵抗と低電極抵抗を実現するために、界面のショットキーを最適化した。

## (3) スピン能動素子設計技術

本研究開発は、スピンが持つ不揮発機能と高速磁化反転機能を利用することにより不揮発性論理回路を構成可能なスピントランジスタの基本設計・スピン注入磁化反転における負性抵抗の実現を目標としている。平成19年度は、以下のような成果を得た。

- ・スピントランジスタ用 TMR 素子の基本特性を評価し、直径100 nm 程度のピラー状に加工した CoFeB/MgO/CoFeB 低抵抗 TMR 素子において1を越える信号増幅を室温で実現した。半導体を用いない素子において室温で増幅を実現したのは世界初である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピントロニクス、TMR 効果、MRAM

## 【研究題目】閉鎖空間内高速走行探索群ロボット

【研究代表者】野田 五十樹（情報技術研究部門）

【研究担当者】野田 五十樹（常勤職員1名）

## 【研究内容】

被災した建造物内（地下鉄、地下街、高層ビルなど）の情報収集においては、迅速かつ分散的な方法による高効率化と高精度化が被害軽減活動全体の成否を決定付ける。現状の、危険空間で人間が情報収集する方法は二次災害の軽減化と情報収集高効率化にトレード・オフの関係があり、新しい情報収集方法の開発による解決が望まれている。本事業では、迅速移動・センシング・自律性に優れた RT 技術をこのような特殊環境下における情報収集に適用するため、複数ロボットが被災建造物内を高速に走破・探索できるシステムの研究開発を行う。複数ロボットの高速走破・探索の実現のために必要な技術は、高速移動メカニズムの開発のみならず、移動体の半自律性、オペレータの遠隔操作のための環境認知と移動行動命令、建造物内での通信と位置計測、GIS (Geographic Information System) への情報マッピング、環境の情報構造化、分散協調など多岐の技術の融合が必要であるが、本事業では、本研究グループのこれまでの実績をベースとした本ミッションに対する最適なシステムを完成させる。

特に本研究テーマでは、移動体によるセンシングおよびナビゲーションの統合で必要となる3次元空間離散地物情報について、各種画像・赤外線センサー等から得られる多様な情報を統一的・構造的に表現し、データベース上での格納・検索機能の効率を維持しつつ、基本座標系など位置測定誤差を含む情報を許容した情報表現・検索手法、5台以上のロボット・計算機に分散した GIS 環境下で、ロボットによりセンシングされた現場情報および各種解析・指示情報の整合性を維持管理する手法、についての研究開発を行う。メッシュ形群移動体位置情報のナビゲーションマップへのハンドリング技術、データベースと連動した3D マップナビゲーションシステムの設計、についての研究開発を行う。

平成19年度は、データベースのプロトタイプを作成し、ロボットおよびデータ解析システムとの連動試験・機能検証を行った。具体的には従来から開発を進めてきたチリデータベースシステム DaRuMa をたたき台とし、前年度から検討を進めてきた、ロボット用データベースとして必要となる以下の機能の実装を行った。

- (1) 複数の座標系を許容して格納・検索できる機能
- (2) ロボットから実時間で情報を受け取り、画面上でその結果を検索・表示する機能

これらの機能については、12月に仙台市地下鉄構内に行われた実証実験において、IRS および東北大学によって作成されたロボットとデータベースとの連動試験を行い、ロボットが取得した地下通路や地下鉄構内のセンシングデータを位置・時間情報とともにネットワークを介

してデータベースに格納し、Google Earth などの表示システムでデータベースの内容を確認できることを示すのに成功した。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 災害救助、ロボット、センシングデータ、データベース、GIS、地理情報

〔研究 題 目〕 高効率・集積型色素増感太陽電池モジュールの研究開発

〔研究代表者〕 杉原 秀樹（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 春日 和行、北尾 修、佐山 和弘、草間 仁、小野澤 伸子、柳田 真利、柳澤 武、小島 猛、倉重 充彦、井上 真美、吉田 知晶（エネルギー技術研究部門、常勤職員9人、他3人）、川西 祐司、宮本 静子（ナノテクノロジー研究部門 常勤職員1人、他1人）加藤 隆二、古部 昭広、粕谷 素洋（計測フロンティア研究部門、常勤職員2名、他1人）、

〔研究 内 容〕

目標・研究計画

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について実用化を想定したモジュールを構成する単セルの更なる高効率化を目指した技術開発を中心に行うとともに、高耐久性化に向けた基礎的知見を得ることを目指して研究を行う。具体的には、増感色素の設計合成、酸化チタンを代表例とする酸化半導体電極の製造技術、酸化還元電解質溶液の構成・調製法、対極、セル化等の要素技術について検討し、1) 高効率化技術の開発、2) 耐久性向上技術の開発を行う。

年度進捗状況

平成19年度は、独自に開発したシクロメタル化ルテニウム錯体について検討を行い、近赤外域にまで広がる長波長側の大きな吸光係数をもつものを開発した。また、有機発色団を分子内に有するルテニウム錯体色素を設計、合成し、長波長域のみならず可視部においても大きな吸光係数をもつ増感色素を開発した。短波長側と長波長側の光エネルギーを別々のセルで光電変換させるタンデム構造の色素増感太陽電池による変換効率向上実現を目指し、その要素技術の開発を行うとともにタンデムセルの試作を行った。電極調製法を開発するとともに条件の最適化によりタンデムセルとして従来報告されていたものを上回る変換効率を実現に成功し、飛躍的効率向上への目途をつけた。また、セル性能の経時劣化要因の解析を行い、温度、光強度やセル構成法が影響を与えることを明らかにした。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池、色素増感太陽電池、ルテニウム錯体、酸化チタン、酸化半導体

〔研究 題 目〕 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、人間・ロボット協調型セル生産組立システム（次世代産業用ロボット分野）、コンパクトハンドリングシステムを備えた安全な上体ヒューマノイド

〔研究代表者〕 山田 陽滋（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 中坊 嘉宏、尾暮 拓也（常勤職員3名）

〔研究 内 容〕

本研究では、企業とのコンソーシアム体制で、1) 作業者とロボットとが共存・共働できるための安全管理技術の開発に加え、2) 人間・ロボット協調型セル生産組立システム（統合システム）の開発を目的とした。1) の「安全管理システムの開発」について平成19年度は、以下2つの開発細項目に関する研究を行った。

まず、「侵入検知センサによる動的空間共有システムの開発」は、リスクアセスメントに基づき、国際安全規格カテゴリ3以上の市販の人間存在検知センサを利用し、安全性と可用性を考慮し、人間動作空間、ロボット動作空間、および共存動作空間の3種類を設定した排他的な空間管理システムを構築し、現場を模擬した環境における運用において、システムの安全性を確かめた。

次に、「シミュレータベースのリスク管理システムの開発」は、シミュレータ上でロボットの衝突の危険性を管理するためのソフトウェアを開発するものである。本年度はシステムの要求仕様を整理して仕様書を策定し、プロトタイプの実装を行った。さらに評価のためにこれを用いたリスクアセスメントを行った。新たに考案した手法については特許申請を行った。

最後に、本稿冒頭2)の「セル生産組立システム（統合システム）の開発」については、技術の評価と問題点の整理を行った。まず、統合システムがもたらす生産性を定量的に評価した。つぎに、統合システムの安全性に関し、規格適合性認証取得に向けて認証機関のコンサルティングを受け、彼らとの議論の結果、要求される安全度水準（SIL）2を満たす適切なリスク低減方策の立案を行った。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 セル生産、人ロボット空間共有システム、侵入検知センサ、リスク管理システム

〔研究 題 目〕 超薄型ヘテロ構造シリコン太陽電池の研究開発（プラズマ加工スライス、セルプロセス）

〔研究代表者〕 藤原 裕之（太陽光発電研究センター）

〔研究担当者〕 高遠 秀尚、増田 淳、坂田 功、



川浪 仁志、山中 光之、下川 隆一  
(以上太陽光発電研究センター)、  
山口 充孝(常勤職員7名、他1名)

#### 【研究内容】

太陽電池モジュールの大幅な低コスト化を実現するため、シリコンインゴットのスライスから超薄型結晶シリコン太陽電池の作製までを含む包括的な新規プロセス技術を開発する。

##### 1. プラズマスライス技術の開発

エッチングガスとして  $\text{NF}_3$  を用い、スライス電極に DC パルス電圧を印加することにより局所プラズマを形成し、シリコンインゴットのプラズマスライスを行った。スライス電極とシリコンインゴット間の電圧が、端子間距離と関連しており、スライス速度とカーフロス改善の上で重要なパラメータの一つであることを見出した。カーフロス  $260\ \mu\text{m}$  において、スライス速度の最高値  $4.9\ \mu\text{m/s}$  を達成した。また、多少スライス速度は低下するが、スライス速度  $1.3\ \mu\text{m/s}$  において、カーフロスを  $110\ \mu\text{m}$  まで低減することに成功した。

##### 2. 単結晶ヘテロ接合型太陽電池の開発

新規なヘテロ材料としてワイドギャップ  $\text{a-SiO:H}$  層を開発し、 $\text{n}$  型シリコン単結晶基板に  $\text{a-SiO:H p-i}$  層を適用した太陽電池において、 $\text{a-Si:H}$  層を使用した場合よりも高い変換効率が得られることを確認し、さらに  $\text{p}$  型単結晶基板に  $\text{a-SiO:H n-i}$  層を適用したヘテロ接合太陽電池を初めて作製した。テクスチャーおよび BSF 構造なしのセルで、変換効率  $16.0\%$  ( $\text{n}$  型基板、厚さ  $525\ \mu\text{m}$ ) および  $14.8\%$  ( $\text{p}$  型基板、厚さ  $525\ \mu\text{m}$ ) を得た。また、厚さ  $100\ \mu\text{m}$  および  $300\ \mu\text{m}$  の  $\text{n}$  型基板の両面に  $\text{a-SiO:H}$  層を形成した太陽電池において、それぞれ変換効率  $15.5\%$  および  $17.5\%$  を得た。

##### 3. 多結晶界面制御型太陽電池の開発

$\text{XeF}_2$  を用いたプラズマレスエッチングによる表面テクスチャー形成に成功し、シリコン窒化膜との組み合わせで反射率  $3\%$  以下を実現した。 $\text{a-Si:H BSF}$  層を多結晶シリコン太陽電池に適用し、裏面再結合速度  $1000\ \text{cm/s}$  を実現し、この手法の有効性を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、結晶シリコン、超薄型基板

【研究題目】タンデム型高効率・高耐久性有機薄膜太陽電池の研究開発

【研究代表者】齊藤 和裕(太陽光発電研究センター)

【研究担当者】當摩 哲也、山成 敏広(以上太陽光発電研究センター)、阪井 淳  
(常勤職員3名、他1名)

#### 【研究内容】

##### 1. 高効率化セルの開発

低分子系でセル構造を  $\text{p-n}$  ヘテロ接合に限定した場

合でも、光照射強度を変化させることで得られる最大  $\text{Voc}$  を用いると、 $\text{Voc} \propto \Delta E/e$  の関係が得られる報告がある。そこで、高分子系セルにおける  $\text{Voc}$  の光照射強度依存性について調べた。 $\text{IVoc}$  の最高値を示す光強度は、ポリマーによって異なっていることが明らかとなった。得られた最大  $\text{Voc}$  を用いて  $\Delta E/e$  との関係調べてみたが、低分子系セルの場合のような単純な関係は得られなかった。高分子系セルで高  $\text{Voc}$  を得ることは高効率化のために必須であるため、 $\text{Voc}$  の決定要因については引き続き調査する必要がある。

低分子系セルにおいて、新規に開発した中間層を用いて受光面積  $1\text{cm}^2$  のタンデムセルを作製した。亜鉛フタロシアニン ( $\text{ZnPc}$ ) と  $\text{C60}$  との  $\text{p-n}$  ヘテロ接合 ( $\text{ZnPc/C60}$ ) を形成した低分子系セルにおいて、4層タンデムまで動作可能なことを確認し、 $\text{Voc}$  も接合数に応じて向上できることを明らかにした。3層タンデムセルにおいて  $2.5\text{V}$  という世界最高レベルの  $\text{Voc}$  が得られた。

有機材料は、可視領域に吸収を示す材料は多数知られている。しかしながら、更なるエネルギー変換効率の向上にあたっては、近赤外領域の光を有効利用することが不可欠である。そこで、近赤外光を吸収する色素の材料探索を行った。その結果、 $\text{Sn}$  フタロシアニン ( $\text{SnPc}$ ) を導入し、 $\text{C60}$  との  $\text{p-n}$  ヘテロ接合 ( $\text{SnPc/C60}$ ) を形成した低分子系セルにおいて、波長  $900\ \text{nm}$  での  $\text{IPCE}$  (外部量子効率):  $10\%$  以上という、有機材料を用いた太陽電池としては高い値を得ることに成功した。

ポリチオフェン ( $\text{P3HT}$ ) と  $\text{C70}$  の  $\text{PCBM}$  型誘導体を用いた高分子系ブレンドセルにおいて、受光面積  $1\text{cm}^2$  における高効率化セルの作製・評価を行った。レーザービーム起電流 ( $\text{LBIC}$ ) 測定法を用いて、セル受光面内における短絡光電流密度 ( $\text{Jsc}$ ) の面内分布を調べたところ発電量に大きな分布があることが判明した。

現段階では受光面内のムラを完全に除くことができていないため、受光面積  $1\text{cm}^2$  セルにおいて得られた  $\text{PCE}$  の最高値は  $3.8\%$  であった。

クロマトグラフィー ( $\text{GPC}$ ) の手法を用いて、高分子材料に含まれる低分子不純物の除去と高分子材料の分子量分布制御を行った。市販のポリパラフェニレンビニレン ( $\text{MDMO-PPV}$ ) の分取後の画分  $\text{A} \sim \text{C}$  における数平均分子量 ( $\text{Mn}$ ) は、それぞれ  $300000$ 、 $91000$ 、 $7600$  であった。これらの精製済み材料を用いて  $\text{PCBM}$  とのブレンドセルを作製したところ、分子量  $10000$  以下の材料では、高分子量材料と比べて相対的に低い性能しか得られなかった。また、作製した有機薄膜のモルホロジーも分子量に応じて変化することもわかった。太陽電池特性の再現性を確保するためには、精製や分子量分布制御が重要な役割を果たしているものと思われる。

高分子系セルにおける熱アニール処理と電極界面でのドーピング効果について検討した。セル作製過程における熱アニール処理のタイミングについて検討したところ、上部電極蒸着後に熱アニール処理を行うと、蒸着前に熱アニール処理を行ったかどうかにかかわらず、同程度まで太陽電池特性が向上することがわかった。また、上部電極の形成前にポリマーブレンド膜上に薄い LiF 層を形成すると、熱アニール処理を行わなくても高い性能が得られた。これらの結果から、有機層／電極界面の接触抵抗の低減が高効率化に有効であるものと考えられる。

## 2. 高耐久性セルの開発

P3HT:PCBM ブレンド型の変換効率3 %台の受光面積1 cm<sup>2</sup>セルを用いて、窒素雰囲気中30 °Cでの連続光照射下50時間における耐久性の評価を行ったところ、相対効率低下は約60 %であった。ただし、劣化したセルは熱アニール処理を行うことにより、相対効率低下10 %以下まで性能が回復することがわかった。劣化は Voc とフィルファクター(FF)の低下が支配的であり、Jsc には顕著な低下が現れなかった。また、I-V 特性の測定と同時に、IPCE スペクトルの測定も行った。劣化にともなうスペクトル形状の大きな変化はみられず、これは Jsc があまり低下しないことと矛盾しない。すなわち、光照射によって発電層内分子の分解は生じていないものと考えられる。一方、大気暴露下で同様に耐久性の評価を行ったセルでは、熱アニール処理でも回復可能な成分が存在したが、IPCE スペクトルの形状には大きな変化は現れなかった。したがって、この場合も発電層内分子の分解は生じていないものと考えられる。これらの結果から、熱アニール処理で回復可能な劣化は、有機層中あるいは有機層／電極界面におけるキャリアトラップによって生じるものと考えられる。また、大気暴露下で生じる不可逆的な劣化は、電極やバッファ層の酸化によって生じるものと思われる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】有機薄膜太陽電池、有機太陽電池、有機半導体、バルクヘテロ接合、フラーレン太陽電池、太陽光発電、発電量

【研究題目】戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、ロボット搬送システム（サービスロボット分野）、店舗応用を目指したロボット搬送システムの研究開発

【研究代表者】小森谷 清（知能システム研究部門）

【研究担当者】安達 弘典、神村 明哉、橋本 尚久（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

本研究では、民間企業と共同でスーパーマーケットやホームセンターのような大型店舗での、高齢者や障害者

への買物補助、さらに一般者の買物補助も安全確実に行える自律移動搬送ロボットシステムを開発するとともに、店舗内情報収集や警備、商品補充、清掃といった作業へも拡張可能な基本技術を開発する。

本研究テーマの中で、移動環境データベースの開発、自己位置推定技術の開発、人検出・予測技術の開発が産総研の担当項目である。

移動環境データベースとしてロボットの移動に必要なデータを抽出するとともにデータの共有を行うための通信仕様を検討した。RT ミドルウェアによるシステムの構築のため、RT コンポーネントで利用されるコルバのプロトタイプ通信を確立し、移動環境データベースの一部となる人情報において、人を検出する画像処理サーバとロボットサーバ間における人情報の通信を確立した。移動環境情報を分かりやすく提示するための GUI の開発など移動環境情報データベースの利用技術も開発した。

自己位置推定技術では、独立2輪駆動型の移動ロボットに取り付けた2つの発光マークを監視カメラの画像から検出・追跡することによって得た位置情報を移動ロボットに与えて、位置推定誤差の増大を抑える方法の効果を実験室内の周回ナビゲーションによって確認した。また、移動ロボットに搭載したレーザレンジセンサの観測結果から環境の特徴点情報を得るアルゴリズムを移動ロボットに実装し、走行状態で特徴点の情報が取得可能であることを確認した。

人検出・予測技術では、監視カメラから得られる画像から、画像処理によって人の認識と追跡を行うプログラムを開発した。2台のカメラ間で情報の統合を行い、隣接するカメラ視野に渡って、複数の人の追跡が可能であることを確かめた。移動ロボット搭載のレーザレンジセンサから得られる情報から、人を追跡するプログラムを開発し、自律移動、および特定の人に追従しながら移動ロボット周囲の複数の人軌跡を計測できることを確かめた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】搬送ロボット、店舗環境、移動環境、データベース、自己位置推定、人検出

【研究題目】日本人 BAC を用いた革新的染色体異常解析基盤技術の開発

【研究代表者】平野 隆

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】平野 隆、町田 雅之、玉野 孝一、齋藤 総一郎、森田 桂子、寺林 靖宣（常勤職員3名、他3名）

【研究内容】

ヒトゲノムの塩基配列のドラフトが2002年に公開され、この塩基配列情報を基に産業化を目指した研究開発がポストゲノム研究として推進された。この研究開発は生体内で目的とする機能を担っているタンパク質を効率よく見だし、物質生産あるいは創薬に生かそうとするもの

である。このための手法としてタンパク質そのものを解析するプロテオーム、あるいはタンパク質の配列を決めている塩基配列を解析する相補的 DNA および発現解析が大きく進歩した。しかしこれらの手法は無限な種類と数およびその量の中から有用な情報をいかに引き出すかという純粋科学の手法とは異なる課題に突き当たった。生体内では機能を恒常的に維持するタンパク質が大量に存在し、目的とする機能を持つタンパク質はある限られた条件でのみ発現されるか、量的に検出できない場合があることが分かってきた。特に相補的 DNA および発現解析においては、染色体上の DNA 塩基配列から目的とするタンパク質を効率よく生産するために編集された RNA が不安定で、この RNA を転写して得られる相補的 DNA そのもの以前に大きな根本的問題を抱えている。このような理由からゲノム DNA から RNA、相補的 DNA さらにタンパク質へと想定された道筋では発展が望めないことがポストゲノム研究で明らかとなった。

本研究課題では原点の染色体上の DNA ゲノムに研究対象を戻し、創薬及び医療などに直接応用可能な研究開発を行うものである。この DNA ゲノム研究の大きな長所は解析対象の DNA が発現解析で対象となった RNA よりはるかに安定であり、焼却あるいは化学的損傷のない限り変化しないことにある。当該研究グループではこれまで「染色体の蛍光画像解析による癌患者の染色体異常の解析」をこの10年間にわたって行ってきた。この解析では数百万の分子量の染色体レベルの解析を行っていたため、解像度は数十万が限界であった。この解像度を上げるために我々が採用したのが国際ヒトゲノム計画で採用された人工染色体 BAC (Bacterial Artificial Chromosome) である。BAC 技術はヒトゲノムを制限酵素でゆるやかに切断することにより得られる15万程度の分子量の DNA 断片を大腸菌に挿入し、この大腸菌を増殖させることにより全く同じ配列の DNA を生産するものである。この BAC を多数ガラス基板上に配列することにより、数万以下の分子量の異常を同定可能となる。この技術の適用は既に染色体異常で疾患が生じることが明確になっている癌とし、それぞれの個人が罹患している癌の組織を解析することにより、臨床診断として癌の治療方針を決定することに寄与する。これは癌の一般的な治療が外科療法、化学療法、放射線療法のいずれも侵襲的であることから、癌の悪性度に応じた個別的な医療が望まれていることに対応するものである。またこれらの染色体異常の解析の手法は別の研究で癌に対する創薬の対象検出でも有用なことが明らかとなっています。

当該年度では全体で33万クロンの日本人 BAC ライブラリーの内から11万クロンを選んで、ヒトゲノム断片を含む大腸菌を大量に増殖させた後に大腸菌を融解し、ヒト DNA を分離精製した。この DNA の両末端を蛍光標識し、キャピラリー型シークエンサで電気泳動を行い、両末端から平均約700塩基の解析データを得た。BAC の

大きさが約13万であることと両末端塩基配列の結果から、それぞれの BAC クローンの DNA のヒトゲノム上の位置を米国 NIH のヒトゲノムデータベースを参照して決定した。その結果11万クロンの内約4万クロンの位置を特定でき、それらを総計すると全ヒトゲノムの84 %をカバーすることが明らかとなった。この結果を基にして全ゲノムをカバーするタイリングアレイの設計を行った。またこの日本人 BAC ライブラリーの特質を明らかにするため、次世代ギガシークエンサを用いて BAC クローンの一つを解析し、前述の NIH ヒトゲノムデータベースとの相違点を検証した。この結果多様性の登録データと4.7 %以上違うことが示され、これまで各個人のゲノムの違いは0.1 %以下であるとされてきた仮説と大きく異なることが示された。この違いが NIH のヒトゲノム配列の精度にかかわるか、人種による違いが反映されたのか現時点で不明であるが、ヒトゲノムには予想以上の多様性があることが明らかとなった。このような傾向は2007年に公表されたワトソンあるいはバンター博士の全ゲノム解析結果に示されていたが、これらをはるかに上回る結果であった。また全ゲノムタイリングアレイの準備として日本人 BAC クローンから出発して4千個の BAC アレイの試作を行い、DNA 精製、スポット、ハイブリダイゼーション、蛍光検出の全過程の検証を行い、タイリングアレイ作成の問題点を明らかにした。さらに癌の悪性度を診断するための臨床診断用アレイについて日本人 BAC を用いて行うために、100個程度のミニアレイの試作を行い、最適化クロンの選択を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】日本人、人工染色体 (BAC)、癌悪性度診断、アレイ CGH

【研究題目】戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、建設系産業廃棄物処理 RT システム（特殊環境用ロボット分野）、廃材分別を考慮した環境対応型解体作業支援ロボットの研究開発

【研究代表者】神徳 徹雄（知能システム研究部門）

【研究担当者】北垣 高成、大場 光太郎、谷川 民生、金 奉根、Geoffrey BIGGS  
（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

建設現場から排出される廃棄物をゼロとすることを目指しつつ、ロボット技術による解体・選別作業のシステム化を実現することで効率の向上を狙い、建物の解体中における作業員の作業環境の改善や安全性確保、周辺の住民の安全性などの向上を実現することを目的とする。

解体後に様々な材質が混在した廃材を分別するのではなく、解体作業と同時にリサイクルやリユースのために廃材分別を行う廃材の積極分別方式を基本コンセプトとして提案し、廃材のリサイクルとリユースの促進をはか



る解体作業支援ロボットシステムを開発する。また、ロボットを導入することで作業における高齢者作業支援を可能とし、あわせて、危険物解体等の自律作業も可能なシステムを構築することを目指す。

全ての建材や内装材への RFID タグが埋め込まれた将来の建造物に発展する可能性を考慮しつつ、現状技術として人間の判断力を活用して ID タグを解体対象に貼付することで解体分別の同時処理を可能とする廃材情報化技術を開発することを目指す。

平成19年度は、ID タグを利用した作業・環境情報構造化技術について技術動向を調査するとともに、調査研究（システム評価委員会）やシステム仕様検討・作業設計の研究（清水建設）と連携をとりながら、RT 化に適した解体工法について詳細検討を進めた。廃材情報化システムの簡単なプロトタイプシステムを構築し、国際ロボット展にて展示紹介した。また、天井ボード解体後に軽量鉄骨に残る大量のネジを分別収集するためのネジ回収ツールのプロトタイプを製作し、大阪大学の人間協調技術と組み合わせることでネジはすし作業の自動化について実現可能な見通しを得た。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】解体作業、RT ミドルウェア、作業情報構造化、環境情報構造化、ID タグ

【研究 題 目】運動制御用デバイス及びモジュールの開発

【研究代表者】神徳 徹雄（知能システム研究部門）

【研究担当者】北垣 高成、尹 祐根、安藤 慶昭、山野辺 夏樹（常勤職員 5名）

【研究 内 容】

運動制御モジュールの実証を目的として、遠隔操縦システムを構成する各要素を先の NEDO プロジェクト「ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備」で開発された RT ミドルウェアである OpenRTM-aist に基づいて RT コンポーネント化し、現在、専用 PC・BOX で行っているハプティックインタフェース制御などを運動制御モジュールに置き換えて実現する。また、遠隔制御システム構成要素の RT コンポーネント化を行った作業経験の結果をフィードバックすることにより、RT ミドルウェアの開発を支援する。

平成19年度は、検証チームに提供された CPU カード (DASH-4)、拡張 IO ボード、モータ制御モジュールを統合した運動制御モジュールに置き換えた新型ハプティックインタフェースを開発するとともに、運動制御モジュール上に RT コンポーネントのソフトウェアを移植した。そして、このハプティックインタフェースを用いた遠隔操作システムを構築して、システムの動作検証および機能検証を行った。また、リソースが限られた組み込みシステムをターゲットとした OpenRTM の実装として既開発の RT ミドルウェア (eRTC) の完成度を高め

るとともに、dsPIC をターゲットとした開発環境を整備した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ハプティックインタフェース、マニピュレーション、RT ミドルウェア

【研究 題 目】大面積 CIGS 太陽電池の高性能化技術の研究開発

【研究代表者】仁木 栄（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】櫻井 啓一郎、石塚 尚吾、小牧 弘典、水越 一路、吉山 孝志（常勤職員6名）

【研究 内 容】

最終目標

CIGS 太陽電池の革新的な高効率化技術の確立と CIGS のプロセスの高度化によって、10 cm 角の CIGS 太陽電池で変換効率18 %を得ることを目標とする。軽量基板上のサブモジュール（10 cm 角程度）で変換効率16 %の実現を目指す。

研究開発の成果

1. 大面積高品質製膜技術の開発

- ・10 cm 角のガラス基板を複数枚同時に処理することが可能な3種類の装置、ガラス基板の洗浄装置、裏面電極作製装置、CIGS 製膜装置の装置設計を行い、装置を導入して製膜を開始した。
- ・産総研が保有する10 cm 角の CIGS 光吸収層の多元蒸着装置を用いて CIGS 光吸収層を作製し、CIGS 光吸収層の組成・膜厚の面内均一性や結晶品質に関する評価を行い、多元蒸着法によって10 cm 角全体で均一な製膜が可能な事を確認した。
- ・セレン原料の利用効率の向上を目指してラジカルセレン源を用いた新しい製膜技術を開発した。セレンの原料利用効率が10倍以上向上することを確認した。また、ラジカルセレン源を用いて CIGS 太陽電池を作製し、通常のセレン源による CIGS 太陽電池と同等の効率を実現した。

2. 高効率化技術の開発

- ・ドーピングによって CIGS 光吸収層の電気伝導性の制御技術を開発し、開放電圧の向上を図ることを目的に水蒸気照射効果のメカニズムの解明と新しいドーパントの探索を行った。水蒸気照射によってホール濃度が向上するのはセレン空孔のパッシベーション効果にあることを明らかにした。Zn 系及び Cu 系のパッファ層を電気化学的手法で作製するための理論的な検討を行い、製膜実験を行った。CIGS 光吸収層上にこれらのパッファ層を製膜した試料に関して、界面の電子状態の評価とデバイス化に着手した。
- ・CIGS 太陽電池の機能性を向上するために、フレキシブル太陽電池の高効率化技術の開発に取り組んだ。新しい Na 制御法を開発し、金属ホイル基板上で変換効率16.6 %を実現した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池、化合物薄膜、高効率化

〔研究題目〕 薄膜シリコン太陽電池の高効率化と高速堆積技術の研究開発

〔研究代表者〕 増田 淳（太陽光発電研究センター）

〔研究担当者〕 鈴木 淳（計測フロンティア研究部門）、  
松井 卓矢、布村 正太、賈 海軍、  
齋 均、柄澤 稔（以上太陽光発電研究センター）、菅井 秀郎、豊田 浩孝、  
石島 達夫、中尾 禎子、高西 雄大、  
林 孝信、遠藤 広考、杉浦 宏康、  
園部 裕之、浅草 剛一、彌政 敦洋、  
中尾 太哉、竹中 研介  
（常勤職員7名、他13名）

〔研究内容〕

1. 薄膜シリコン系3接合太陽電池による高効率化技術の開発

高電圧型ならびに高電流型の2種類の3接合太陽電池の実用化可能性を検証することを目的とする。アモルファスシリコン／アモルファスシリコンゲルマニウム／微結晶シリコンから構成される高電圧型3接合薄膜シリコン系太陽電池において最大開放電圧2.01 V を達成した。アモルファスシリコン／微結晶シリコン／微結晶シリコンゲルマニウムから構成される高電流型3接合薄膜シリコン系太陽電池において最大短絡電流密度9.0 mA/cm<sup>2</sup>を達成した。また、高電流型では短絡電流密度8.5 mA/cm<sup>2</sup>において最高変換効率9.8 % を達成した。微結晶シリコンゲルマニウム単接合太陽電池においては、微結晶シリコンと同様に光劣化がほとんど観測されないことを見出した。サイズ1271 cm<sup>2</sup>のガラス基板上に作製したシリコン膜をフッ素プラズマによりクリーニングしたところ、最高クリーニング速度43 nm/s を得た。

2. マイクロ波プラズマを用いた微結晶シリコン膜の超大面積堆積技術の開発

915 MHz のマイクロ波放電によって、2.5 m × 1.45 m の大面積に、10<sup>11</sup>～10<sup>12</sup> cm<sup>-3</sup>の高密度プラズマを定常生成させることに成功した。このプラズマを用いることにより、2 m × 1 m の範囲にわたって、微結晶シリコン膜を最大3.8 nm/s の高速で堆積させることに成功した。また、2 m × 1 m の範囲にわたって、堆積速度2.4 nm/s において微結晶シリコン膜を膜厚不均一性10 % 以下で形成することに成功した。微結晶シリコン膜中の酸素濃度を6 × 10<sup>18</sup> cm<sup>-3</sup>まで低減させた。

3. VHF プラズマソースによる大面積製膜技術

シミュレーションならびにプラズマ発光の観測結果を基に、位相変調 VHF プラズマソースを用いた微結晶シリコン堆積用大面積装置を開発した。当該装置を

用いることにより、微結晶シリコン膜を1.4 m 以上の範囲にわたって堆積速度2.6 nm/s において膜厚不均一性9 % 以下で形成することに成功した。

4. マルチホローカソードプラズマを用いた微結晶シリコン膜高速堆積技術の開発

マルチホロー電極を用いた高圧枯渇 VHF 放電により微結晶シリコンを約2 nm/s で高速堆積し、これを pin 型単接合太陽電池の光吸収層(i 層)に適用した。微結晶シリコンバルク層の最適化設計には、独自に開発した結晶粒界評価法を用いた。赤外吸収スペクトルで観測されるシリコン-水素表面伸縮モードと結晶粒界のポスト酸化との関係から、水素により直接終端された疎な結晶粒界よりもアモルファス相で緻密に充填された結晶粒界で構成される微結晶シリコンが高効率太陽電池を実現する高品質材料であることを明らかにした。また、500 nm 以下の成長初期界面の最適化設計には、プラズマ点灯前から膜成長が定常状態に達するまでのシランガス流量を制御する方法（シランプロファイリング）を提案し、これにより成長初期のアモルファスインキュベーション層や膜成長にしたがって変化する粒界構造の不均一化を抑制でき、高効率太陽電池を再現良く高速形成できることを発見した。本研究で開発した微結晶シリコンの最適化手法により、変換効率8 % の太陽電池を製膜速度2 nm/s で作製した。さらなる高速製膜領域で同手法を適用した結果、製膜速度3.0 nm/s と4.5 nm/s で変換効率4.0 % と3.8 % がそれぞれ得られた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 多接合薄膜シリコン太陽電池、マイクロ波プラズマ、VHF プラズマ、マルチホローカソードプラズマ、大面積製膜技術、高速製膜技術

〔研究題目〕 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー高効率転換技術開発（先導技術開発）／膜分離プロセス促進型アルコール生産技術の研究開発

〔研究代表者〕 榊 啓二（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 池上 徹、根岸 秀之、北本 大、  
森田 友岳、中山 俊一、派遣職員2名  
（常勤職員5名、他3名）

〔研究内容〕

本研究では、低濃度発酵アルコールから膜分離プロセスのみによる無水アルコール生産技術を確立するための要素技術として、膜分離プロセス適合型酵母の育種、分離膜の開発、およびアルコール分離プロセスの開発を実施する。

酵母の育種では、*Candida* 属の一種（*Candida krusei*）を通気攪拌条件下で培養することで、コハク酸含有量が0.01 % 以下の培養液を調製可能であることを

見出した。また、出芽酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) の単独遺伝子破壊株群を用いて、副産物の産生を抑制するためのターゲット遺伝子を探索した。その結果、グリセロール代謝遺伝子 *GPD1* (グリセロール-3-リン酸デヒドロゲナーゼ遺伝子) 破壊株においてグリセロール蓄積量が顕著に低下しており、グリセロール含有量が0.06 %以下の培養液を調製することができた。シリカライト膜の高性能化では、ステンレス支持体の表面細孔の開口径を上げずに開口率を上げることによる膜透過流束の向上について検討を行った。開口率の高い基板にシリカライト結晶層を厚く形成し、この上にシリカライト膜の作製を行うことで、微細孔の形成と同様の効果の発揮を試みた。その結果、シリカライト膜のエタノール選択性を低下させることなく、膜透過流束 (at 60 °C) が1.98 kg/m<sup>2</sup>・h (60 °C) と、従来比で約1.7倍に増加させることができた。

さらに、発酵液中の各種栄養源が分離膜性能に及ぼす影響について検討した。その結果、エタノール/水-2成分系に酵母エキス、ペプトン、あるいはコーンステイープリカー (CSL) を添加することによって、いずれの場合も、膜透過エタノール濃度および膜透過流束は低下し、その程度は栄養源の添加濃度の増加に伴って増大した。CSL は酵母エキスやペプトンと比較して、分離性能を低下させる程度は小さく、0.5 % (w/w) の濃度で、膜透過流束の低下は約10 %、膜透過エタノール濃度は約10ポイントの減少であった。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオアルコール、膜分離、シリカライト膜、酵母

〔研究 題目〕 廃棄物系バイオマスからの液体燃料製造技術の研究開発

〔研究代表者〕 安田 肇 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 加茂 徹 (環境管理技術研究部門)、  
海保 守 (常勤職員2名、他1名)

〔研究 内容〕

建設廃棄物系廃木材はリサイクル法に則り収集ルートが確立しているが、プラスチック類等が混合した廃木材や接着剤を用いた材は再生利用価値が低く、多くは最終処分されている。これら劣質な廃棄物系バイオマスを液体燃料に転換・利用する目的で、複数の反応過程を組み合わせたプロセスを提案し、その要素技術の開発に着手した。プロセスの構成として、まず廃棄物系バイオマスをマイルドな条件で熱分解し、低分子化する。熱分解反応器で生成した固体残渣と水をアルカリ化合物共存下で水素へ転換する。熱分解反応器で生成した液状重質成分等を分解・水素化改質し、軽質炭化水素成分を得ると同時に窒素や塩素等の成分をアンモニアや塩化水素等の有価物質として分離する。得られた軽質炭化水素成分をガス化・改質した後、液体燃料を合成する。

当所では水素生成と分解・改質の要素技術の開発を担当した。熱分解残渣からの水素生成に関する研究では、活性炭および木材の熱分解残渣を原料に各種溶融炭酸塩の触媒作用を調べた。アルカリ化合物の添加により水素収率が向上した。また、アルカリ化合物を混合して用いると水素生成速度が高くなった。共晶塩の形成により融点が低下し反応を促進したと考えられた。液状重質成分の分解・改質反応に関する研究では、ナフタレン、フェノール、パラフィン等のモデル有機化合物の急速水素化熱分解試験および原料混合効果の検証を行った。いずれのモデル物質からも目的生成物であるメタン、エタン、ベンゼンが主生成物として得られ、水素分圧の上昇に伴いメタン収率が向上した。原料混合効果は混合系を構成する成分により異なり、発熱反応の時間差に起因する機構が示唆された。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、液体燃料、廃棄物、熱分解

〔研究 題目〕 エネルギー使用合理化技術戦略的開発／  
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／  
低消費電力プロセッサのための不揮  
発論理回路基盤技術の開発

〔研究代表者〕 酒井 滋樹

(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 酒井 滋樹、高橋 光恵、原市 聡、  
所 和彦 (常勤職員4名、他6名)

〔研究 内容〕

本研究では、高度情報通信機器の中核であり情報処理量の増大に伴う消費電力増加傾向が著しいプロセッサの低消費電力化を目指して、プロセッサの内部の論理回路の中で記憶機能を持つキャッシュ及びレジスタをデータ不揮発にするための基盤技術の開発を行うことを目的としている。平成19年度は下記(1)、(2)、(3)の研究開発を実施した。

(1) FeFET の特性ばらつきの抑制

数十トランジスタ規模の FeFET による論理回路の試作を計画しており特性ばらつきの抑制された FeFET を開発する必要がある。平成19年度は、同一基板上の90個の FeFET の ON 状態と OFF 状態の各しきい値電圧のばらつきの標準偏差  $\sigma$  がメモリウィンドウ  $V_{win}$  の8 %以内に収まることを目標とした。前年度開発したメモリウィンドウを1 V 以上にする作製条件を使って多数の p チャネル FeFET と n チャネル FeFET を作製した。基板内に分散配置された90個の FeFET のドレイン電流-ゲート電圧特性を測定評価し、同一基板上の90個の FeFET の ON 状態と OFF 状態の各しきい値電圧  $V_{th}$  の  $\sigma$  が  $V_{win}$  の8 %以内を達成することができた。

(2) FeFET のしきい値電圧の制御

本研究で試作する不揮発性の FeFET 論理回路は相



補型であるため、構成する FeFET のしきい値電圧の制御も重要である。平成19年度は p チャネル FeFET の論理演算状態のしきい値電圧を $-0.5\text{ V}$ 以下にすることを目標とし、n 型ウェルを形成するための不純物添加量を変えて FeFET を作製することを前年度に引き続き行った。その結果、不純物として P<sup>+</sup>イオンを用い、その添加量を $3 \times 10^{13}\text{ cm}^{-2}$ 以上に上げることによって p チャネル FeFET の論理演算状態のしきい値電圧を $-0.5\text{ V}$ 以下にすることができた。また p チャネル FeFET 同様に、n チャネル FeFET の論理演算状態のしきい値電圧も p 型ウェルへの不純物添加量を変えることで制御することができた。

### (3) 基本回路の設計

平成20年度に計画している不揮発インバータラッチ回路の正常動作検証のために、平成19年度は、不揮発記憶させる FeFET 回路段への入力電圧切り替え機能を持つ状態検知強調回路とこれを含む不揮発 NOT 回路と不揮発インバータラッチ回路を設計し、かつ状態検知強調回路を20個以下の FET で構成することを目標とした。FeFET で構成された状態検知強調回路および NOT 回路を含むテスト要素回路群の設計・試作を行った結果、状態検知強調回路を FeFET20個以下で構成することができた。また、テスト要素回路群の中の NOT 回路について演算と記憶の切り替え動作を実験的に確認できた。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】不揮発素子、不揮発ロジック、強誘電体 FET

【研究 題 目】局所的触媒反応機構解明と長期的触媒特性改善のための研究開発

【研究代表者】二又 政之（界面ナノアーキテクニクス研究センター）

【研究担当者】二又 政之（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究では、新規超高感度・超解像分光分析法の性能向上を図るとともに、触媒表面に適用し、局所的な反応機構を解明し、性能改善・劣化機構解明・新規触媒設計のための指針を得ることを第1の目的としている。これに関して、①感度を改善するために、AFM、XPS、分光測定を用いて、金属ナノ構造の最適化及び金属と吸着種の相互作用について解明を進めた。その結果、増強度の ON/OFF の引き起こすメカニズムを解明した。②超解像で微弱な赤外信号光を検出するために、金属ナノ構造による信号増強メカニズムについて、FDTD 数値計算法により、ここで初めて局所電場強度及び吸収強度を求めることに成功した。この結果、球状粒子に比べて軸比5：1～10：1の回転楕円体（主軸500 nm、1000 nm）が、赤外領域で大きな電場及び吸収増強を与えることが明らかになった。従来の有効誘電率を用いたマクロな計算法に

比べて直接形状と吸収強度の関係を明らかにすることができ、点で画期的な成果を得た。この方法により、最適な白金系触媒薄膜の構造及び、金コート近接場プローブのナノ構造形成のための指針を得ることが可能となった。③RF スパッタ法によるカーボン集電層を含む触媒金属薄膜形成のために必要な真空チャンバを整備し（真空ポンプの整備、チャンバの電解研磨による清浄化など）、膜形成条件について検討を進めた。触媒性能評価・カソード添加剤の評価に関して、①触媒設計が触媒能に及ぼす影響と寿命に対する有効性を明らかにすること、②添加剤複合触媒を、燃料電池触媒としての実際の性能と寿命を評価することによって使用条件を最適化すること、および③添加剤による Pt 触媒溶出抑制メカニズムを明らかにすることを目標として検討を行っている。そのために必要な実験装置（回転リングディスク電極装置、インピーダンスメータ、燃料電池測定セルなど）の構築と性能確認を行うとともに、添加剤が Pt 上の酸素還元反応に及ぼす影響について検討を進めた。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】燃料電池、触媒、反応機構

【研究 題 目】エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／選択的熱線反射による断熱・採光ガラスの研究開発

【研究代表者】外岡 和彦

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】菊地 直人、邱 徳威

（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

太陽光輻射（日射）は幅広い波長領域に分布しており、エネルギーとしておよそ紫外光が6 %、可視光が50 %、赤外光（熱線）が44 %を占める。この中で熱線は人間の明るさ感にあまり寄与しないので、波長選択的な反射により日射からの遮熱と採光を両立させることが期待でき、当該技術による窓ガラスは夏季の冷房負荷軽減などに有効と考えられる。屋外からの採光を確保しつつ太陽からの熱線エネルギーの60 %以上を選択的に反射させることにより省エネに寄与する窓ガラス実現に必要な基盤技術の確立をめざして本研究を進めた。

日射に含まれる熱線を選択的に反射する多層膜を開発し、板ガラスにコーティングすることにより可視光透過・熱線反射ガラスとした。用途により熱線反射率と可視光透過率の最適な組み合わせが異なるので、いくつかの特性の試料を設計・試作した。省エネ計算の基礎データとするために、これら試料の紫外～可視～赤外光における透過および反射特性を測定した。省エネ効果の評価では、まず、上記試料をビルの窓ガラスとして使用した場合を想定した熱負荷計算を行った。空調衛生工学会より発表されたビルの省エネルギー検討プログラムを利用

し、1つの試料に対する概算値として冷房負荷-33%, 暖房負荷+15 %、通年では21 %との熱負荷軽減効果を得た。さらに、暖房負荷の増加を抑制する方法を検討し、ガラスの複層化により通年の熱負荷を27 %軽減できる見込を得た。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】熱線反射ガラス、省エネルギー効果、酸化物多層膜

【研究題目】ナノテクノロジープログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発／自己治療力を誘導する抗感染性カテーテルの開発

【研究代表者】山根 隆志（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】新田 尚隆、小阪 亮、本間 一弘（常勤職員4名）

【研究内容】

目標：

本研究では、経皮デバイス／生体界面でナノ酸化チタンを触媒として抗感染性を誘導する、超音波照射技術を開発する。酸化チタンに超音波を照射すると高濃度のラジカル生成等により、殺菌効率および創傷治癒促進効果が高まることを利用している。目標として留置カテーテル等の経皮デバイス／生体界面の微小限局領域に分布する酸化チタンを、極めて低侵襲で効率的に励起し、キャビテーションによる組織損傷を最小限に抑制し、かつ生体に無害安全な超音波照射技術を開発する。この際、経皮デバイス／生体組織の表皮上接合部に合致した超音波振動子の形状とその配置方法について検討した。また、酸化チタン励起の効率性と生体組織への無害性が両立可能な最適超音波照射条件について検討した。

進捗状況：

試作した超音波振動子を用いてアミノ化ナノ酸化チタンを超音波励起したときの、抗感染性発現効率を、無照射時に比して50 %以上向上させることを目標とした。殺菌性を誘起する OH ラジカル発生量を定量的かつ客観的に評価するため、メチレンブルー溶液の色素分解を利用したラジカル発生測定システムを構築した。これは、試料槽中で超音波照射されたメチレンブルー溶液を一定時間間隔で分光光度計に吸い込み、OH ラジカル発生による色素分解で変化する吸光度を測定した後に、溶液を試料槽に還流させる自動連続測定システムである。種々電圧で超音波振動子を駆動し OH ラジカル発生量を評価した結果、生体安全基準内の印加電圧では、アミノ化ナノ酸化チタンを有する表面でのみ有意な OH ラジカルが発生した。さらに、細胞致死に相当する吸光度変化への到達時間で比較した結果、超音波照射した場合は、無照射時に比して目標を超える約80 %の時間短縮、すなわち発現効率の向上が可能となり目標が達成された。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】抗感染性、カテーテル、アミノ化ナノ酸

化チタン

【研究題目】エネルギー使用合理化技術戦略的開発／低品位燃料レーザ着火ガスエンジンの調査研究

【研究代表者】古谷 博秀

（新燃料自動車技術研究センター）

【研究担当者】古谷 博秀（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、(株)三菱重工との共同で行っており、将来のバイオマス・廃棄物由来の低品位燃料ガスを利用した高効率発電システムの事業化に備えた各種課題の整理、具体的な市場調査、ビジネスモデルの具体像構築、想定される実フィールド適用のプラント計画、設備コストの目標イメージの明確化に取り組み、レーザ着火ガスエンジン実用化展開のためのビジョンを作ることを目的とする。平成19年度においては平成18年度に引き続き経済性評価を行い、バイオガス利用発電プラントの経済性に関して、定量評価を実施し、高発電効率のレーザ着火方式ガスエンジンの採用により妥当な期間内での投資回収の可能性を確認した。また、キーコンポーネントであるレーザ系の基本構成を比較検討した。さらに、実際の燃料ガスに近い二酸化炭素で希釈したメタンガスを使用して、ガスエンジンのシミュレータである急速圧縮膨張装置と実機による実験を行った。この結果、以下のことがわかった。1) 吸気温度の上昇により着火確率を向上できること。2) 主燃焼室の燃焼特性は、副室の燃料濃度が濃い方が有利であるものの、着火確率向上のためにはやや希薄側の設定が良いこと。3) 実機相当の実験用エンジンを用いた試験により、同様の傾向を確認した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】低湿燃料、ガスエンジン、レーザ着火技術

【研究題目】情報通信機器用低損失電源基盤技術開発

【研究代表者】清水 三聡（パワーエレクトロニクス研究センター）

【研究担当者】井手 利英、中島 昭、奥村 元

青柳 昌宏、仲川 博、石井 順太郎、清水 裕公子（常勤職員7名、他6名）

【研究内容】

本研究開発では、窒化物半導体材料を用いた電界効果トランジスタのノーマリオフ化の研究を進め、低損失動作かつ高速スイッチング動作が可能なノーマリオフ型半導体スイッチング素子を開発することを目的とする。またその為には、窒化物半導体ダイオードの開発、配線損失が少なく放熱特性の良い実装技術の開発、及びスイッチング電源での実用化技術の開発も必要である。よって、①トランジスタ開発、②ダイオード開発、③素子実装技術、④素子モデル技術、⑤レギュレータ回路技術の5サ

ブテーマを設定して研究開発を行った。

#### ① トランジスタ開発

本年度は、AlGaIn/GaN トランジスタ開発に必要な基本技術の開発を行った。まず、有機金属化合物気相成長装置を用いて、放熱性の良い SiC 基板上に AlGaIn/GaN ヘテロ構造を形成し、デバイスを作成した。また Si 基板上への成長条件についても調べた。

次にデバイスプロセスにおいては、ノーマリオフ動作を得るために、InGaIn キャップ層をゲート部に用いてノーマリオフ動作を検証した。また実際にスイッチング動作をさせて、AC アダプター等で実証するためには、大電流化が必要である。そこで、鍍金を導入し、大電流化を行った。現状では、ゲート幅が10~40 mm のものについて素子開発を行っている。

#### ② ダイオード開発

トランジスタと同様に大電流化を行った。1A 以上のものを作成した。

#### ③ 素子実装技術

3本足の D パッケージを用いることとし、そのリードフレーム上への実装、ボンディング、パッケージ化について検討した。

#### ④ 素子モデル技術

デバイスシミュレータの解析結果から GaN-HFET 等価回路の構築を行い、スイッチング損失等の定量的評価が可能であることを確認した。そして GaN-HFET に固有な特徴を考慮した等価回路モデルを開発し、90 %の精度が得られた。

#### ⑤ レギュレータ回路技術

市販のノーマリオン形の GaN-HFET を用いて、絶縁トランスを用いた DC-DC コンバータを作成し、3~5MHz のスイッチング周波数での動作を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】GaN、スイッチングデバイス、低損失電源

【研究題目】太陽光発電システム等に係る設計支援ツール開発

【研究代表者】菱川 善博（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】加藤 和彦、高島 工、大谷 謙仁、Adiyabat Amarbayar（常勤職員5名）

【研究内容】

本開発では、わが国の経験を生かした標準的な技術として、太陽光発電ハイブリッドシステムの設計支援ツールを広く提供することを目的としている。本設計支援ツールを活用することによって技術者の作業上の効率化と設計精度の向上が図れる。これにより、地域レベル EMS や ESP 事業の推進において、計画立案や設計の支援を行うことが可能となる。わが国の太陽光発電産業界がアジア地域で村落電化の事業展開を行う際に、本ツールが事業可能性分析を補助することにより、関連の製

品を日本から輸出する（あるいは現地生産化する）事業を展開することの一助となる。また、設計支援ツールの標準化を推し進めることで、引いては関連技術の標準化が日本主導で行われていく可能性がある。

太陽光発電ハイブリッドシステム設計支援ツール（以下、ツール）は、当該システムの設計を、①技術仕様、②経済・事業可能性の分析、③現地条件、の観点から、ツールの利用者が簡単に行えるようにし、最適な設計プランを選択可能とするものである。システム設計において、当該地で適用される法規の遵守は重要な条件であるが、各国において法規は様々であるため本ツールではこれを含めず、東アジア地域（日本含む）において広範囲に利用可能なツールであることにする。ただし、NEDO 個別事業で過去に得られた知見から法規および規格に関係するものについては、実例として知識データベースに収録する。

NEDO がこれまでに実施してきた太陽光発電システム等国際共同実証開発事業の個別事業（以下、個別事業）の成果を活用し、本開発事業において最大限の取り組みを図るために、個別事業の整理と考察を行った。個別事業の担当者に、事業概要や得られたデータ・知見等についてヒヤリングを実施した。同時に、気象情報・ハイブリッドシステム運転、電力需要の数値データの提供を依頼し、設計支援ツールに取り込むべき情報として整理を行った。個別事業のヒヤリングの際に、設計支援ツールの利用者を絞り、利用者に必要な情報が適切に提供可能なインタフェースを構築するために仮想（象徴）ユーザをペルソナ手法で検討した。設計ツールに対するニーズは、電力事業者が蓄電池容量等のバランス計算ツール、太陽電池メーカーが経済性評価ツール、総合メーカー・コンサルタントが気象 DB・電力需要実測 DB とペルソナの所属グループによってそれぞれ違っていることを明らかにした。

また、個別事業で得られた成果と教訓を生かすために、知識 DB としてファクトシートを作成し、その事実に基づいた教材を作成した。

設計支援ツールの利用者（受益者）を明確化し、ペルソナ（象徴的な仮想利用者）を作成し、対象者のニーズや既存ツールの経験等について把握するために、太陽光発電システム等に係る保守・管理能力向上支援事業によって、タイ王国・ピサヌローク・ナレスアン大学の School of Renewable Energy Technology (SERT) にて行われる、教育研修の参加者を対象者として、インタビュー調査を行った。また、対象者の国における地方電化や新エネルギー政策の動向や慣習の特徴等の社会条件に関する情報を収集した。インタビュー調査から、地方電化に関する職務経歴が平均5年以上であるにも関わらず、RE 含む電源システムの導入検討や設計業務の経験が浅く、既存の設計ツールを利用したことが少ないことが分かった。また、教育研修に活用可能な分かりやすいマニ



ュアルを含む設計支援ツールに対するニーズが高いことが分かった。

既存成果から得られた知識情報（ノウハウ・知見）を設計支援に適用する立場やその効果は以下のような点にあると考えられる。

1. 設計処理の内容をモデル化し、設計解の生成過程を明確にした上で、それをコンピュータ上に記述することによって、設計解を自動的に生成して、設計者に提示することによる支援。
2. 設計において行われる複雑な操作に対応して、設計データの記述とそれに対する運用実例を統合化することにより、有効なデータベース技術を確立し、様々な設計データを総合的に比較可能とすることによる支援
3. ユーザが自由に利用可能であり、比較のための共通ベンチとなる気象データベース。
4. 概念設計においては、専門家があらかじめエクセル等の表計算ソフトウェアやプログラミングによって自前の評価ツールを既に有していることがあることから、ユーザの既存資産を活かす支援。
5. 教育プログラムを通じて、ユーザおよび教師がその知見をより高めることを支援。

1. については電源最適配分シミュレーションツール（PV-Hybrid Design）、2. についてはノウハウ提供エキスパートシステム（PV-Hybrid Knowledge）として実現する。4. は基本サブルーチン集（PVHybLib）、5. はボードゲーム“Energy Flow”で対応することとし、次年度に向けた開発仕様をまとめた。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、太陽光発電、最適設計、ハイブリッド電源システム

【研究 題目】水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発－国際共同研究 ナノオーダー構造組織制御による高吸蔵量水素貯蔵材料の研究開発

【研究代表者】秋葉 悦男（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】浅野 耕太、中村 優美子、榎 浩司、榎 浩利（常勤職員5名）

【研究 内容】

目標：

燃料電池車の車載用水素貯蔵材料の実現のために、軽量なマグネシウム基およびチタン基の高吸蔵量水素吸蔵合金を開発する。海外の研究機関との共同研究により、合金の水素吸蔵放出速度などの諸特性の向上を図る。

内容：

ナノメートルオーダーの構造および組織などをもつ新しい材料を合成することで、水素貯蔵に適した特有の機能を発現することを目指す。ナノオーダー構造の創製および制御に必要な先進的技術の開発を海外の研究機関との共同研究により実施する。

年度進捗状況：

産業技術総合研究所は「材料の合成および評価技術の研究開発」を担当した。ボールミリングによるマグネシウム－チタン系合金の合成条件および組成を変化させることで、合金の結晶構造を HCP（六方最密）、FCC（面心立方）および BCC（体心立方）構造と制御することに成功した。これらの合金の水素吸蔵量、水素化物の安定性および水素吸蔵量の吸蔵放出サイクル数依存性などを明らかにすることが今後の課題である。再委託先であるボルドー大学は「ナノプロット法による水素吸蔵放出速度の促進および材料の合成技術の開発」を担当した。二酸化炭素の超臨界流体を用いた触媒金属添加法（ナノプロット法）にて20ナノメートル以下のニッケル粒子を堆積したマグネシウムは、純マグネシウムが水素を吸蔵放出することが困難な250～330℃の温度領域において30分以内に5質量%以上の水素を吸蔵放出した。また、再委託先であるケベック大学は「高吸蔵量合金相の抽出および生成技術の開発」を担当した。BCC 相および C14 ラーベス相からなるチタン基合金を冷間圧延することで、C14 ラーベス相に比べて高い水素吸蔵量をもつ BCC 相の相分率を高くすることに成功した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】水素エネルギー、ナノ構造制御、水素貯蔵材料

【大 目 名】水素安全利用等基盤技術開発

【中 目 名】水素に関する共通基盤技術開発－国際共同研究

【研究 題目】水素の安全化対策及び評価に関する革新的基盤研究

【研究代表者】飯田 光明（環境管理技術研究部門（爆発安全研究コア））

【研究担当者】角舘 洋三、薄葉 州、和田 有司、椎名 拓海、堀口 貞茲、藤原 修三、大屋 正明、金 東俊、茂木 俊夫、若槻 雅男、中島 紀昭（常勤職員4名、他7名）

【研究 内容】

活性化物質による反応抑制効果・評価の研究：不活性化物質の添加による水素の燃焼抑制効果を検証するため、水素・空気混合気種々の物質を添加し、着火挙動、DDT、消炎濃度へ与える影響についての実験を実施した。水素・空気混合気種に水蒸気を添加した場合、混合気が燃焼・爆発するために必要な着火電極の最低温度は、僅かではあるが有意な差があることが分かった。また、当量比1.00の混合気種に臭化メチルを添加したときには、臭化メチル濃度が約5%になると着火せず、フロン類と比較して非常に大きな抑制効果があることが明らかになった。デトネーションチューブを用いて、不活性化物質を添加した水素の DDT 距離を計測する実験を行った。水素濃

度30 %の水素空気予混合気の不活性化物質として2 %の二酸化炭素を加えたところ、爆ごう転移距離は1割程度の延長が観測された。水素火炎を消炎する不活性ガスの効果を定量的に評価するため、カップバーナー法で消炎濃度を測定し、そのときの断熱火炎温度を求めた。断熱火炎温度の値を用いて各種の不活性ガスの水素火炎に対する消炎効果を調べた結果、四フッ化炭素およびトリフルオロメタン等は消炎効果が高いことが明らかになった。水素への不活性化物質の添加効果によるリスク変化について、リスク管理ソフトウェア **RiskManager** で用いられているイベントツリー分析手法を用いた簡易評価を行った。不活性化物質の添加効果を漏洩直後着火の確率および拡散後着火確率に対して、いずれも1/2または1/10と仮定し、被害事象の発生確率を定性的に比較した。その結果、不活性化物質はあらかじめ水素に添加されていなければ発生確率への効果は小さいと予想された。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素、添加物、水、臭化メチル、フロン、安全、着火、爆発、燃焼制御、消炎、リスク評価

【大 項 目 名】 水素社会構築共通基盤整備事業

【中 項 目 名】 水素インフラ等に係る規制再点検及び標準化のための研究開発

【研究 題 目】 水素安全利用技術の基盤研究

【研究代表者】 飯田 光明（環境管理技術研究部門（爆発安全研究コア））

【研究担当者】 和田 有司、中山 良男、角舘 洋三、松村 知治、若林 邦彦、椎名 拓海、薄葉 州、今村 友彦、藤原 修三、大屋 正明、堀口 貞茲、茂木 俊夫、若槻 雅男、Martin CASTILLO、江渕 輝雄、（常勤職員8名、他7名）

【研究 内 容】

燃料電池自動車及び高圧水素を扱う水素ガス供給スタンド等における爆発防止のための安全対策に関する検討を行い、水素を燃料とする燃料電池自動車に関連する安全技術の確立を図ることを目標として、次の基盤的な研究を推進した。

高圧水素ガス漏洩時の着火性に関しては、流速25 m/sまでの範囲で水素／空気混合ガス中の着火実験を行い、流通下では着火限界が上昇することを明らかにした。さらに、燃焼可燃下限界付近の非常に低濃度の混合気の着火および火炎伝播挙動について、イオン測定装置により観測し、流動混合気の着火性データの精度を向上させることができた。また、高圧水素ガスが瞬間的に放出した場合の現象について実験的に解明を行い、この自然着火現象を防止するためのノズルを検討し、着火防止方法を考案するとともに、形成される衝撃波による温度上昇を2次元の流体力学計算で見積もることにより、着火の可

能性およびその防止策を検討した。

水素ガス漏洩時における静電気着火に関しては、静電気放電による着火が起こらない放出口・放出方法の考案を試みた。その結果、配管を接地することにより、放出口の大きさに依存せず、配管部分の発生電圧をほぼゼロに抑制することができた。また、噴出時に鉄さびなどが混入した場合の混合気そのものの帯電を防止する噴出口の形状を検討し、先細り多孔ノズルによって混合気の電荷密度を低下させ、着火の可能性を抑制できることを明らかにした。

水素の着火による火炎伝搬と爆ごう転移に関しては、これまでに収集した爆風威力等に関する総合的な評価を行うとともに、高インパルス衝撃波による水中衝撃波の圧力履歴計測、高インパルス衝撃波による水中モデル気泡の変形挙動解析を行い、高インパルス爆風の影響に関するデータを収集した。

化学反応論に基づく水素の着火と燃焼反応制御に関しては、前年度に取得した微小重力データの素反応と流体力学効果を取り入れたモデルによる解析を行い、着火遅れ時間が小さくなること、およびその効果が化学反応を考慮した2次元流体シミュレーションによって再現できることが分かった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素、安全、漏洩、着火、爆発、燃焼制御

【研究 題 目】 中小企業基盤技術継承支援事業

【研究代表者】 松木 則夫

（デジタルものづくり研究センター長）

【研究担当者】 服部 光郎、岡根 利光、廣瀬 伸吾、梶野 知史、石川 純、遠藤 博史、黒須 隆行、梅村 浩之、澤田 浩之、徳永 仁史、古川 慈之、手嶋 吉法、山内 真、Ryabov Oleg、岩本 和世、尾崎 浩一、碓井 雄一、藤瀬 健領、伊藤 哲、花田 康行、今村 聡、松田 五明、塚原 園子、藤木 榮、岩田 一明、富澤 拓志、城門 由人、篠崎 吉太郎、大谷 成子、住田 雅樹、鄭 想勲、阿部 健太郎、近藤 孝之、盛 真由美、正島香央里、篠崎 三千代、江端 幹夫、木塚 優子（常勤職員21名、他17名）

【研究 内 容】

本研究テーマでは、「①技術・技能の継承・共有化ツール（加工テンプレート）の開発」と「②工程・製造設計支援アプリケーション構築技術開発」の二つの開発課題（サブテーマ）を実施している。前者は鋳造、鍛造、めっき、熱処理という基盤的な加工技術を対象に、技能の抽出と継承のための加工現象の解明と体系化に関する研究と加工計測技術の研究を行い、加工テンプレートと

いう形で利用者に提供する。後者は製造業の従事者が自身の持つ業務知識に基づいてアプリケーションソフトウェアを独自に開発するのみならず、それらの改良・保守・運用を可能とするソフトウェア開発技術の研究を実施する。

#### ① 技術・技能の継承・共有化ツール（加工テンプレート）の開発

本事業では鋳造、鍛造、めっき、熱処理の4加工技術を対象に「技能抽出機能」と「技能継承機能」を有し、加工法に関する構造化された知識としての加工テンプレートと、その根拠となる「加工現象に関する共通知識」からなるツールの研究開発を進めた。

鋳造では、昨年度作成の2種類のテンプレート（鋳造方案の概略設計技能と注湯技能）に加え、押湯方案设计、湯口系方案设计、銅合金溶解技能、鋳鉄溶解技能、欠陥判別・対策の5種類の鋳造テンプレートを構築した。

鍛造では、昨年度作成の3種類のテンプレート（据込み、前方押し出し、後方押し出し加工圧力計算）に加え、パンチ設計、カウンターパンチ設計、ダイ設計、組合せ押し出し金型設計、多段軸押し出し金型設計の5種類の鍛造テンプレートを構築した。

めっきでは昨年度作成の2種類のテンプレート（作業工程とめっき欠陥）に加え、欠陥判別、機械特性推奨条件提示、光学特性推奨条件提示、磁気特性推奨条件提示、作業工程の5種類のめっきテンプレートを構築した。

熱処理では、昨年度作成の2種類のテンプレート（ガス浸炭焼入変形予測とガス浸炭欠陥対策）に加え、平板タイプ処理品の浸炭時間条件設計、丸棒タイプ処理品の浸炭時間条件設計、窒化・軟窒化時間条件設計、窒化・軟窒化欠陥対策、高周波焼入欠陥対策の5種類の熱処理テンプレートを構築した。

それぞれの加工テンプレートについて、2社以上の協力企業において構築したテンプレートを試用し、技術・技能の継承・共有化の対象となる「勘どころ」の具体的事例の集積を試みた。

##### (1) 高度技能分析技術の開発

##### (1-1) 現場における高度熟練技能計測分析技術の開発

計測する技能の対象として、手業の要素が多いガラス火加工、ガラス研磨加工を選択し、技能計測を実施した。計測は複数のビデオによる3D測定、高速度撮影に加え、ガラス火加工においては、熱画像による加工温度測定とブロー（吹き込み）圧力の測定、研磨加工については研磨盤にかかる力の測定を実施した。これらの作業状態計測により、ビデオ撮影では定量化の難しい熟練技能者と新人の差異を明確に捉え、技能継承に資することを確認した。

##### (1-2) 高度熟練技能を定量化するための計測技術開発 ガラス研磨作業力計測のためのフォースプレートお

よび、アーク溶接欠陥判定のための振動センサーの開発を進め、フォースプレートについては現場で、振動センサーはアーク溶接試験器に取付け、性能・有効性を確認した。

#### ② 工程・製造設計支援アプリケーション構築技術の開発

業務分析&アプリケーション設計支援ツールの開発および次世代 MZ Platform の開発の2項目について、企業現場での利用を想定した機能の検討とソフトウェアの実装を行った。

##### (1) 業務分析&アプリケーション設計支援ツールの開発

業務分析およびアプリケーション設計のためのユーザインタフェースとなるフロー図の仕様について検討を行い、タスクフロー図とタスク配置図の2つからなる構成とした。タスクフロー図とは業務処理手順を与えるものであり、企業における業務相互関係を記述する。一方、タスク配置図とは行われる業務と担当部署を関連づけるものである。

平成19年度は、これら2つのユーザインタフェースのうちタスクフロー図の開発に重点を置いた。前年度に開発した表形式による処理フロー記述の仕様をベースとして、1つのまとまった操作や処理を示す「プロセス」を図の上でつなぎ合わせることにによるアプリケーション構築インタフェースを開発し、さらに複雑な処理の記述に対応するための階層的記述機能を実装した。その記述性を検証したところ、アプリケーション構築のために必要なプロセスの記述量は、MZ Platform のコンポーネントを直接利用する場合の20 %程度に抑えられるとの結果が得られた。

##### (2) 次世代 MZ Platform の開発

MZ Platform のコンポーネント管理機能および関連する GUI コンポーネントの改善、新規コンポーネントの開発を進めた。必要とされるネットワーク機能について検討した結果、社内ネットワークの管理のみで運用可能なサーバ・クライアント型アプリケーションを対象とすることにした。タスク配置図による分散システム展開を MZ Platform のネットワーク連携機能で実現するための基幹機能整備を行った。

##### (3) アプリケーション自動構築のためのモジュールプログラム群の作成

階層的タスクフロー図によって組み合わせられたモジュールプログラム相互の連携を自動的に構築するための、ユーティリティコンポーネントを新規に開発した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】技能継承、鋳造、鍛造、めっき、熱処理、コンポーネント技術、XML、業務モデ



ル

## 〔研究題目〕革新的次世代低公害車総合技術開発

〔研究代表者〕後藤 新一

(新燃料自動車技術研究センター)

〔研究担当者〕小熊 光晴、辻村 拓、佐藤 謙一、

何 峰、三田 拓朗、葭村 雄二、

小渕 存、大井 明彦、内澤 潤子、

難波 哲哉、飯島 則夫、浜田 秀昭、

佐々木 基、羽田 政明、

Asima Sultana

(常勤職員12名、他4名)

## 〔研究内容〕

いすゞ中央研究所との共同研究開発体制において、当研究所は、

- 1) 新燃焼技術開発および燃料設計
- 2) 高効率 DeNO<sub>x</sub> 反応プロセスの探索
- 3) 省エネ型コンバータの開発
- 4) バイオマス燃料利用に関する動向および技術課題の調査

を担当した。

## 1) 新燃焼技術開発および燃料設計

カムレスおよび超高压噴射システムを搭載した単気筒試験エンジンにおいて、平成18年度までに提案設計したモデル燃料を使用し、可変動弁機構および超高压噴射を積極利用することによる低エミッション運転領域の負荷範囲の拡大を図った。その結果、新燃焼技術に関して、カムレスシステムを用いた有効圧縮比の低減により着火時期の遅延制御が可能となり、上死点近傍の噴射（上死点前-10° CA）であっても Soot 低減のための混合期間を確保できることがわかった。また、有効圧縮比の低減制御により排気温度を30～50℃上昇でき、排気温度の低い軽負荷時に有用であることがわかった。一方、超高压噴射により噴射期間の短縮が図れ、PCI 燃焼領域を拡大できることがわかった。また、噴射圧力の高圧化が噴霧の微粒化、蒸発および乱流混合を促進することを、基礎噴霧計測および数値解析により確認するとともに、単気筒エンジンを用いた超高压噴射を伴う PCI 燃焼で、燃費が最適となる噴射時期において Soot 生成を抑制し、JIS2号軽油でも排気温度250℃付近の運転領域までの低エミッション化を達成した。燃料影響については、低圧噴射時には噴霧による混合が不十分ため燃料影響が強く現れ、着火性（セタン価）の低下、揮発性の向上、ゼロアロマ化が有効であることがわかった。超高压噴射時では燃料揮発性の影響度は相対的に低下したが、着火性および芳香族分の影響は強く現れた。

2) 高効率 NO<sub>x</sub> 除去反応プロセスの探索

CO を還元剤とする NO 選択還元(CO-SCR)触媒のさらなる性能向上を目指すとともに、CO-SCR 触媒技

術をベースにして、尿素選択還元法など他の技術を複合化した高性能 NO<sub>x</sub> 除去触媒技術の検討を行った。CO 還元剤による NO 選択還元活性を示すイリジウム系触媒とアンモニア選択還元触媒との複合化の検討を行った結果、アンモニア選択還元触媒としてはゼオライトに銅を担持した触媒が有効であること、前段にアンモニア選択還元触媒、後段に CO 選択還元触媒を配置した複合化触媒は、単独の触媒と比較して広い温度範囲で高い NO<sub>x</sub> 除去率が達成されることを見出した。

## 3) 省エネ型コンバータの開発

高い熱回収性能と低い圧力損失を維持しつつ高処理量を可能にするための排熱回収型コンバータ構造の改良を行うことを目的として、これまで検討を行ってきた折りたたみ伝熱板構造とは異なる、拡散接合法を用いたステンレス製の積層一体型の熱回収コンバータ構造を試作し、機械的強度とシール性が格段に優れた構造体を得た。さらに、上記コンバータの往路に NH<sub>3</sub>-SCR 触媒を、復路に CO や炭化水素などの除去と NH<sub>3</sub>スリップ防止効果を有する酸化触媒を配置したコンバータについて NO<sub>x</sub> 除去性能を確認した。その結果、入気温度120℃、熱交換部を含む空間速度17000 h<sup>-1</sup>の条件で、燃費悪化率3%程度に相当する補助加熱の使用により、NO<sub>x</sub> 転化率約70%の性能が得られた。また、このときのコンバータの熱回収率は約78%に達した。

## 4) バイオマス燃料利用に関する動向および技術課題の調査

国内外におけるバイオマス由来の燃料について、原料種、製造動向、燃料品質・性状、エンジン・自動車への適用例および技術課題について調査を実施した。バイオマス由来燃料を原料種で大別すると、動植物油脂を原料とする第一世代、木質系バイオマス等を原料とする第二世代がある。第一世代の中で油脂をエステル化した脂肪酸メチルエステル (FAME) は、不飽和結合が残存するため酸化安定性に課題がみられた。油脂を水素化脱酸素処理により直鎖炭化水素に変換する水素化バイオ燃料の場合は、酸化安定性に優れるが、低温流動性に課題が認められた。第二世代の中には木質系バイオマスをガス化、合成した合成バイオ燃料があり、これは天然ガス由来の GTL と同様の燃料性状を有する。

エンジン・自動車への適用例について、FAME では、10%程度の混合率では排気性状に対する影響は小さい。ただし、5%程度の混合率でも品質が粗悪であればエンジン耐久性、信頼性を確保できない。水素化バイオでは、10%の混合率であれば排出ガス、燃費、出力への影響は小さい。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕ディーゼルエンジン、予混合圧縮着火燃

焼、PCI、NO<sub>x</sub> 除去触媒、熱回収コンバータ、バイオマス燃料

〔研究 題 目〕 革新的次世代低公害車総合技術開発／次世代自動車の総合評価技術開発

〔研究代表者〕 齊藤 敬三（産学官連携推進部門）

〔研究担当者〕 齊藤 敬三、桜井 博、榎原 研正、大沼 恵美子（計測標準研究部門）、篠崎 修、土田 千賀子、笠木 久美子（新燃料自動車技術研究センター）、瀬戸 章文（金沢大学）（常勤職員3名、他5名）

〔研究 内 容〕

次世代低公害車からの PM（排気微粒子）排出総質量の減少に伴い、従来から用いられてきたフィルター法に代表される質量基準計測法は適用限界に近づくため、これらの重量測定に加え粒子の個数計測法に基づいた総粒子数濃度や粒径分布の測定が有効である。このため、産業技術総合研究所ではエアロゾル粒子個数濃度測定に対する標準の開発を目的とした研究を行い、個数濃度測定器に関する国内一次標準の開発と UNECE WP29/GRPE-PMP（国連欧州経済委員会傘下で進められている微粒子計測法プログラム）への対応を目的として、校正用標準器の製作・評価並びに個数濃度測定装置の試験・校正方法の開発を行った。

今年度までに、校正設備として流量1 L/min、粒径10 nm、10回の繰り返し測定を行った場合、相対不確かさ（95 %信頼区間）は低濃度で電流測定のみばらつきが増大し不確かさが大きくなってはいるものの、粒子濃度 $10^4/\text{cm}^3$ で約0.7 %、 $10^3/\text{cm}^3$ でも約3 %と、粒子濃度標準として十分許容できる小さな不確かさを達成することができた。

また、PM の質量分級と個数濃度測定を組み合わせた高感度・オンライン質量濃度計測システムを構築し、従来のフィルター法の測定限界を推定することを目的とした研究を行い、標準粒子による測定実験により本手法の妥当性を確認するとともに、新たにディーゼル排気微粒子（DEP）によるオンライン法とフィルター法の比較測定を行ってきた。

今年度は、実際のディーゼル排気 PM を用いて両者の相関を調べるとともに、DMA-APM 法で求めた粒径毎有効密度を考慮して求めた質量濃度と、従来通りに密度を一定と仮定して計算した場合の質量濃度との比較や、本オンライン法で測定する個数濃度と質量濃度の相関などについて詳細な検討を行いその特性を明らかにした。その結果、本手法を用いることにより極低濃度域におけるフィルター秤量法の妥当性を評価できる見通しを得ることができた。

〔分 野 名〕 標準・計測、環境・エネルギー

〔キーワード〕 ディーゼル微粒子、校正技術、質量濃度

〔研究 題 目〕 計量器校正情報システムの技術開発事業

〔研究代表者〕 松本 弘一

（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 今江 理人、雨宮 正樹、鈴山 智也、藤井 靖久、美濃島 薫、稲場 肇、平井 亜紀子、佐々木 薫、中村 安宏、坂本 憲彦、木藤 量隆、柚木 彰、原野 英樹、佐藤 泰、松本 哲郎、大澤 尊光、佐藤 理、臼田 孝、大田 明博、野里 英明、小畠 時彦、小島 桃子、梶川 宏明（常勤職員22名、他2名）

〔研究 内 容〕

各分野は、6月にドイツ・ベルリンで行われた PTB-BIPM Workshop にて研究成果を報告した。

研究開発テーマ「分野1. 時間標準遠隔供給技術の開発」

平成18年度より開始した利用者端末装置の商用化を実現した。当該装置を用いた遠隔校正サーバ装置用処理ソフトの開発や利用者端末装置の小型・高機能化に向けた検討を開始した。

研究開発テーマ「分野2(1). 長さ標準供給遠隔供給技術の開発：波長」

フェムト秒パルスレーザのモード間ビートを利用した距離測定技術において、ビート周波数を40 GHz に高周波数化することで、空気揺らぎの影響のない近距離において標準偏差0.3 μm の位相安定性を実現した。また、環境安定性と波面精度を向上させた実験装置の基礎評価を行い、その結果を元に、光学ヘッド部と電装部を分けた分離型試作機を設計・作成した。

研究開発テーマ「分野2(2). 長さ標準遠隔供給技術の開発：光ファイバー応用（ブロックゲージ）」

リングゲージ用の干渉測定装置の光の利用効率を高めるよう改良し、標準干渉計を作製して評価した。マイクロ干渉計の検討を開始すると共に、ゲージ表面における光の位相変化の補正技術を検討した。また、リニアスケールの高速校正のために、白色干渉縞の高速測定装置を作製すると共に、空気屈折率の遠隔測定に関して0.4 ppm の不確かさの見通しを得た。さらに、同一電話局内であれば光ファイバーネットを利用できる可能性を見出した。

研究開発テーマ「分野3. 電気標準遠隔供給技術の開発：交流（インダクタンス標準）」

キャパシタンス標準、交流抵抗標準において、遠隔校正システムを完成し、校正事業者とユーザーの間での実証実験を実施した。目標の不確かさにおいて、持ち込み校正と遠隔校正の差は拡張不確かさ80 ppm 以内で見当たらず、良好な結

果を得た。また、実証実験から得られたいくつかの問題点を検証し、遠隔校正プログラムの改良と高度化を行った。

研究開発テーマ「分野4. 放射能標準遠隔供給技術の開発」

放射線防護のための放射線測定装置および放射線測定装置校正場に関する遠隔校正システムの開発を行った。IC タグ付仲介標準線源、IC タグ付サーベイメータ、IC タグ読取装置つき校正治具による遠隔校正システムを用いて実証実験を行った。依頼試験として、医療用放射性核種  $\text{In-111}$  を用いて、日本アイソトープ協会の加圧型電離箱を遠隔校正し、不確かさ 2.0 % で校正証明書を発行した。さらに、144 keV 単色速中性子フルエンスの遠隔校正のために、仲介検出器として  $^3\text{He}$  比例計数管を使用した試験を行った。また、熱中性子に対して中性子スペクトルの違いによる補正の高精度化を行った。

研究開発テーマ「分野5. 三次元測定機標準遠隔供給技術の開発」

仲介標準器（ゲージ）の開発とゲージの校正手法確立のための基礎実験、現場環境における低熱膨張材料製ゲージの安定性評価実験を行った。また、校正に用いる装置（微小標準器評価装置）の整備を行った。依頼試験として、遠隔校正を不確かさ 0.5  $\mu\text{m}$  以下で1件実施し、また、10月にオーストラリアで行われた APMP TCL Workshop-CMM Metrology にて研究成果の報告と情報収集を行った。

研究開発テーマ「分野6. 振動・加速度標準遠隔供給技術の開発」

平成18年度に開発した、遠隔校正に必要となる振動加速度計用チャージアンプの校正装置プロトタイプをもとに、普及型校正装置を開発し、不確かさ 0.05 % 未満を達成した。特徴は主要部品がキャパシタやインダクタ等の受動部品から成り、初期の特性を安定して維持できること、電荷増幅器の位相特性評価が可能なことなどである。普及型の開発にあたり、従来手動で行っていた制御を全て自動化し、装置の接続など最低限の初期設定を除いて被校正事業者側は装置に触れる必要がないようにできた。

研究開発テーマ「分野7. 圧力標準遠隔供給技術の開発」

遠隔校正の信頼性を確保するため、複数のデジタル圧力計と圧力発生器を搭載した仲介器を開発し、デジタル圧力計の特性をより詳細に評価する手法を検討した。さらに、開発した仲介器を用いて、国内外で遠隔校正の実証実験を行った。気体差圧 10 Pa ~ 10 kPa においては不確かさ 100 mPa または 0.01 % 以下、液体圧力 10 MPa ~ 100 MPa においては不確かさ 0.01 % 以下で遠隔校正を実施する見通しを得た。

【分野名】標準・計測

【キーワード】遠隔校正サーバ装置、フェムト秒パルスレーザ、白色干渉縞、キャパシタンス標準、交流抵抗標準、IC タグ付仲介標準線源、低熱膨張材料製ゲージ、電荷増幅器、気体差圧、液体圧力

【研究題目】知的基盤創成・利用促進研究開発事業／臨床検査用標準物質の研究開発

【研究代表者】千葉 光一（計測標準研究部門）

【研究担当者】高津 章子、加藤 健次、加藤 愛、加藤 尚志、絹見 朋也、藤井 紳一郎、川口 研（常勤職員8名）

【研究内容】

本研究では、臨床検査で行われる基本的な項目について、末端の検査機関で用いられる標準物質から高位標準物質までのトレーサビリティ体系を構築すること、すなわち、医療計量及び医療検査機械システムで得られる臨床検査データに科学的（計測学的）な信頼性を付与し、また、臨床検査データの互換性が空間的にも（何処でも）、時間的にも（いつでも）確保できるようになることを目的として、臨床検査用標準物質の開発研究を行った。具体的には、国際的にも認められる臨床検査用標準物質の開発を目指し、初診時に必須な検査項目と内分泌疾患の病態識別、循環器系疾患や糖尿病患者の治療の判断に必須な項目等から20種類程度の重要な項目からを選択して、3年間で実試料系標準物質の開発を行う。また、現在、認証標準物質が開発されていないために、トレーサビリティ体系が確立されていない純物質系蛋白質を中心に、3種類程度の純物質系標準物質を開発する。

実試料系標準物質に関しては、ヘモグロビン A1c 実試料系標準物質について不確かさの評価実験と国際的な共同実験による認証値の設定を行い、JCTLM データベースにノミネートした。グリコアルブミン、血清鉄、尿素、コルチゾール、インスリン、C-ペプチド、尿中アミラーゼ、HDL-コレステロール、LDL-コレステロール、血清 C 反応性蛋白 (CRP) については実試料系標準物質のプロトタイプを作製し、反応特性と日常検査法との互換性試験を実施し、標準物質に必要な性状を明らかにした。尿中ナトリウム・カリウム・塩素・マグネシウム・カルシウム・尿酸・尿素窒素・クレアチニン・グルコース・無機リン、血清無機リン・リチウムについては、実試料系標準物質候補について標準物質として必要な安定性の評価を行い、尿用標準物質については、標準物質の開発が可能となった。アルブミン、腭型アミラーゼについては実試料系標準物質の値付けを実施した。リパーゼについては、各社試薬での共同実験をもとに、標準物質に必要な特性や調製方法を決定した。今後、HDL-および LDL-コレステロール、グリコアルブミンについては来



年度の JCTLM データベースにノミネーションを行うように準備を開始した。

純物質系標準物質に関しては、C 反応性蛋白の純物質系標準物質(標準液)について認証作業が終了し、認証標準物質としての供給が可能となった。C 反応性蛋白は来年度の JCTLM にノミネーションする予定である。アルブミンの純物質系標準物質については値付けのための基準測定法を確立した。コルチゾールの純物質系標準物質に関しては、値付けの基準とする高純度標準物質および供給用の候補品の調製方法を決定するとともに、値付けのための測定方法を確立し、目標の不確かさ1 %以内での値付けの見通しを得た。

実試料系標準物質の調査研究に関しては、平成17年度および18年度で標準物質が作製可能と判断した項目について、実験計画書および標準物質候補品を作製し、検証実験を行った。このうちエストラジオール (E2)、黄体形成ホルモン (LH)、卵胞刺激ホルモン (FSH)、遊離型サイロキシシン (FT4)、 $\beta$ 2-マイクログロブリンについては、プール血清 (抗原未添加) が有効という結果を得た。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 臨床検査、標準物質

〔研究 題 目〕 光バックプレーンに関する標準化調査事業

〔研究代表者〕 青柳 昌宏

(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 青柳 昌宏、仲川 博、菊地 克弥、伊藤 日出男、岡田 義邦、福田 昭 (常勤職員4名、他2名)

〔研究 内 容〕

本標準化調査事業は、高速通信情報機器に将来必須となる光バックプレーンを普及発展させるために、これまでに国家プロジェクトで開発してきた光実装部品技術で統合した光バックプレーンに関して、世界に先駆けて、国際標準として提案することを目的とする。

光バックプレーンはサーバやルータなどの情報通信装置をコンパクトに実装して光接続をするためのプラットフォームとなる部品であり、これが標準化されれば、これを基点として光実装部品の適用範囲が広まり、この分野のビジネスが大幅に拡大する効果が期待されている。特に、光部品は金型成型品が使われるため、標準化による使用量の拡大は、コスト低減に非常に効果的であり、さらに安価な光実装部品が市場に出回ることになって、将来の情報家電への適用拡大の波及効果も期待されている。

平成19年度は、平成18年度に実施した、光バックプレーンの標準化規格として規定すべき要求条件の明確化、実用上必要な信頼性の確保を目標とした、

- ・光バックプレーン規格案作成の調査
- ・光バックプレーンとしての信頼性の評価、

- ・光バックプレーンの要素部品の信頼性評価、
- ・光バックプレーンに関連する国際規格、および関連技術の動向調査

以上の調査結果に基づき、光バックプレーンの規格案及び要素部品3種の規格案を作成した。さらに信頼性試験を行うとともに、その互換性／実用性も確認できた。規格案については、国際標準規格 IEC への提案を念頭に、国内規格団体へ提案した。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 光バックプレーン、標準、光実装、光部品、信頼性

〔研究 題 目〕 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／直接加熱式 VOC 吸着回収装置の研究開発

〔研究代表者〕 菊川 伸行 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 小林 悟、小菅 勝典、竹森 信、久保 史織、竹内 浩士 (常勤職員5名)

〔研究 内 容〕

(目標)

本研究開発は、多様な回収ニーズに対応できる高機能・高効率な回収装置でありながら、中小企業でも導入可能な小型・低価格で、VOC の「回収 (再利用)」によるコストメリットを生み出し、さらに環境管理の負担をも軽減できる、VOC 吸着回収装置を実現するために必要な技術開発を行うものである。この目標を達成するために、脱着に際してスチームを使わずに、繊維状活性炭の通電加熱など吸着剤を電磁場エネルギーで直接加熱する方式の吸着回収装置の開発を行う。さらに、モニタリング技術を統合することによって維持し易かつ安全な吸着回収装置として広範な普及をめざす。

(年度進捗状況)

スチームを用いない新しい VOC 吸着回収装置の開発をめざして、トルエンなど可燃性 VOC 用の吸着回収装置開発に資するキュリーポイント制御技術の確立と、可燃性 VOC に適した吸着剤の開発をめざして研究した。

高周波加熱を用いた $3\text{m}^3/\text{min}$  規模装置を想定した70リットル吸着脱離ユニットにおける温度均一化をめざした検討を行った結果、PID 制御の併用によって省エネルギーが図れるとともにキュリーポイント温度制御技術によって極めて優れた温度の均一化が図れることを明らかにし、これによって利用技術を確立した。

また、トルエンの吸着脱離の操作条件にかかわるいくつかの有用なデータを取得し、さらに、高周波発熱体として用いている金属磁性体の触媒作用を実験的に検討し、障害にならないことを明らかにした。

可燃性 VOC に適した吸着剤開発に関する検討結果は以下のようである。

高周波誘導加熱方式吸着回収試作機に用いている物

理混合用の高周波発熱体切片の寸法を最適化する検討を行い、機械的強度が保てる範囲でなるべく薄い切片が望ましいことを明らかにした。

また、高吸着能と易脱着能とを兼ね備えている開発シリカ吸着剤をペレット化するためのバインダ等成型条件を明らかにした後、成型体についてトルエンの吸着脱離挙動を現有ゼオライト吸着剤と比較した。その結果、期待通り、ゼオライトに比べて50℃以上低温で脱離可能であることが明らかとなった。開発シリカ吸着剤が実用化されればランニングコストの大幅な低減が期待できる。

さらに、量産可能な複合吸着剤を開発すべく、吸着剤と発熱体の粉末の混合造粒による高周波発熱体作成を念頭に、高周波加熱機構の解明に繋がる基礎的検討を行った。また、磁性合金被覆複合法においても、専用ジグを作成して量産性のある複合吸着剤作成方法を考案した。

エンバイロメント・テクノロジー・ベンチャーズ社と共同して行った高周波誘導加熱方式吸着回収試作機による運転研究において、数度の改造を経た上で液回収率93%を達成することができた。これにより、可燃性VOCを対象とした直接加熱式VOC吸着回収装置の開発目標を達成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】揮発性有機化合物、吸着回収、シリカ多孔体、高周波、キューリーポイント

【研究題目】革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト／革新的断熱技術開発／次世代断熱発泡剤の研究開発

【研究代表者】関屋 章（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】田村 正則、権 恒道、水門 潤治、徳橋 和明、陳 亮、高橋 明文、滝澤 賢二、内丸 忠文（常勤職員9名）

【研究内容】

発泡プラスチック系断熱材の断熱性能は、発泡剤の断熱特性が優れているほど高い断熱性能が得られるが、断熱性能に優れた従来の発泡剤は温暖化係数が大きい。本研究では、温暖化係数が小さく断熱特性も優れた発泡剤の開発を目指して検討を進める。フッ素系オレフィン類を候補化合物とし、毒性、熱伝導率、温暖化評価、燃焼性評価、VOC評価、合成法など多方面から検討することで、断熱特性が優れ環境への負荷の小さい発泡剤を開発する。

本年度は、以下の研究を行った。C4オレフィンの一つについて合成検討を開始した。脱HF反応で目的物を合成し、その際に副生成物として生じる異性体を触媒存在下で異性化することにより目的物に変換できることを明らかにした。この2段階の反応で収率約70%から約90%で目的物を得ることができた。この反応のスケールアップも検討した。

環境影響評価として種々の不飽和化合物とOHラジカルとの反応速度の測定を開始した。6化合物について測定を行い、その結果からこれらの化合物の大気寿命が数日～十数日であることを明らかにした。また、総合温暖化評価に関し、発泡剤のTWPとCWP値のデータ更新、モデルの家を想定した発泡材料評価を進めた。

安全性評価として燃焼限界、燃焼速度の測定を開始した。燃焼限界についてはASHRAE法で5化合物の測定を行い、C3の不飽和化合物はH原子が1個以下では不燃であることが分かった。燃焼速度に関しては、不飽和炭化水素3化合物の燃焼速度を球形容器法によって測定し、分子内にフッ素が入ることで燃焼速度が大きく低下することが分かった。安全性評価として、毒性評価も開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】代替物、発泡剤、断熱材

【研究題目】ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発／実用的な性能評価、安全基準の構築／『ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発』の実用的な運転モード及び評価手法ならびに安全基準の構築

【研究代表者】関屋 章（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】徳橋 和明、田村 正則、滝澤 賢二、近藤 重雄（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

冷凍空調機器の冷媒として、炭化水素、アンモニア、二酸化炭素等のノンフロン系冷媒の使用が検討されている。しかしながら、炭化水素、アンモニアは燃焼性を有するため、これらの化合物を安全に使用する上では燃焼性の評価が不可欠である。また、持続可能社会の構築のためには、製造から廃棄までの消費エネルギー他を考慮した長期的な視野での温暖化評価を行う必要がある。そこで、最適な冷媒の選択に資することを目的に、冷媒の燃焼性評価で不可欠な燃焼限界と燃焼速度の測定と予測手法の開発を行うと共に、科学的で分かり易い総合的な温暖化評価法を開発する。

本年度は、以下の研究を行った。燃焼限界については、代表的な可燃性化合物であるアンモニア、メタン、エチレン、プロピレン、ジメチルエーテル、ギ酸メチルを二酸化炭素で希釈した場合の燃焼限界をASHRAE法で測定すると共に、二酸化炭素で希釈した場合の燃焼限界の変化を拡張ルシャトリエ式で高精度に予測可能なことを明らかにした。また、燃焼限界の温度依存性の測定を開始した。

燃焼速度については、ジメチルエーテル、エチルメチルエーテル、ジエチルエーテル、及びn-ブタンの燃焼速度を球形容器法によって測定した。次いで、今年度測定した4化合物、及び3種類の含フッ素エーテル、2種類の炭化水素、2種類のHFCの燃焼速度について、エーテ

ル結合、CF<sub>3</sub>基、C-C 結合の数から推算する方法を開発し、高精度で燃焼速度を予測可能なことを明らかにした。

ノンフロン系冷媒の総合温暖化評価に関しては、TWPG と CWP を IPCC の2007年度版の値に基づいて更新した。また、自動車のエアコンの評価を TWPG と CWP の評価で行い、冷媒として R134a、二酸化炭素、Fluid-H、R152a で比較した。その結果、二酸化炭素冷媒が最も高い温暖化を示し、その他の3冷媒は近い値で、温暖化効果は低いことを明らかにした。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】冷媒、燃焼性評価、燃焼限界、燃焼速度、温暖化評価

【研究 題 目】革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト／革新的断熱技術開発／発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材および連続製造プロセスの開発

【研究代表者】依田 智（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】依田 智、古屋 武、眞子 祥子、菅田 孟、亀田 孝秀（シーアイ化成）、松本 博文（シーアイ化成）、大竹 勝人（東京理科大学）（常勤職員2名、他5名）

【研究 内 容】

マイクロメートルサイズ以下の大きさをもつポリマーの発泡セル内部を、熱伝導率の低い低密度シリカで充填した構造を持つ発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材の開発を行った。

組成の制御および製造プロセスの最適化を目的として、(a) ポリマー／シリコンアルコキシド／超臨界二酸化炭素（scCO<sub>2</sub>）反応系の上記三成分系の高圧相平衡観察および(b) scCO<sub>2</sub>中におけるゾルゲル反応の促進、の二項目を検討した。(a) については、種々の組成、温度、圧力において、三成分系の相状態を可視観察するための高圧相平衡測定装置を構築し、PLA、PET、PETG、PMMA の測定を開始した。(b) ではシリコンアルコキシドの反応を促進させ、シリカの担持量を増大させて断熱性能を高めるための手法として、アルコキシドオリゴマーの利用、およびシランカップリング剤を利用した反応促進の二法について検討を行い、その有効性を確認した。またこれらの知見を元に、発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材を試作し、走査型電子顕微鏡による発泡構造、シリカの分布状況等の観察、および多孔質構造の画像解析および定量化による微細構造評価を行った。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】断熱材・ナノコンポジット・発泡ポリマー・シリカエアロゲル・超臨界二酸化炭素

【研究 題 目】有害化学物質リスク削減基盤技術研究開

発 デュアルメンブレンシステムによるガソリンペーパー回収装置の開発

【研究代表者】原谷 賢治（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】藤原 一郎、内丸 祐子、向田 雅一、須田 洋幸、原 重樹、吉宗 美紀、（常勤職員7名、他1名）

【研究 内 容】

ガソリンペーパーの回収技術として、分子ふるい型膜水蒸気透過膜と溶解拡散型膜 VOC 透過膜の2種類の膜を用いる新規なデュアルメンブレンシステムによって、水分フリーのガソリンペーパーを回収する装置の開発をめざし、以下の研究を行った。

脱水膜として分子ふるい型の透過性を示す炭素中空糸膜について、さらなる性能向上の可能性を検討した。炭素膜前駆体への添加物の影響や焼成後の処理方法について検討したところ、分離性を損わず水蒸気の透過速度が向上することを明らかにし、炭素中空糸膜で今年度の目標値を達成する水蒸気透過性能： $5 \times 10^{-3} \text{cm}^3 (\text{STP}) / (\text{cm}^2 \text{ s cmHg})$ で、H<sub>2</sub>O/イソブタン理想分離係数： $10^5$ 以上を得ることができた。さらに、モジュール作製時に膜の破損の原因となっていた膜の脆さの問題に対し、炭素膜前駆体を改良することによって柔軟性を有するホローファイバー膜の開発に成功し、数百本の炭素膜を束ねた膜モジュールの作製が可能となった。この炭素膜モジュールによる実際のガソリンペーパーを用いた脱水試験を行った。炭素膜がガソリンとの接触で破壊することもなく、10-30 vol%のガソリンペーパー共存でも十分な脱水が可能であることを実証した。

VOC透過膜として使用しているシリコンゴム系高分子膜の分離性能向上の可能性を検討するために代替膜素材の探索およびVOC吸着剤の添加による改質を試みた。代替膜素材の候補としてジメチルシロキサンとウレタンの共重合系のポリマーを選定し、薄膜を作製して各種ガスおよび有機蒸気の透過試験を行った。試験サンプルのガス・蒸気の透過特性はシリコンゴム膜とほぼ同様で代替候補としては不適であった。VOC吸着剤としてゼオライトおよび活性炭を選び、その微粉末を練り込んだシリコンゴム膜を作製し、その効果を評価するためにガス・蒸気の透過特性を測定した。有機蒸気の溶解度が大きくなる傾向が見られたがN<sub>2</sub>との選択性はシリコンゴム膜とほぼ同じで分離性能向上は期待できない結果であった。吸着剤によるみかけ溶解度が増しても吸着成分の拡散性が小さいために選択透過性としては効果が現れないと考察される。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】脱水膜、VOC 透過膜、ガソリンペーパー回収

【研究 題 目】機械加工システムの新構造部材の開発・高剛性高減衰能構造材料と評価技術の開



## 発、高機能摺動部材と評価技術の開発

〔研究代表者〕 三島 望

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 三島 望 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

我が国における製造業の国際競争力維持・強化を図ることを目的として、高付加価値製品の高効率加工に資する高度機械加工システムの研究開発事業を行う。具体的には、①工作機械を設計・評価するためのツールの開発、②表面改質による潤滑性に優れた摺動材料の開発とともに、表面への微細パターニング技術や潤滑分子種の最適化技術の開発により、高耐圧低変形かつ摩擦力の変動が従来の1/10以下になる案内面の開発を行う。平成19年度は、「工作機械設計支援手法」の研究について、異なる設計コンセプトを有する機械構造間の比較を試み、加工領域のおおよその大きさを同一として比較する方法を提案した。また「コーティングによる摺動材料の研究開発」では、摩擦力変動の小さい摺動面として、モリブデンターカイトの組み合わせにより案内面の摩擦係数が著しく低下することを明らかにした。さらに「パターニングによる摺動特性発現の研究開発」では、数十マイクロメートルオーダーのディンプルを表面に施した場合、平滑面に比べ摩擦係数が低下し、また安定になることが実験的に確認された。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 工作機械、すべり案内面、マイクロパターニング

〔大項目名〕 機械加工システムの新構造部材の開発・高剛性高減衰能構造材料と評価技術の開発  
発、高機能摺動部材と評価技術の開発

〔研究題目〕 工作機械設計支援手法

〔研究代表者〕 三島 望

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 三島 望 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究項目では、新規構造材料の開発も含め、近年、高度化、複雑化している工作機械設計について、主としてその初期の設計段階を支援する方法を提案することを目的としている。この目的のため、ロバスト設計の手法に基づく概念設計評価手法と有限要素法による詳細な構造変形の計算を組み合わせた工作機械設計支援ツールを提案した。概念設計支援手法では、単独の計算により、工作機械の設計パラメータ、局所誤差、構造などが性能に与える影響を見積もり、設計指針を導出する一連の計算方法を提示した。

平成19年度はこの方法を、近年実用化開発が盛んなうえに、軸数が多いために設計支援の必要性が高い5軸加工機に適用し、性能比較を行えるかを検討した。その結果、5軸加工機の基本数形式間の性能比較が可能であり、

設計支援に活用できることが確認できた。また、本事業の協力機関において開発した高剛性高減衰能の工作機械用新構造材料の特性、開発機の機械構造などのデータを取り込んで、対象となる機械の性能評価、開発材料の効果の検証を行った。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 工作機械設計、ソフトウェア、ロバスト設計、有限要素法

〔大項目名〕 機械加工システムの新構造部材の開発・高剛性高減衰能構造材料と評価技術の開発  
発、高機能摺動部材と評価技術の開発

〔研究題目〕 コーティングによる摺動材料の研究開発

〔研究代表者〕 村上 敬

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 村上 敬、Xia Yanqiu、金田 克夫、  
斉藤 慶子 (常勤職員1名、他3名)

〔研究内容〕

現在、従来に比べて高精度な加工が可能な工作機械がさまざまな分野で求められている。本研究項目では、工作機械の位置決め精度改善のため、摩擦力変動を従来の1/10に抑えた工作機械すべり案内面用摺動材料の開発を目的とする。平成19年度は、平成18年度にターカイト相手に低摩擦の出ることの明らかになった Mo 系材料について、案内面試験機用鋼製試験片上への減圧プラズマ溶射法によるコーティング処理を試みた。その結果、Mo よりも低摩擦であると考えられる  $\text{Fe}_7\text{Mo}_6$  ( $\mu$ 相) 合金粉末を溶射した場合、溶射中の粉末粒子温度により、形成される被膜の結晶構造が準安定体心立方構造の相、 $\sigma$  相、 $\mu$  相と変えることができることを明らかにした。この相変態現象は、低摩擦・耐摩耗性には優れているが、脆いという欠点のある $\mu$ 相、 $\sigma$  相の加工技術として利用できると考えられる。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 すべり案内面、境界潤滑、 $\text{Fe}_7\text{Mo}_6$ 、金属間化合物、プラズマ溶射

〔大項目名〕 機械加工システムの新構造部材の開発・高剛性高減衰能構造材料と評価技術の開発  
発、高機能摺動部材と評価技術の開発

〔研究題目〕 パターニングによる摺動特性発現の研究開発

〔研究代表者〕 中野 美紀

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 中野 美紀、佐々木 信也、  
斉藤 慶子、佐々木 雅子、  
福村 京子、小島 康史  
(常勤職員1名、他5名)

〔研究内容〕

摺動面表面にパターニング処理を施すことによって、

流体潤滑領域の拡大、摩擦力の減少及びすべり速度の増加による浮き上がり量減少の効果が起こることが報告されている。そこで、これらの効果を工作機械すべり案内面に応用することで、摩擦力の変動を抑えた案内面の開発を行った。表面形状の最適化を行なうため、パターンニング形状の最適化について数値計算を行い、実験との比較により、最適構造の探索を行った。サンドブラスト法によって、鋳鉄表面に数十マイクロオーダーのパターンニングを施し、市販のすべり案内面用潤滑油を用いて潤滑下の摩擦特性を調べた。パターンの形状としては、数値計算より推奨されるディンプル形状と、比較として溝形状を用いた。

その結果、溝形状の場合には、平滑面よりもおよそ1桁高い摩擦係数を示し、境界潤滑領域への移行が起こることが分かった。一方、ディンプル形状の場合には、平滑面よりも低く安定な摩擦係数を示した。この結果から、ディンプル加工によって流体潤滑領域の拡大が起こったものと考えられ、数値計算とも一致した。今後、数値計算と実験の組み合わせから、さらなる形状の最適化を進めていく予定である。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 すべり案内面、流体潤滑、パターンニング、サンドブラスト、鋳鉄

【大 項 目 名】 機械加工システムの新構造部材の開発・高剛性高減衰能構造材料と評価技術の開発、高機能摺動部材と評価技術の開発

【研究 題 目】 パターンニングによる摺動特性発現の検証と分子吸着状態の観察

【研究代表者】 是永 敦

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 中野 美紀、是永 敦、三宅 晃司、佐々木 信也、斉藤 慶子、佐々木 雅子（常勤職員3名、他3名）

【研究 内 容】

摺動面表面にパターンニング処理を施すことによって、摩擦力の減少などすべり摩擦特性を変化させる効果が得られることが報告されている。これらの効果を工作機械用すべり案内面に応用することで、摩擦力の変動を抑えた案内面の開発を行なった。ディンプル及び溝のパターンニング形状について、寸法をミリメートルからマイクロメートルまでの広い範囲で案内面試験機に適用して効果を調べた。その結果、溝、ディンプルともに混合流体潤滑領域において、摩擦低減効果が得られた。さらに、ミリメートルサイズのディンプルパターンを用いると、さらに流体潤滑領域が広がることが分かった。これは、ディンプルの油膜保持効果によるものと考えられる。

また、同時に潤滑油の選定についても、潤滑油及び添加剤分子の吸着状態をその場観察して評価するために、和周波（SFG）分光法を適用する方法を検討した。その

結果、材料及び潤滑油剤により分子の吸着挙動が異なることが分かった。よって、和周波分光法が摩擦面における分子の吸着構造解析に応用できることを明らかにし、材料に応じた最適な潤滑油及び添加剤分子選定の基盤技術を確立できた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 混合潤滑領域、ディンプルパターン、案内面試験機、和周波分光法、吸着構造解析

【研究 題 目】 知的基盤創成・利用促進研究開発事業／新規抗真菌剤（抗カビ剤）開発のための標的遺伝子知的基盤研究開発

【研究代表者】 町田 雅之

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 町田 雅之、小池 英明、玉野 孝一、石井 智子（常勤職員3名、他1名）

【研究 内 容】

生育に重要と考えられた159遺伝子のうち、ヒトや植物にオーソログが無い真菌特異的なもので、しかもこれまでに麹菌で機能が明らかとされていない30遺伝子、および既に麹菌で機能が明らかとされており、欠失により致死性あるいは生育障害性の影響を与える8遺伝子について、条件破壊株の作製を行った。条件破壊方法として、機能を調べたい生育に重要と考えられる遺伝子のプロモーターを、チアミン添加により発現抑制が制御可能と報告されている *thiA* 遺伝子のプロモーターと置き換え、チアミン添加によりその発現抑制を試みる方法を用いた。

生育に重要と考えられる遺伝子の機能解析は、これまでに作製を行ったレポーター検出系の麹菌導入株において、機能を解析したい生育に重要と考えられる遺伝子のうち前述の条件破壊が有効とわかった遺伝子の条件破壊を行い、条件破壊時のレポーター応答を見ることにより行った。上記の38種類の麹菌の生育に重要な遺伝子の条件破壊を行い、チアミン添加時のレポーター応答を調べた。また、エネルギー代謝系に係ることがホモロジー解析などから予想される生育に重要と考えられる遺伝子については、エネルギー代謝系レポーター導入株全4種類で条件破壊を行い、エネルギー代謝系の中での詳細な機能解析を行った。その結果、代表例として、細胞壁合成に関与し、欠失すると生育に障害が起こることがわかっている *kexB* 遺伝子の条件破壊は、細胞壁系のレポーター導入株でのみ応答が見られた。従って、生育に重要と考えられる遺伝子の機能は、条件破壊とレポーター検出系との組合せで明らかにできることが確認された。また、麹菌のゲノム解析の結果から、麹菌は特定の代謝系の遺伝子、P450及びトランスポーターの遺伝子が近縁種に比較して増幅が見られた。これらは、麹菌が高い薬剤耐性を有していることをよく説明するものである。これらを踏まえて、破壊により致死性・生育に大きな影響を及ぼ

すと予想される麹菌の遺伝子の候補を選択した。そこで、近縁の真菌で致死性あるいは生育障害性と報告されている遺伝子に注目し、14種類の麹菌オーソログについて欠失実験を行うことにより、いくつかの遺伝子は麹菌の生育に重要であることが示された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 麹菌、ゲノム解析、致死性遺伝子、データベース、レポーター

【大 項 目 名】 固体酸化物形燃料電池システム技術開発  
【研究 題 目】 信頼性向上に関する研究開発、中温円筒平板形スタック長期寿命評価並びに劣化挙動評価

【研究代表者】 横川 晴美（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 酒井 夏子、堀田 照久、山地 克彦、Manuel Brito、岸本 治夫（常勤職員6名）

【研究 内 容】

4種類のスタック構造の異なる SOFC のスタック・モジュールの長期運転試験を行い、劣化挙動を測定するとともに、試験後解体調査を行った。特に2次質量分析計（SIMS）を用いて従来の測定では十分な情報の得られていない低濃度（1 ppm 以下）あるいは深さ分解能（1  $\mu\text{m}$  以下）での物質移動過程を調べ、劣化がある場合にはそのメカニズムを解明し、劣化が認められない場合でも長期間の運転下で劣化に至る可能性のある現象を見極め、寿命評価することを目的とした。

「中温円筒平板形スタック長期寿命評価」においては、中温円筒平板形スタックの長期耐久試験を行い、劣化機構を検討した。さらに、改良単セル、スタックの耐久性を評価した。7000時間以上の長期耐久試験をおこない、電圧劣化率が直線的に変化することを観測した。空気極／中間層／電解質界面近傍の付与状態を改良した改良単セルでは、初期の電圧劣化率は比較的大きいが、2000時間以上の耐久時間では電圧低下率が小さくなり、電圧劣化率の改善を確認した。改良単セルを搭載した改良スタックの耐久性も検討し、平均電圧劣化率は、0.3 A/cm<sup>2</sup>で0.9 %/1000時間（従来品は1.2-1.5 %/1000時間）と、劣化率が改善されていることを確認した。耐久試験後の解体分析、不純物分析において、空気極と電解質の間にある Ce 反応抑制層（中間層）中での空気極の特定金属成分量の増大を確認した。さらに、不純物の蓄積なども観測し、これらと電圧劣化との関連性について考察した。また、解決されていない劣化要因を抽出し、耐久性向上のための今後の課題を列挙した。

「劣化挙動評価」では、4種類のスタック・モジュールで2回行われた長期運転後の各部材界面での拡散挙動および混入した不純物元素の濃度変化を検出して劣化につながる現象の抽出、原因調査を行った。スタック材料間の拡散データの取得並びに比較を空気極材料、空気極

／電解質、空気極／反応抑制層について行った。空気極の不純物に対する反応性を酸・塩基性の観点より整理し、反応の駆動力となる因子を考察した。電解質については特に燃料極側でのイオンの配位構造の変化について考察した。燃料極では硫黄によると思われるニッケルの凝集について検討・考察した。まとめとして各スタックにおける劣化の特徴、改良点を整理し、残された課題を明らかにした。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体酸化物形燃料電池、劣化、信頼性向上

【研究 題 目】 低抵抗・高イオン拡散性ナノポーラス電極による高出力型2次電池の研究開発

【研究代表者】 本間 格（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 周 豪慎、松田 弘文、島野 哲、三宅 博都、大久保 将史、姜 春海、工藤 徹一（常勤職員3名、他5名）

【研究 内 容】

本研究では高出力型電池の実用化を目標とし高速電荷移動が可能な電極の創製を目指してナノ空間を有するポーラス電極（ナノ構造電極）の新規合成法を開拓し、通常のリチウム2次電池に比べて100倍程度高速に充放電可能な電池材料を創製することを研究開発目標とする。すなわちナノ構造電極のコンセプトとして①ナノポア内における高速イオン拡散と②活物質のナノ構造化によるリチウムイオン拡散長の短縮、③ナノポア内部の高い比表面積から生じる巨大な擬似容量や④連続フレームワーク構造の高い電子導電性を利用した従来の材料技術では達成不可能な100 C レベルの高速充放電可能なナノ構造電極の要素技術開発を行う。本年度の研究開発において、溶液プロセスあるいは高速アニール法に基づくナノ結晶 LiCoO<sub>2</sub>の合成方法を開発し、その構造解析と電極特性を評価した。特に溶液プロセスを用いてイオン交換法にて作成したナノ結晶 LiCoO<sub>2</sub>は10 C 以上の高速充放電が可能であった。また熔融塩法を用いてナノ結晶 LiCoO<sub>2</sub>の量産化プロセスの開発も行った。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ナノ結晶、リチウム2次電池、高速充放電、ナノポーラス電極

【研究 題 目】 ナノダイヤコーティングを施したポリフエニレンサルファイド（PPS）樹脂の射出成形品

【研究代表者】 長谷川 雅考

（ナノカーボン研究センター）

【研究担当者】 長谷川 雅考、石原 正統、金 載浩、津川 和夫、川木 俊輔、古賀 義紀、東レ(株)化成品研究所、(株)ハルナ環境エネルギー研究所



【研究内容】

③-3 ナノダイヤモンドコーティングを施した PPS 樹脂射出成形品の評価

平成17、18年度に開発した低電子温度表面波プラズマ CVD 装置を用いてナノダイヤモンドコーティングを施した、PPS 樹脂基材へのコーティングの密着強度評価を行った。またこれにもとづいて、密着強度向上を行った。基材表面のクリーニング、プラズマプロセスの最適化、前処理法の改善、中間層の形成、などについて検討を行った。プロセス中の基材表面の清浄度を高めるため、低電子温度表面波プラズマ CVD 装置の排気装置をグレードアップした。また前処理法の改善のため、研磨により基材表面の平坦性を高めた基材への前処理、およびコーティング試験を行った。以上により、株式会社レスカ製、超薄膜スクラッチ試験機による25  $\mu\text{m}$  スタイラスを用いたスクラッチ強度試験で、密着強度60 mN をほぼ達成した。

③-4 ナノダイヤモンドコーティングを施した PPS 樹脂射出成形品の摺動特性試験

ナノダイヤモンドコーティングを施した PPS 樹脂射出成形品の摺動特性試験を実施し、基礎特性の評価を行った。その結果、実用レベルの摺動特性発現のためには、コーティングの硬度と密着強度のさらなる向上が必要であることが明らかとなり、このための方策を検討した。

③-5 ナノダイヤモンドコーティングを施した PPS 樹脂射出成形品の摺動特性を利用したプロトタイプを試作

ナノダイヤモンドコーティングを施した PPS 樹脂射出成形品の摺動特性を利用したプロトタイプを検討した。その結果、プロトタイプ作製のためには実用レベルの摺動特性を発現する必要があることが明らかとなった。上記③-3、③-4に基づき、プロトタイプ作製に向かって、実用レベルの摺動特性発現のための方策を実施している。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノダイヤモンド、低電子温度表面波プラズマ、PPS

【研究題目】知的基盤創成・利用促進研究開発事業／マイクロ波・ミリ波におけるインピーダンス計量標準の研究開発

【研究代表者】堀部 雅弘（計測標準研究部門）

【研究担当者】堀部 雅弘、小見山 耕司、島岡 一博、木下 基（常勤職員4名）

【研究内容】

3.5 mm 径同軸コネクタについて高周波インピーダンス標準(S パラメータ標準)を0.1 GHz から33 GHz まで確立し、それを活用した計量法に基づく標準供給の開始を実現した。新規特定標準器の登録は計量行政審議会計量標準部会において承認され、2008年1月9日付官報4743第号にて、計量法第百三十五条第二項の規定に基づく特定標準器による校正等を行う者等の告示がなされた。また、ISO/IEC 17025品質システムに対応して標準供給

の品質維持体制も整えた。

本事業では、ベクトルネットワークアナライザの不確かさ評価を実施し、校正不確かさを反射特性( $S_{11}$ )で0.003~0.006、伝送特性( $S_{21}$ )では0.00006~0.005と、欧米に比べ反射特性では0.0045、伝送特性では0.001程度小さい不確かさで、世界最高水準のS パラメータ標準を確立した。更に、開発したインピーダンス標準を活用し、3.5 mm 同軸電力常用標準器と校正システムの反射評価を33 GHz まで評価できたことで、3.5 mm 同軸電力計への校正を2.92 mm 同軸高周波電力特定標準器からコネクタ拡張することで実現した。33 GHz までの3.5 mm コネクタでの電力標準供給は米国と日本のみであり、実現した不確かさは約2.0 %と米国に比べて同等以上の水準を達成しことから、実質的に世界最高水準の標準を確立したといえる。再委託先である（財）日本品質保証機構(JQA)においては、校正設備の33 GHz までの校正不確かさ評価を行い、産総研トレーサブルな校正サービスを開始できる体系を実現した。

本事業において蓄積した高周波インピーダンス標準と高周波電力標準の開発技術により、今後の産業界ニーズに即応した標準の確立が実施できる体制となった。そして、JQA を介することで、幅広い計測器校正ニーズに応えられるようになった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】3.5 mm 径同軸コネクタ、S パラメータ標準、高周波電力標準、計量法、JCSS

【研究題目】ナノテクノロジープログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発／ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発

【研究代表者】Nebel Christoph Erwin

(ダイヤモンド研究センター)

【研究担当者】鹿田 真一、山田 貴壽、上塚 洋  
(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

細胞内小器官の機能を解明したり、細胞内外の物質輸送を可能とするための、ダイヤモンドナノ針の作製技術と、これを使った細胞操作の可能性を検討してきた。一昨年までにナノサイズの先端形状を持つダイヤモンド針の作製技術を完成させ、本年度はその製造レシピを参画企業に移管した。電気計測や電気インパクトを可能とするために、先端のみを電気伝導性を持たせる構造の針を製造する技術を確立した。一方、先端へのバイオ材料の固定については、電気化学的手法で微小領域へのDNA 固定を確認し、遺伝子導入技術への発展の可能性を確認した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ダイヤモンド、AFM、表面修飾、細胞操作、遺伝子導入

〔研究題目〕 ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術）／ナノテク・先端部材実用化研究開発／ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発

〔研究代表者〕 中村 史  
（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕 中村 史、宇田 みき  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

主にヒト培養細胞を用い、作製されたダイヤモンド・ナノ針もしくは導電性針の挿入操作を行い、細胞の生物活性に対する影響を調査した。平成19年度ではナノ針挿入による DNA 障害を評価するため、DNA 損傷時に発現する p53タンパク質を免疫蛍光染色法により検出した。まず、p53が正常に発現する U2OS（ヒト骨肉腫細胞）に紫外線（UV-C）を照射し、故意に DNA に傷害を与えることで p53の発現を促し、UV を照射していない細胞との p53発現量を比較した。また、核の位置を知るために蛍光色素 DAPI での染色も行い、細胞核／細胞質の蛍光強度を比較した。その結果、UV を照射した細胞では p53の発現量が増加することが示唆された。次に、シリコン製ナノ針およびダイヤモンド製ナノ針（ともに直径200 nm）を細胞に挿入し、挿入1時間後に免疫染色を行って p53の発現量を調べた。その結果、シリコン製ナノ針においてもダイヤモンド製ナノ針においても針を挿入した細胞としていない細胞で大きな違いは見られなかった。また、細胞核と細胞質の蛍光強度を測定して、細胞核／細胞質の蛍光強度比を算出し、UV 照射した細胞と比較したところ、蛍光強度比に顕著な差が見られた。以上のことより、無修飾のナノ針と DNA との物理的接触による DNA の損傷は起こっていないと考えられる。

シリコンナノ針を用い RNA 導入法を検討した。20残基のポリリジンペプチドによって表面を修飾されたナノ針に GFP の mRNA を吸着させ、C3H10T1/2（マウス繊維芽細胞）に挿入し、mRNA 導入を試みた。その結果、GFP タンパク質の蛍光は確認されなかった。mRNA 導入を試みた細胞を鋳型として用いて、逆転写定量 PCR による RNA 分子の測定を行った結果、導入された RNA 量は1000分子程度であることが示唆された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 細胞操作、AFM、ダイヤモンドナノ針

〔研究題目〕 遷移金属酸化物を用いた超大容量不揮発性メモリと極微細加工プロセスに関する研究開発

〔研究代表者〕 秋永 広幸  
（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕 高野 史好、島 久（ナノテクノロジー研究部門）、高木 英典、井上 公  
（強相関電子技術研究センター）

（常勤職員4名）

〔研究内容〕

目標：

近年情報家電、各種モバイル機器の発達は目覚ましく、これに伴う記録媒体に関する技術向上が望まれている。このため、既存の不揮発性メモリの想定性能を超え、超大容量、超低消費電力、超高速、低コストという全ての条件を満足するメモリ素子の開発が不可欠となっている。本テーマは、このニーズに対応し、遷移金属酸化物における巨大抵抗スイッチ効果を用いて、サブ100 nm スケールの不揮発性メモリ素子を実現することを目的に、必要となる極微細加工プロセス技術と装置を開発する。研究開発目標は次の3つに大別される。

- ①不揮発性抵抗スイッチ現象の解明
- ②遷移金属酸化物用加工プロセスの開発
- ③不揮発性メモリ機能の開発

計画：

- ①不揮発性抵抗スイッチ現象の解明

本研究開発項目では、遷移金属酸化物に特有のナノオーダーの電子揺らぎを制御する手法と装置の開発を実施する。この技術開発を通じて、遷移金属酸化物における不揮発性巨大抵抗スイッチ現象の原理を解明し、更に定量的モデルを構築することを目指す。定量的モデル構築は、素子作製プロセス開発、メモリ機能の実証に関わる指針、さらには、不揮発性メモリ素子の機能を高性能化する指針を得るために必要不可欠である。また、この目標が達成され、遷移金属酸化物を用いたメモリ素子が実用化されれば、世界で最初の強相関電子デバイスとなる。

- ②遷移金属酸化物用加工プロセスの開発

本研究課題では、極微細加工に適しているとされている反応性プラズマイオンエッチング法に着目し、遷移金属酸化物用のエッチングプロセス技術開発を目標としている。メモリ素子の特性均一化を図る上で、研究開発項目①に挙げた成膜中のナノレベル組成揺らぎを制御する技術の開発と、当研究開発項目の遷移金属酸化物用のエッチング技術開発は、決定的要因である。また、エッチングプロセス技術開発の効率を上げるために、第一原理計算による非経験的手法によって、プラズマエッチング・プロセス設計を行う技術を開発する。

- ③不揮発性メモリ機能の開発

本研究課題では、RRAM が不揮発性メモリ市場にて必要とされるレベルを最終目標として設定し、我が国発の不揮発性メモリを、フラッシュメモリの次世代に送り込むことを目標としている。

年度進捗状況：

- ①不揮発性抵抗スイッチ現象の解明

平成17年度に製作されたラジカルアシスト蒸着装置を用いて、平成18年度は装置の完成度を高め、遷移金属酸化物の酸化状態を原子レベルで制御する成膜方法を開発

するとともに、その制御を可能とするラジカルアシスト蒸着装置の試作機を完成させた。その成果を元にして、平成19年度は、400℃以下の低温で成膜を行うプロセスを開発することに成功した。

また、平成19年度は、平成18年度までの基礎実験から有望と考えられた遷移金属酸化物、とくにコバルト酸化物を用いたデバイス作製と特性評価を系統的に行い、さらに金属電極との組み合わせに関するスクリーニングを実施した。また、この研究により「(1)電極と酸化物との界面に不均質な構造がある」「(2)そこで電流狭窄が起き、局所的な高温状態が生じて酸化還元反応のような現象を引き起こすこと」の2つがスイッチングのメカニズム解明の鍵であることが判明した。

さらに、平成18年度は、材料スクリーニングを実施する過程において、不揮発性抵抗スイッチ現象を発現する酸化物材料に普遍的なモデルを構築することが出来るのかどうかを調査し、モデル構築の方針を決定する予定であったが、その計画が前倒しになり、定性的なモデル構築をすることが出来た。平成19年度は、これまでのモデルをさらに検討することによって、抵抗スイッチ現象になぜバイポーラとノンポーラのものが存在するのかを説明することに成功した。

## ②遷移金属酸化物加工プロセスの開発

平成17年度は、反応性イオンエッチング・プロセス設計支援計算システムを購入し、その構築と、その既存PCクラスタとの統合を実施し、平成18年度は、実際に遷移金属酸化物を反応性イオンエッチングするためのプロセス設計を1つのプロセスガスレシピに対して実施した。平成19年度は、強相関電子効果を取り入れたプロセス設計計算手法を開発した。

平成18年度は、この計算結果を受けて、計算モデルとなった遷移金属酸化物の反応性イオンエッチングを実施し、そのエッチング速度、加工物の形状を評価することによって、計算精度の評価を行うためのクライテリアを決定した。平成19年度は、さらに、計算モデルとなった遷移金属酸化物の反応性イオンエッチングを実施し、そのエッチング速度、加工物の形状を評価することによって計算精度実証のための指針を決定したとともに、平成18年度に決定したプロセスガス仕様に対して、エッチング・プロセス装置にプロセスガス導入及び除害のシステムを構築した。

## ③不揮発性メモリ機能の開発

平成18年度は、極微細加工プロセスの開発を行い、遷移金属酸化物／絶縁体界面を形成するためのプロセス開発を実施した。平成18年度に引き続き、平成19年度は、当該事業に必要な極微細加工プロセスの開発と遷移金属酸化物／絶縁体界面を形成するためのプロセス開発を実施した。

平成18年度は、以上に記載の研究項目の成果を基に高精度電気特性評価装置を購入し、1  $\mu\text{m}^2$ サイズの極微細

メモリ構造において、その機能の実証に成功している。平成19年度は、この平成18年度に購入した高精度電気特性評価装置の更なる改良を実施すると共に、0.04～0.0025  $\mu\text{m}^2$ サイズの極微細メモリ構造において、その機能の実証を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 遷移金属酸化物、不揮発性ランダムアクセスメモリ、極微細加工

【研究 題 目】 機能性酸化物を用いたナノ界面相転移デバイス開発

【研究代表者】 秋永 広幸

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 島 久 (ナノテクノロジー研究部門)、

赤穂 博司、澤 彰仁、井上 公、

佐藤 弘 (強相関電子技術研究センタ

ー) 石橋 章司、織田 望、橋本 保、

田村 友幸 (計算科学研究部門)

(常勤職員9名、他0名)

【研究 内 容】

目標：

半導体エレクトロニクスが持続的に発展していくためには、遷移金属酸化物など新材料の導入と、それらによって構成される界面を制御する技術の開発が必要不可欠となっている。本事業では、金属／絶縁性酸化膜の界面電子状態および強相関相転移の物性制御研究を通して、それらを利用した不揮発性スイッチングデバイス技術の開発を行う。より具体的には、下記の2課題を設定した。

### 1、金属／遷移金属酸化物界面の電子状態制御

金属／絶縁性酸化膜の界面電子状態に関する学術的理解を徹底的に深め、その理解に基づいたデバイス機能実証として、電界あるいは電流にて制御することで不揮発に極性反転可能な2端子デバイスを開発する。

### 2、界面における強相関相転移を利用したスイッチ機能の開発

ゲート長を超微細化しても動作する界面電子相をチャンネルにした3端子型界面相転移スイッチデバイスを実現するための要素技術を開発し、そのデバイス動作を実証する。

年度進捗状況：

平成19年度11月より本研究開発がスタートした。本年度は、第一原理計算により、金属／酸化物および酸化物／酸化物界面の界面近傍での原子空孔形成・移動に関わるエネルギー計算に着手した。また、界面に特殊な電子状態を実現する手段として、ポテンシャル勾配を正確に取り扱うためのクーロン・カットオフと呼ばれる計算手法を導入し、実際の計算を行なった。さらに、電子状態計算用のプログラムとして活用予定である開発プログラム(OpenMX)が、軌道秩序が重要な系の電子状態をどの程度正しく記述できるかを検証するため、実際の酸化物



において全エネルギーの計算を行った。その結果、殆どの場合に、OpenMX の結果が標準的な平面波基底の計算手法に基づくものとよく一致することが分かった。

一方、Pt/TiO<sub>x</sub> の界面では、その界面の酸化状態によってショットキー整流特性が変わることと、電圧パルス印加によってその整流特性を制御できることを明らかにした。また、本年度の目標として、Si 基板上強相関電子系遷移金属酸化物成膜プロセスの開発を行った。現在のところ、Si 基板上への強相関電子系 TiN をバッファ層として Si 上への強相関酸化物 (La, Sr)MnO<sub>3</sub> (LSMO) のエピタキシャル成長を試みている。予備実験として行った MgO 上へ薄膜作製では、LSMO/TiN 積層膜がエピタキシャル成長し、TiN はバッファ層として有効であることが確認された。また、電界効果素子のチャネル材料の候補として、低濃度のキャリアドーピングにより相転移を示す強相関酸化物である電子ドーブ型 Mn 系酸化物を、LaAlO<sub>3</sub> 単結晶基板上へ薄膜として作製することを試みた。その結果、コヒーレントエピタキシャル膜を作製できることがわかり、低温において相転移に伴う抵抗-温度特性の変化が観測された。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 機能性酸化物、界面相転移、第一原理計算、スイッチ素子、極微細加工

〔研究題目〕 水素安全利用等基盤技術開発／水素に関する共通基盤技術開発／液体水素ディスペンサー流量計測技術などに関する研究開発

〔研究代表者〕 高本 正樹（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 森岡 敏博、寺尾 吉哉、土井原 良次（常勤職員4名）

〔研究内容〕

目 的

本研究では、「液体水素ディスペンサーの研究開発」で開発が進められている液体水素校正装置の評価やディスペンサー用流量計の評価等を行う。また、液体水素ディスペンサーに使用される流量計を液体水素の取引計量器という観点からその特性や性能・評価・校正技術等に関する諸問題についてこれら企業と密接な情報交換等を行い、液体水素ディスペンサーの実用化のための研究支援を行う。さらに、液体水素校正装置の評価、水素ディスペンサーに組み込まれた流量計の評価に使用できる液体水素計測用の標準流量計の開発を行う。

目 標

本研究開発では、「水素に関する共通基盤技術開発」における「液体水素ディスペンサー流量計測技術などに関する研究開発」について、液体水素ディスペンサーの実用化のための研究支援ならびに液体水素ディスペンサー流量計測技術及び流量計の研究開発を実施する。

平成19年度の進捗状況

①液体水素ディスペンサーの実用化のための研究支援

本プロジェクトで開発、構築された液体水素校正装置は、天秤を用いた動的衡量法に基づいた校正装置である。動的衡量法とは、校正によって流出する流体の変化量を流体が封入されている容器の質量変化量から決定する方式である。

これまでに配管系の影響の低減、水素ガス供給系の改善提案等を行ってきたが、特に前者の低減に限界が見られ、校正装置の整備と校正技術の確立まで達することができなかった。しかしながら、後者の問題を解決することによって再現性の改善し、質量計測における誤差要因がより明らかになるものと考えている。

②液体水素ディスペンサー流量計測技術及び流量計の研究開発

電磁コイルを利用した磁力と流体力の釣り合いから流量を計測する非接触型の流量計を試作し水校正装置を用いて評価試験を行った。これまでの研究成果から、流量増減方向によるヒステリシスの原因究明と温度変化に伴うピストンの伸縮による流量計出力のゼロ点シフトの改善を試みた。ピストンの軽量化、管との摩擦低減などを施し、定量的にはヒステリシスの現象は小さくなった。ゼロ点補正センサーについて、液体窒素実流試験によってゼロ補正機能の効果を確認することができた。補正方法に若干の改良が必要であるが、過渡状態を除いて安定性も確認できた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 液体水素、ディスペンサー、極低温、流量計

〔研究題目〕 生体親和性インプラントの力学的性能評価法に関する標準化調査事業

〔研究代表者〕 岡崎 義光（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 藤久保 幸

（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門内に規格原案作成の事務局を置き、委員会運営のための内規の作成、国内の標準化の連携基盤を強化しつつ、委員委嘱を行い、整形系と血管系の委員会を立ち上げ、整形インプラントである骨接合用品に関して3件の JIS 原案を、血管系インプラントに関しては規格案に関する考え方を取りまとめた。

整形インプラント分野で取りまとめた JIS 案の内容は、1. 骨プレート、髄内釘ロッド、スクリューの力学的性能（耐久性を含む）を曲げ試験により評価するための試験方法、2. 骨端プレート、Compression Hip Screw (CHS)、(γ) ネイル及び髄内釘の力学的性能（耐久性を含む）に関して、模擬骨を使用した場合を含めて圧縮曲げ試験により評価するための試験方法、3. 国内でも破損等が多いスクリューに関して、破壊トルク試験及び

模擬骨へのねじ込み試験によるねじの試験方法の3件である。血管系インプラントに関しては、ステントグラフトの拡張力及び耐久性を試験する方法及び Ni-Ti 合金の素材特性に関して2件の標準素案に関する考え方を取りまとめた。更に、模擬血管の特性評価及びステントの耐久性の測定条件に関し実証試験データを取得し、標準案に反映させた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 整形インプラント、標準化、力学的評価方法

【研究題目】 水素貯蔵材料先端基盤研究事業／金属系水素貯蔵材料の基礎研究

【研究代表者】 秋葉 悦男（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 中村 優美子、林 繁信、榊 浩司、浅野 耕太、松田 潤子、齊田 愛子、岩瀬 謙二、中村 仁（常勤職員7名、他2名）

【研究内容】

目標：

高性能な水素貯蔵材料開発のため、水素貯蔵に関する基本原理を解明し、開発指針を産業界へ提供することを目的として、先端的測定手法を活用した金属系水素貯蔵材料の構造解析技術を確立する。また、構造解析の結果に基づき、水素吸蔵・放出反応特性の理解をすすめ、反応機構の解明への道筋を見出す。

研究計画：

X 線回折法、中性子回折・散乱法、陽電子消滅法、核磁気共鳴法などを用いた金属系水素貯蔵材料の構造解析手法の開発・高度化を行う。各手法を用いた構造解析を進め、構造と水素吸蔵・放出反応特性との相関を調べる。年度進捗状況：

水素吸蔵状態を制御しながら測定する「その場観察」X 線回折法、中性子回折法を用いて、積層構造をもつ  $\text{La}_2\text{Ni}_7$  合金および  $\text{La}_4\text{MgNi}_{19}$  合金の水素吸蔵に伴う結晶構造変化の解析を行った。 $\text{La}_2\text{Ni}_7$  合金のつくる2種類の水素化物の構造を初めて精密に解析することに成功した。また、 $\text{A}_5\text{B}_{19}$  型合金の水素化物としては初めて  $\text{La}_4\text{MgNi}_{19}$  合金の水素化物の水素占有分布を解析した。上記2つの結果から Mg の置換により水素吸蔵放出の可逆性が向上する要因を明らかにした。また、米国ロスアラモス国立研究所との共同研究のもと、中性子全散乱・PDF 法を用いた  $\text{Mg}_{50}\text{Co}_{50}$  合金とその水素化物の局所構造の解析に着手した。同試料を高分解能透過型顕微鏡にて観察し、その微細構造の解析を行った。この結果は、中性子散乱データを解析する際の構造モデルの構築に活用していく。固体 NMR を用いて水素の存在状態を調べるため、水素雰囲気下でのその場測定を可能とするセッティングの構築を開始した。陽電子消滅法を用いた水素貯蔵材料中の格子欠陥観察により、Ti-Cr-Mo 系 BCC 合

金における空孔生成と水素放出後の残留水素の関係について検討した。残留水素には安定性の異なる2種類が存在することが示され、より安定な方の水素は水素化時に導入された空孔と複合体を形成しているものと考えられた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素貯蔵材料、結晶構造、局所構造、格子欠陥

【研究題目】 系統連系円滑化蓄電システム技術開発／次世代技術開発／炭素微小球体を用いる次世代蓄電デバイスの研究開発

【研究代表者】 吉澤 徳子（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 曾根田 靖、鈴木 香（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本研究では系統連系用電力貯蔵デバイスとして用いるためのリチウムイオン電池に関し、負極材として粒子径数百 nm の炭素微小球体を用い、電解液との反応抑制・高効率の表面被膜形成による不可逆容量の低減、及び長寿命化を図ることを目的とする。さらに高入出力特性を示すための微細組織について詳細な検討を行う。

本年度は平均粒子径200-500 nm で炭素網面が同心球配向をとる微小球体について、初回クーロン効率の向上と良好なサイクル特性の要因を調べるため、炭素微小球体上での表面被膜の生成機構を透過型電子顕微鏡（TEM）により調べた。初回充電後と数十サイクル後の表面被膜について TEM 観察を行った結果、被膜厚さは3~5 nm 程度と非常に薄く、かつ均質な組織を有しており、サイクルを重ねてもほとんど成長しないことが明らかとなった。これは炭素微小球体の表面に露出する網面端が少なく、初回充放電における電解質の分解が適度に進行し薄い被膜が形成されたこと、また被膜が粒子全体にわたり均質に形成されたことで2サイクル目以降の新たな電解質の分解がほとんど発生せずに被膜成長が抑制された結果と考えられる。また被膜の組成の局所分析を EDS により行ったところ、電解質  $\text{LiPF}_6/\text{EC}+\text{DEC}(1:1)$  中で形成された被膜には Li、C、O、P が、また  $\text{LiBF}_4/\text{EC}+\text{DEC}(1:1)$  を用いた場合には Li、C、O がそれぞれ含まれることが示された。一方、F はいずれの試料の被膜においてもほとんど観測されず、存在したとしてもごく微量であるものと推定された。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リチウムイオン電池、負極、透過型電子顕微鏡（TEM）、炭素微小球体

【研究題目】 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／開発等事業／活物質・カーボンナノ複合構造制御による高出力・大容量 Li イオン二次電池の研究開発

【研究代表者】本間 格（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】Rngappa Dinesh、大久保 将史  
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

本研究では、電極構成材料として活物質／カーボン複合系材料に焦点を当て、高速でのイオン・電子移動ならびに固体内 Li 拡散を可能にするナノ複合構造の新しい制御技術開発を行い、高性能電極の構造設計・構築を通して Li イオン二次電池の高出力・大容量化を図ることを目的とする。本目的に対し、導電相としてのカーボンと活物質からなる複合構造をナノレベルからマクロレベルに至るまで最適化し、電子移動や固相内 Li 拡散の抵抗低減とともに、電解液の浸透すなわち電解質イオンの移動に有利（電解液抵抗の低減）で、大きな界面面積（電荷移動抵抗の低減）を有するナノ複合電極の開発およびこれによる高出力・大容量の Li イオン二次電池の性能評価を長崎大と産総研で連携して行った。

本年度導入した高温高压反応装置を用いて、Li、Fe、P 源を含む前駆水溶液を400 ℃、35 MPa の超臨界水熱条件で10分間反応させることにより、20～40 nm サイズのナノ結晶  $\text{LiFePO}_4$  活物質を一回の化学合成プロセスで得ることに成功した。これまでに合成されたナノ結晶  $\text{LiFePO}_4$  としては最小径のものである。これらの活物質をカーボンとボールミリングを用いて混合・焼成し、作製したカーボンコートした複合電極において、0.1～0.8 C の条件で定電流充放電測定を行い、155 mAh/g 以上の容量を確認するとともに、良好なサイクル特性を示すことも明らかにした。本合成法は、従来の固相合成法や水熱合成法と比べて、低温・短時間でナノ結晶活物質が得られる実用的な新しい合成法として応用が期待されるものである。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノ結晶、リチウム2次電池、高速充放電、超臨界水熱合成

【研究題目】超低エネルギー超高速光蓄積デバイス技術の研究開発

【研究代表者】石川 浩

（超高速光信号処理デバイス研究ラボ）

【研究担当者】河島 整、大河内 俊介、栗津 浩一  
（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

筑波大学を中心とした共同研究体制で、フォトニック結晶導波路と量子ドットを集積化した干渉計型のスイッチを用いて光を周回させて、光情報を記憶するデバイスの開発を進めた。19年度は、最終年度であり、このプロジェクトでの担当である最終的な素子構造の製作を行った。フォトニック結晶導波路については、トポロジー最適化と呼ばれる技術を用いて、性能向上を行い、曲げ導波路、クロスの導波路について損失とクロストークを低

減させ、最終の素子構造に反映させた。概ね良好な最終素子構造を製作することに成功したが、信号光の経路の Y-分岐の部分の透過特性が不十分で、この素子の最終的な目標であるフリップフロップ動作にはいたらなかった。この原因は、ナノ加工の精度が不足していたためであるが、技術的に解決可能な課題であることを示した。プロジェクト全体としては、フリップフロップ動作のシミュレーションや、量子ドットを含む光非線形要素の動作などが確認された。さらに、この素子の非線形要素である量子ドットについては、最終素子に組み込んだ SK ドット以外に、ナノプローブ法で、導波路の所望の場所に製作する技術を開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】フォトニック結晶、光バッファメモリ、量子ドット、トポロジー最適化

【研究題目】国際共同研究先導調査事業／アジア高齢者対応人工股関節の研究開発動向調査

【研究代表者】山根 隆志（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】兵藤 行志（人間福祉医工学研究部門）、  
亀山 哲也（産学官連携推進部門）、  
稲垣 雅彦（先進製造プロセス研究部門）、  
金 平（サステナブルマテリアル研究部門）（常勤職員5名）

【研究内容】

目標：

アジア人の体型に適しかつ高齢者に対応した人工股関節の開発は、高齢者の生活の質（QOL）を維持し、現在約8割を米国からの輸入に依存している状況を打開するために不可欠である。また骨セメントが引き起こす問題を解決する、セメントレス型人工股関節の国際共同研究開発も重要である。このような人工股関節は我が国のみならず体型が類似しているアジア各国で普及する可能性が高い。本事業では、日本人と体型的に類似する中国、台湾、韓国、シンガポールにおける、アジア人型人工股関節の研究開発動向、市場動向、ならびに共同研究の可能性の調査を目的とした。

進捗状況：

調査対象としたアジアの国、地域においても、使用される人工股関節の約8～9割を欧米諸国からの輸入に依存しており、日本の状況と類似していることが明らかになった。また、それらの国、地域においてもアジア人に適した人工股関節のニーズが高いことも判明した。今後は、アジア人型人工股関節の実現に必要な、アジア人の骨形状を計測し定量的に比較するための共通のモノサシ（標準）に関する調査、及び高齢者に対応した表面改質技術の開発が重要な研究テーマとして位置づけられる。この日本人を含むアジア人の体型に適し、かつ高齢者対応の人工股関節は、中国、韓国等のアジア地域の他、中東地域においても、また、アジア系住民をもつ欧米において



も広く需要が見込まれることが明らかになった。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】人工股関節、アジア人型、表面改質

【研究 題 目】コプロダクション設計手法開発と設計支援ツールの研究開発

【研究代表者】中岩 勝（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】大森 隆夫（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

本研究では、既存のエネルギー(熱)需要と物質需要が固定されたプロセスに対して、ピンチ解析を行うことで全ユーティリティ使用コストを最小化するように各種ユーティリティ使用量を決定する機能を有するコプロピンチ解析ソフトを開発することを目的とする。そのためにエネルギーと物質の入出力量が互いに関係しあっているコプロプロセスが追加された場合、エネルギーと物質のピンチ解析を同時に行うことで、コプロプロセスを含む全体プロセスのユーティリティコストを最小化する各種ユーティリティ使用量とコプロプロセスでのエネルギー、物質使用量を決定する機能およびコプロプロセスが存在しないケースと存在するケースの比較結果も得ることができる機能について検討を行った。具体的にはケーススタディであるナフサと灯油の脱硫プロセスの工場現状データに基づいてベースプロセスモデルを作成した。これにより、設計理論で提唱された「自己熱再生型加熱・昇圧モジュール」を適用するプロセスをコプロプロセスとしてモデル化することが可能となった。また、目的関数を従来どおりユーティリティコストとコプロコストの総和等とし、この最小化計算を行うことができた。「自己熱再生型加熱・昇圧モジュール」などの設計理論のモデル化に対して、ベースプロセスとコプロプロセス間の直接的なエネルギーの授受、複数コプロモデルの組み込みを行い、複数の評価指標の導入が求められることを明らかにした。これらに柔軟に対応できるよう、コプロピンチ解析ソフトを補助するツールを開発した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】省エネルギー、コプロダクション、ピンチテクノロジー

【大 項 目 名】ナノテク・先端部材実用化研究開発

【研究 題 目】ナノキャピラリー構造を有する高容量電解コンデンサの研究開発

【研究代表者】明渡 純

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】明渡 純、小木曾 久人

（常勤職員2名）

【研究 内 容】

高容量の電解コンデンサを開発することを目指し、エアロゾルデポジションを用いて、電解コンデンサのキー部材である陽極アルミニウム箔の高容量化を実現し、新

陽極箔に導入可能な陰極形成技術を開発していく。さらに電解コンデンサの構造開発を行うことで、低 ESR、低 ESL 化を図り、高容量・低インピーダンスの電解コンデンサを開発することを目的とする。産総研では、金属系エアロゾルデポジションの成膜現象の研究を分担している。平成19年度は、数種のアルミ粒子の圧縮強度試験を行い、衝突したときの変形挙動の粒子径依存を確認するために、大きな平均粒径20  $\mu\text{m}$  と小さな平均粒径1  $\mu\text{m}$  のものについて、特性評価を行った。粒径50  $\mu\text{m}$  のアルミ粒子では、強度は平均278 MPa(標準偏差46 MPa)、平均粒径1  $\mu\text{m}$  のアルミ粒子では、平均強度343 MPa(標準偏差78 MPa)であることが計測された。粒子が小さくなるにつれて、若干強度が強くなる傾向がみられたが、極めて異なる値を示した訳ではない。従って、この範囲の粒径変化では、粒子単体での変形挙動や強度にはばらつきの範囲以上の大きな違いはないことが分かった。この結果により、エアロゾルデポジション法で、変形を引き起こす衝撃力の目安を得る事ができ、予定通りの進捗状況が得られた。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】エアロゾルデポジション法、ナノキャピラリー構造、電解コンデンサ

【研究 題 目】次世代高効率ネットワークデバイス技術開発

【研究代表者】石川 浩

（超高速光信号処理デバイス研究ラボ）

【研究担当者】挟間 壽文、物集 照夫、河島 整、秋本 良一、永瀬 成範、牛頭 信一郎、Lim Cheng Guan、並木 周、土田 英実、来見田 淳也、森 正彦、榊原 陽一、金高 健二、小森 和弘、山本 宗継、岡野 誠  
（常勤職員15名、他1名）

【研究 内 容】

超高速光 LAN-SAN システム用として、160 Gb/s のハイブリッド集積の小型光トランシーバの開発と、このトランシーバを用いたスパーハイビジョンの放送局舎内の LAN 伝送を目指した研究を行っている。具体的には、サブバンド間遷移素子を用いた空間光学系の干渉計型の超高速全光スイッチモジュールを開発し、160 Gb/s 信号の無エラーでの10 Gb/s に多重分離動作に成功した。また、素子に両側から光を注入する手法で、160 Gb/s から40 Gb/s への無エラー多重分離動作にも成功した。最終的には、片端面の制御光入射で、160 Gb/s から40 Gb/s への多重分離動作ができることを目指しており、今後このための素子性能の向上を行う。さらに、現状の13 cm×10 cm 程度の空間光学系のモジュールを数 mm 角のサイズの素子にするために、シリコン細線導波路を用いた干渉計とサブバンド間遷移素子とのハイブリッド

集積を目指した研究開発を目指しており、基本的なシリコン細線導波路作製のプロセス技術の開発を行った。また、160 Gb/s トランシーバの光回路系の基本構成を検討して、トランシーバとして動作させるためのパワーバジェットを明確化し、これに基づき、超高速スイッチ、半導体光増幅器などの素子に要求される性能を明らかにした。トランシーバに組み込む40 Gb/s のトランシーバや外部ビデオ信号とのインターフェース等について仕様の詰めを行った。さらに、素子・トランシーバ等の高速動作特性の評価のために、40 Gb/s 信号に対するエラーレートの評価系の整備を行った。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超高速全光スイッチモジュール、LAN-SAN、ハイブリッド集積、シリコン細線導波路

【研究 題 目】エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／生活行動応答型省エネシステム (BeHomeS) の研究開発

【研究代表者】松岡 克典 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】吉野 公三、佐藤 稔久、吉岡 松太郎 (常勤職員3名、他1名)

【研究 内 容】

住宅内の家電・設備機器の使用状況を常時モニタリングして、生活者の生活パターンを自動的に理解し、生活パターンに合わせて機器の省エネ運転を行うことにより、我慢しなくても良い省エネ制御技術を開発することを目指としている。

本年度は、宅内ネットワークを通じて得られる家庭内機器等の運転情報を活用して生活状態を推定する生活行動推定技術の開発を目指して、以下の研究を実施した。

以前の NEDO プロジェクトにて収集・蓄積された住宅内の家電機器等の長期使用情報を用いて、住宅内に現れる生活状態の自動識別方法の開発、識別に適切な時間幅の探索、普段の生活パターンを抽出する統計手法の開発を行った。また、周期性の高い生活パターンを自動抽出する手法の探索を行った。

開発した手法を汎用的に利用するために、開発手法を組み込んだ人間行動推定ソフトウェアを開発し、来年度以降に収集予定の既存住宅での家電・設備機器の利用情報に適用して、生活パターンの自動抽出能力の検証を今後進めていく予定である。最終的には、家電・設備機器等の省エネ制御に必要な生活状態をリアルタイムに理解・抽出する手法の確立を行う予定である。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】生活理解、スマートハウス、省エネ

【研究 題 目】国際共同研究先導調査事業／マレーシアにおけるパームヤシ由来バイオマスの総

合的有効利活用技術に関する研究調査

【研究代表者】廣瀬 重雄 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】島田 広道、国岡 正雄、佐藤 一彦、田口 洋一、船橋 正弘、大石 晃広、今 喜裕、坂西 欣也、矢野 伸一、後藤 新一、畠山 兵衛 (福井工大) (常勤職員11名、他1名)

【研究 内 容】

相手国マレーシアにおいては、パーム油生産が同国の重要な基幹産業の1つとなっている。本調査研究では、下記のバイオマス資源の潜在的規模、現在の利用状況、研究開発状況等について調査し、新ポリマー材料 (ポリウレタン・エポキシ樹脂・ポリエステル等) を対象とした開発可能性を中心とする、今後の共同研究のための基礎資料とした。具体的には、オイルパーム由来のバイオマスに関する下記の項目について研究調査した。①パーム油製品関連の動向調査：パーム油、グリセリン・遊離脂肪酸 (バイオディーゼルオイル製造時の副産物) 等について、潜在的規模、現在の利用技術、利用技術研究開発の現状などを調査した。グリセリンについては、マレーシア内における生産分布、精製能力等も含めて調査した。②オイルパームバイオマス (幹・茎・空果房等) に関する調査：(1) グノセルローズ材料としての利用；幹・茎・空果房等のオイルパームバイオマスから得られる植物性粉末・繊維の生産・利用状況について調査した。(2) タノール発酵工程残渣成分等の利用；タノール発酵原料としてのオイルパームバイオマスについて検討した。さらに、エタノール発酵工程において副産物として得られるリグニン等がポリマー原料として、どのように利活用できるかについて検討した。③オイルパーム由来バイオマスの原料としての利用に関する予備実験による検証：リウレタン・エポキシ樹脂・ポリエステル等について、ポリウレタン・エポキシ樹脂・ポリエステル等の合成条件・物性評価等について予備実験を行った。また、オイルパームバイオマスから得られる粉体・繊維等に関しては、バイオマス原料の充填剤としての性能を評価した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】オイルパーム、バイオマス、利活用、ポリマー材料、バイオリファイナリー

【大 項 目 名】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

【研究 題 目】ナノ界面制御による高容量電極の研究開発

【研究代表者】周 豪慎 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】細野 英司、齋藤 喜康、Shu Jie (常勤職員3名、他1名)

【研究 内 容】

我々は、水熱合成法、イオン交換法と高温焼結法を用

いて、 $\text{Na}_{0.44}\text{MnO}_2$ 、 $\text{Li}_{0.44}\text{MnO}_2$ 、などナノワイヤーの形状を有する正極活物質材料の合成を試み、特に、 $\text{Li}_{0.44}\text{MnO}_2$ の電気化学について調べた。

$\text{Li}_{0.44}\text{MnO}_2$ ナノワイヤーを正極活物質として用いた電池を作成し、本年度導入した多チャンネル電池充放電装置を利用して、充・放電特性を評価した、 $0.1 \text{ A g}^{-1}$ の電流密度で充放電を行った際に、初期には  $250 \text{ mAh g}^{-1}$ の高容量が得られることが確認された。しかし20サイクル経過時では  $150 \text{ mAh g}^{-1}$  にまで減少しており、 $\text{Li}_{0.44}\text{MnO}_2$ の単結晶ナノワイヤーの合成により高容量化は可能であるが、サイクル安定性に改善の余地があることが分かった。サイクル改善と安定性について、本年度導入したインサイドでの表面積測定装置を用いて調べている。

また、我々も、 $\text{VO}(-\text{OC}_3\text{H}_7)_3$ の加水分解とゾルゲル法を利用した  $\text{V}_2\text{O}_5$ の合成を試みている。合成プロセスは、 $\text{VO}(-\text{OC}_3\text{H}_7)_3$ 、水およびアセトンを混合し、数日熟成させてから、洗浄、乾燥、熱処理等を行うというものである。この  $\text{V}_2\text{O}_5$ を正極に用い、金属リチウムを負極としてピーカセルを作成し、定電流 ( $0.1 \text{ A g}^{-1}$ ) 充放電を行って活物質特性を評価した。初回の放電容量は約  $340 \text{ mAh g}^{-1}$ であった。これから、充放電過程で生じる構造的、およびエネルギー的な変化を検出して劣化解析を行い、劣化因子の低減を図りながらサイクル特性の改善を試みる予定である。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノ結晶、酸化物、高容量電極、リチウム2次電池、表面擬似容量

【研究 題 目】ナノ構造活物質を利用した長寿命・高容量・高出力蓄電デバイスに関する研究

【研究代表者】周 豪慎（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】細野 英司、齋藤 喜康  
（常勤職員3名）

【研究 内 容】

平成19年度からスタートした本研究は、既にナノ構造活物質を用いたリチウムイオン電池、色素増感型太陽電池などの電極への応用に関して基本特許を出願し、アイデアに基づく原理の実証を行ってきた。平成19年度はソフト化学溶液合成法を用い、不織布構造である  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ のナノワイヤーとカーボンに被覆されている  $\text{LiFePO}_4$ ナノ複合材料を合成し、正極材料としてリチウムイオン電池を作成した。その結果、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$ ナノワイヤーは高いハイレート特性を有し、 $100 \text{ }^\circ\text{C}$  放電でも従来材料の  $1 \text{ }^\circ\text{C}$  放電容量の約80 % に相当する高容量を維持していることが確認された。 $\text{LiFePO}_4$ ナノ複合材料は表面に導電性カーボンが被覆されることにより、高出力を有することを実証されている。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノ複合粒子、酸化物、高出力、蓄電デ

バイス

【研究 題 目】化学物質の最適管理をめざすリスクトレードオフ解析手法の開発／リスクトレードオフ解析手法の開発

【研究代表者】吉田 喜久雄

（化学物質リスク管理研究センター）

【研究担当者】吉門 洋、梶原 秀夫、東野 晴行、井上 和也、篠崎 裕哉、蒲生 昌志、岸本 充生、吉田 喜久雄、小野 恭子、牧野 良次、東海 明宏、岩田 光夫、堀口 文男、宮本 健一、恒見 清孝、林 彬勲、石川 百合子、内藤 航、加茂 将史（常勤職員19名、他8名）

【研究 内 容】

(1) 排出シナリオ文書（ESD）ベースの環境排出量推計手法の確立

水系、準水系、炭化水素系の洗浄剤について、使用量推移、洗浄工程の特徴、物質フロー、洗浄剤の組成、代替動向等を調査するとともに、塩素系洗浄剤に関する業種別排出係数を、業界団体による有害大気汚染物質自主管理計画の実施報告書データを基に推計した。プラスチック添加剤について、可塑剤、難燃剤等に係わる取扱量、物性、マクロマテリアルフローの調査を行った。また、業界の協力を得て、製造、加工と使用段階での排出実態に関する調査フレームを作成し、排出量の推定に必要な入力データの項目一覧を作成した。さらに、洗浄剤とプラスチック添加剤について、ESD 目次構成の作成を実施した。

(2) 化学物質含有製品からヒトへの直接暴露等室内暴露評価手法の確立

室内濃度推定モデルの開発のため、製品を構成する部材からの放散速度と吸着係数を測定するためのスモールチャンバー試験装置を作成した。また、既存の文献を調査するとともに、試験法の検討を行い、短期的及び長期的な放散量と吸脱着に関する試験条件等を含む試験実施環境を構築し、測定を開始した。また、生活・行動パターン情報に関するアンケートの実施に向けた計画立案、データチェック及びクロス集計等のアンケート解析を支援した。

(3) 地域スケールに応じた環境動態モデルの開発

大気モデルについては、野外調査の測定データ等からアルデヒド類の生成に関する知見を整理し、モデルの入力に必要なデータの加工作業を完了した。さらに、オゾンとその前駆物質に関する反応・沈着過程及びパラメータを取り入れ、主にオゾンとアルデヒド類の光分解、二次生成及び沈着過程のモデル化を進めた。

河川モデルについては、SHANEL のソースコードを活用して、適用範囲を日本全国の1級河川に拡大するために必要な入力データをリストアップするとともに



に、下水道普及率データと落水線やその他必要となるデータの加工作業を完了した。また、河川流量を実測値と比較し、検証を行った。海域モデルについては、海洋生物への化学物質蓄積過程の知見を収集・整理するとともに化学物質蓄積モデルの基本的な概念図設計を実施した。

#### (4) 環境媒体間移行暴露モデルの開発

環境媒体間移行暴露モデルで使用する地域特異的パラメータである表層土壌の特性、土地利用、農作物・飼料作物生産量、家畜飼養頭数等のデータを地理情報システム (GIS) 上にデータベース化し、地域特異的パラメータの代表値や確率密度関数を決定した。

#### (5) リスクトレードオフ解析手法の開発

ヒト健康影響については、既存の有害性評価書の充足状況の確認に加え、有害性評価書から、約150物質について、反復投与毒性試験における影響発現の種類や有無を、データ解析に利用可能な形に整理した。また、ヒト健康影響評価のための推論アルゴリズムの有所べき特徴を解析し、データマイニング等の統計学的手法の適用可能性を検討した。また、化学物質への暴露により生じ得る主要なヒト健康の種類について、既往の疫学調査や人口動態統計等の資料を利用して収集・整理を行った。

生態影響については、洗淨剤とプラスチック添加剤の2つ用途群を中心に約150物質の情報を収集し、欠如した有害性情報を推定する手法を構築するための基本データセットを作成した。また、リスク比較に適した指標の検討も既存研究のレビューを中心に行った。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 リスクトレードオフ、環境排出量推計、環境動態・暴露モデル、有害性の推論

#### 〔研究 題目〕 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発 有害廃棄物フリー高効率エステル合成プロセスの開発

〔研究代表者〕 竹内 和彦 (環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 田口 洋一、田口 和宏、長畑 律子、安部 ゆかり、百武 昌子、森 由紀江 (常勤職員4名、他3名)

#### 〔研究 内容〕

医薬品中間体等の機能性化成品の高効率かつ低環境負荷型製造法の開発を目的とし、モデル化合物としてハロゲン化酢酸エステルおよびアミノ酸エステルを採り上げ、マイクロ波反応場と高効率触媒の複合化による高速エステル合成反応法等の開発による上記合成プロセスの実現をめざし、以下の研究を行った。

マイクロ波加熱条件下でエステル化反応を高活性・高選択的に促進し、かつ安全で分離の容易な触媒として金属触媒、固体触媒、有機分子触媒をとりあげ、触媒の探索を行った。固体触媒として各種固体酸が、金属触媒と

してルイス酸性金属塩が、マイクロ波加熱条件下、ハロゲン化酢酸類のエステル化反応において硫酸と同程度の高い活性を示すことを見いだした。また、安全性の高い天然の有機酸がブロモ酢酸のベンジル化触媒として利用できることを確認した。トルエンに代わる安全でより効果的な脱水溶媒としてアルコール系含酸素化合物がマイクロ波加熱条件下でのエステル合成反応で高い脱水効果を示すことを見いだした。さらに、マイクロ波を加熱源として用いる化学合成装置の設計に必要な反応関与物質のマイクロ波感受特性を評価するため、同軸型電送法による測定装置を試作した。以上の成果を基に、小型マイクロ波合成試験装置を用い、以上の触媒系、溶媒系について反応試験したところ、いずれも概ね探索試験の成績を再現することを確認した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 グリーンケミストリー、マイクロ波化学、エステル合成

#### 〔研究 題目〕 省資源・低環境負荷型太陽光発電システムの開発

〔研究代表者〕 仁木 栄 (太陽光発電研究センター)

〔研究担当者〕 Kazaoui Said (ナノカーボン研究センター)、甲村 長利 (光技術研究部門)、久保 利隆 (ナノテクノロジー研究部門)、櫻井 啓一郎、石塚 尚吾、清水 由紀子、原 浩二郎、Ivan Turkevych、崔 彦、坂田 功、川浪 仁志、高遠 秀尚、布村 正太、Zhang Xue-Hua、加藤 俊一 (以上太陽光発電研究センター) (常勤職員16名)

#### 〔研究 内容〕

##### 1. フォトニックシリコン太陽電池の研究開発

フォトニックシリコン薄膜太陽電池では、電池内部に配置されたフォトニック構造で近赤外太陽光を光閉じ込めすることで発電効率の向上を図る。このため、フォトニック構造と光閉じ込め効果との関連を明らかにし、太陽電池構造の最適化に関する指針を得ることが重要である。本年度は、FDTD 光学シミュレーションを行い本課題に関する指針を得た。

##### 2. 構造制御ナノロッドによる省資源型有機太陽電池

###### ① 構造制御酸化チタンナノロッド電極

陽極電解酸化法による酸化チタンナノロッド電極の作製をおこなった。チタン板を基板電極として陽極酸化における印加電圧、電解液組成、通電量などの電解の諸条件と形成される酸化チタンナノロッドの形状との関係を詳細に検討した。

###### ② 高度光吸収・有機色素の開発

ルテニウムなどの貴金属を含まず省資源で、かつ光吸収係数が大きく構造制御ナノロッド電極に適し

た有機色素光吸収剤の開発をおこなった。今回開発した MK-14 では電子寿命をルテニウム錯体 (N719) と同等までに改善することに初めて成功した。その結果、変換効率 7.8 % (AM 1.5 G 条件下、遮光マスクあり、反射防止膜無し) を達成した。

### ③ カーボンナノチューブ電極ならびに太陽電池

CNT 電極を作製し、それを色素増感太陽電池の対極である白金電極の代替電極としての可能性について検討した。

## 3. 省資源型 CIGS 太陽電池の開発

CIGS 系太陽電池に用いられているインジウム (In) 等の希少金属や価格が高騰しているモリブデン (Mo) 等の資源の使用量を大幅に低減可能な技術を開発を目指している。

CIGS 薄膜化技術については、膜厚の異なる CIGS 光吸収層を有する CIGS 太陽電池を作製し、CIGS 光吸収層の膜厚と太陽電池特性の関係に関する検討を開始した。Mo 裏面電極の薄膜化技術に関しては、一般的に用いられている 0.8  $\mu\text{m}$  よりも薄い Mo 層をガラス基板上に製膜し、その上に CIGS 太陽電池の作製を試みた。Mo の膜厚を 0.8  $\mu\text{m}$  から 0.2  $\mu\text{m}$  程度まで薄くしても変換効率の大幅な低下は見られないことがわかった。しかしながら、Mo の膜厚を変えていくと Mo の表面・断面のモフォロジーや CIGS 製膜後の Na 濃度に大きな違いがあることが明らかになった。一方、III 族の In、Ga を Fe で置き換えた Fe 系の混晶材料の開発においては、数 % 以上 Fe を導入すると禁制帯幅に大きな変化が現れることを確認した。

## 4. GaPN 系太陽電池用材料の探索と評価

X 線回折による歪系薄膜の格子定数評価にマッピング法を用いることが有効であることを確認し、歪系の格子定数評価法を確立した。その中でシリコン基板上に分子線エピタキシー (MBE) で成長した GaP 膜の臨界膜厚が基板のオフ角に依存するとともに、Mathews の臨界膜厚の関係にほぼ合致することを明らかにした。MBE による GaPN 膜成長では、窒素組成はほぼ窒素ラディカル供給量に比例することを明らかにし、また、窒素取り込みは、1 層ごとに窒素ラディカル供給量に応じて、表面吸着サイトを埋める形で行われることを明らかにした。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池

〔研究題目〕 戦略的炭素ガス化・燃焼技術開発 (SETP CCT)、次世代高効率炭素ガス化技術開発

〔研究代表者〕 鈴木 善三 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 松田 聡、松岡 浩一、村上 高広、  
壹岐 典彦、幡野 博之  
(常勤職員 6 名)

## 〔研究内容〕

高効率の次世代炭素ガス化装置の開発のため、①低温ガス化の基礎研究、②実機として想定される二塔式炭素ガス化装置開発のための流動解析、③システムの最適化のためのシステム解析、の各研究を実施した。低温ガス化については、常圧二塔式循環流動層水蒸気炭素ガス化連続試験で、アタラク炭素ガス化速度の温度依存性を測定した。また低温ガス化で問題となるタールに関しては、珪砂または多孔質アルミナ粒子を流動媒体として用いた循環流動層炭素ガス化試験で、多孔質アルミナ粒子を用いることで、ガス化時に生成したタールが迅速に吸収され、これが炭素ガス化炉内にて炭素化されるため、珪砂の場合よりもガス転換率と水素収率が向上することを明らかにした。

流動解析については、次年度以降のホットモデルを想定したコールドモデルを設計、試作した。また、炭素熱分解で生成する揮発分をチャーと分離することを想定して、ダウンカマーおよびダウナーの構造を検討した。加えて、ダウナーを流動層上部に設置できる構造とした装置を設計・試作した。これらの装置を用い、まずは、粒子循環量に及ぼす各操作因子の影響を調べる予定である。システム解析については、様々な炭種に対応するため、投入炭素量を 667 MW (HHV) に統一してシステムを解析する方針とし、想定される二塔式循環流動層炭素ガス化炉の想定性能を用いてプロセスの分析を行った。炭素ガス化炉をオートサーマル条件で運転できるようにすると、送電端効率が 47.0 % となって大きく効率向上が図れるが、炭素ガス化炉の加熱に 41 MW が必要であり、この熱供給方法が課題となる。ガスタービンの高温排気を炭素ガス化炉への熱供給に用いることで、既存プロセスに対して 4 ポイント以上効率を高めることができる。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 炭素、ガス化、発電効率

〔研究題目〕 エネルギー使用合理化技術戦力的開発／  
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／  
水素貯蔵装置及び水電解・燃料電池  
一体型セルの研究開発

〔研究代表者〕 前田 哲彦 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 伊藤 博、中納 暁洋  
(常勤職員 3 名、他 1 名)

## 〔研究内容〕

### (1) 事業性の検討

水素貯蔵装置及び水電解・燃料電池一体型セルの研究開発は、水素製造／貯蔵／利用からなる統合型水素利用システムの要素技術となる研究開発である。この統合型水素利用システムが既存の代表的な蓄エネルギー技術である氷蓄熱よりも建物全体で 27 % の省エネルギー性を発揮できる可能性があることを確認した。

### (2) 水素貯蔵装置の開発

①水素の有効利用、②合金の有効利用、③熱の有効

利用の3つを達成するために、数値解析モデルによる挙動分析と既存の合金タンクの実験結果から、システムに最適な合金タンクの仕様を検討した。その結果、合金の PCT 特性、合金タンク内の水素移動、並びに水素配管系統の圧力損失が重要であることを特定した。

### (3) 可逆セルの研究開発

一定の運転条件における既存の可逆単セルの耐久性を把握するとともに、性能低下を引起す原因とその対策の抽出を目的とした検討を行い以下が分かった。

- a) 一定条件で運転した場合、条件を可変よりも、性能低下速度は1/2以下になることを確認した。
- b) 性能低下原因の1つとして MEA への不純物の付着を抽出した。

既存の可逆単セルの構造的な問題点を抽出のため構造・材料の検討を行った。供給ガス流量により出力電圧に±50 mV 差が発生した。セル内部圧力損失がセルにより数〜10数倍異なることを確認した。以上の結果から、①MEA・集電体・セパレータの変形、②締付による集電体・セパレータ流路の潰れ、③加工精度の不均一性を抽出した。また流路構造に着目し、サーペント型と平行型の比較を行い、性能の差異を調べた。燃料電池性能は、サーペント型がよく、水電解は両者に大幅な差はなかった。一方サーペント流路では水電解時の圧力損失が大きく、スタック化に問題があることが確認できた。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素エネルギー、水素貯蔵、水素吸蔵合金、燃料電池、水電解

### 〔研究 題 目〕 100%バイオディーゼル燃料の排出ガスへの影響等に関する調査研究

〔研究代表者〕 後藤 新一

(新燃料自動車技術研究センター)

〔研究担当者〕 小熊 光晴、塩谷 仁、喜多 郭二、佐々木 利幸、河野 義善  
(常勤職員2名、他4名)

#### 〔研究 内 容〕

100%バイオディーゼル燃料をコモンレール式燃料噴射システム搭載車両に使用した際に要求される燃料品質および車両設計の指針を得るため、燃料の酸化安定性に関する調査、コモンレールシステムの耐久性に関する調査および排出ガスへの影響に関する調査を実施した。添加剤の種類や添加量が酸化安定性へ与える影響の調査では、天然系の抗酸化物質に比べ汎用のジブチルヒドロキシルエン(BHT)の酸化防止効果が大きいこと、初期の酸化安定性のみでは燃料の使用期限を決定することは困難であることなどが明らかとなった。

また、100 %バイオディーゼル燃料の適合性を改善するための燃料品質および車両設計に関する技術指針の策定を目的として、エンジン部品等への耐久性に及ぼす影

響や排出ガスへの影響に関する調査を行った。さらに、酸化安定性に関する基礎的な調査、長期保管時の燃料性状変化に関する調査を行って、燃料を適切な品質で貯蔵するために必要とされる条件(貯蔵環境、貯蔵期間)についての知見を得た。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ディーゼルエンジン、バイオディーゼル燃料、BDF、FAME、脂肪酸メチルエステル、軽油品質確保法

### 〔研究 題 目〕 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／再生・細胞医療の世界標準品質を確立する治療法および培養システムの研究開発

〔研究代表者〕 脇谷 滋之

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 植村 寿公(常勤職員1名)

#### 〔研究 内 容〕

ヒト患者由来骨髄由来間葉系幹細胞を培養し、軟骨への分化に適した分化誘導因子を決定した。無血清培地を用いた培養の有効性についても検討した。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・製造・材料

〔キーワード〕 分化誘導因子、培養

### 〔研究 題 目〕 研究開発技術シーズ育成調査／未来の創薬に資する生物学的メカニズムの解明に関わる合成技術動向調査

〔研究代表者〕 新聞 陽一(糖鎖医工学研究センター)

〔研究担当者〕 新聞 陽一、平林 淳、友田 和美、土方 彩加(常勤職員2名、他2名)

#### 〔研究 内 容〕

糖鎖は、DNA およびタンパク質に次ぐ、生命第3の鎖と呼ばれるように、生命にとって欠くことのできない重要な生体高分子であるが、その構造が著しく複雑であるために、解析が困難であり、糖鎖構造と機能の関心の解明が非常に遅れている。糖鎖の機能、糖鎖が関与する疾病のメカニズムが解明されれば、その情報に基づき、診断、治療に結びつく開発に着手することができる。糖鎖の機能解析のためには、機能が変化したときの生体試料の糖鎖構造の解析をすること、あるいは、糖鎖構造を変化させたときの機能の変化を解析することが研究過程において行われる。これまでの糖鎖研究により、さまざまな要素技術開発、糖鎖利用技術、糖鎖機能解明等があり、糖鎖構造解析技術など一部は産業化へのフェーズに移行し、新たな局面を迎えているなど、糖鎖研究は我が国が世界に先駆けて優れたリソースを保有している数少ない分野となっている。創薬やバイオマーカーなどの医療分野での利用が大きく期待されているが、そのための生物学的なメカニズム解明は、その多くの領域で未着手のままになっているなど、実用化に向けた動きが必ずしも順



調とは言えない状況である。そこで本調査では、糖鎖関連技術の研究開発動向と、製品開発などの産業化動向、進行状況について調査を行い、その飛躍的進歩を停滞させている原因を明らかにし、解決策を検討した。糖鎖合成関連技術に関する特許動向調査、糖鎖分野の実用化について企業・有識者等へのヒアリングを行い、糖鎖の化学合成技術、酵素合成技術、生物合成技術の現状、特徴についてまとめた。糖鎖合成については、糖タンパク質性の医薬品等において、生物合成による供給がある他は、要素技術開発が行われている状況であった。糖鎖の大量合成技術、均一な構造の糖鎖の供給が、技術的課題としたまだ残っており、有望なターゲットの明確化が必要とされていた。一方、ターゲットの探索のためには、構造が明確で、均一な糖鎖標品の安定供給が必要であるが、それが実現できていない。糖鎖機能解析研究の中から、優れたターゲットが見出されると考えられるが、糖鎖解析技術の普及・一般化を図るためには、糖鎖標品の供給も、重要な課題であった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖、合成技術

【大 項 目 名】 平成19年度研究開発技術シーズ育成調査

【中 項 目 名】 冷間プレス用マグネシウム合金圧延材の製造及び諸特性に関する調査

【研究代表者】 西郷 宗玄

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 西郷 宗玄、花田 幸太郎、加藤 正仁、村越 庸一、初鹿野 寛一、清水 透、菊地 薫、鳥阪 泰憲 (常勤職員8名)

【研究 内 容】

当該調査は、マグネシウム合金板材における製造技術及び加工技術の動向や成形性改善の現状に関する調査を行うとともに、ZA 系マグネシウム合金圧延材の製造、材料特性、加工特性等に関する基礎的なデータ収集等を行い、当該合金を自動車等のボディや構造用部材として実用化するための技術課題を明確することを目的とした。マグネシウム圧延材の動向調査では、市場ニーズ、圧延材の実用化状況、材料メーカーの動向について調査し圧延材の現状を把握するとともに、圧延材の現状と問題点を板材製造、プレス加工、表面処理の要素技術別に調査し各要素技術における問題点とそれを解決するための技術課題を挙げ、研究開発動向を調査した。また、今後の圧延材市場を展望し、市場拡大を図るためには大量消費が期待される自動車等への適用が不可欠であり、そのコスト面、技術面における課題を挙げた。

過去5年の特許調査では、マグネシウム圧延に関する特許が369件公開されているのに対し、冷間プレスに関する特許はわずか5件と少なく冷間プレスに関する技術開発が進んでいないことが分かった。ZA 系マグネシウム合金圧延材に関する調査では、スラブを利用した板材

について、自動車ボディ材として十分な機械的強度と室温で25 %以上の延性があることを材料特性評価により確認し、加工性と耐食性に関する課題を明らかにした。最後に、マグネシウム合金圧延材の冷間プレス可能の実現に向けた技術課題についてまとめるとともに、広く、冷間プレス部品について、輸送機器、弱電、レジャー分野等における潜在的ニーズと技術課題を明らかにした。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マグネシウム合金、圧延材、室温成形

【研究 題 目】 広域分散型電源としての太陽光発電システムの利用可能性の調査

【研究代表者】 大関 崇 (太陽光発電研究センター)

【研究担当者】 村田 晃伸 (エネルギー研究部門)、加藤 和彦、高島 工、大谷 謙仁  
(以上太陽光発電研究センター)  
(常勤職員5名)

【研究 内 容】

本研究では、広域分散型電源としての太陽光発電システムの利用可能性の調査として、需給バランスの観点から将来における PV システムの導入可能量の検討を行った。

将来（ここでは2030年）における PV システムの発電量の想定には、一定の現状の延長上の普及形態と想定し、現在の都道府県別導入量から割り振りを行った。また発電量の推定には、気象庁のデータインフラである気象官署の日照時間および日射量データを基にし、約140箇所のデータから広域分散型を模擬する全国の PV 発電量の推定を行った。

今回の調査では1時間値のデータを元に検討を行っていることから、その1時間値が持つ平均されることによる時間的なならし効果の検討を行った。2時点間差および出力変動幅より考察を行い、約2~9 km 程度の距離におけるならし効果と想定した。また、1時間の出力差については、標準偏差がならし効果により約33 %程度抑制される結果となった。全国における導入量合計を84 GW と想定した場合の出力差の結果としては、各地における1時間の出力差の出現確率における1  $\sigma$  では $\pm 50$  MWh 以下、最大においては約2000 MWh~200 MWh の変動であった。全国における1時間値の出力差では、1  $\sigma$  において約 $\pm 100$  GWh、最大値では約40 GWh の変動であった。

PV 導入可能量の検討においては、電力貯蔵設備有無による検討を行った。電力貯蔵設備無しの場合の結果、全国での PV システム導入可能量は約88 GW となった。この数値は、経済産業省の需給部会にて設定されている84 GW に近い値となっている。また、電力貯蔵設備有りの場合は、最大で PV システム導入可能量は約133 GW 導入可能の結果となった。電力貯蔵設備と導入可能量との関係については、入出力容量は40 %以上の場合

変化がなく、貯蔵容量に関しても40 %以上では変化が無い結果となった。今回の導入量の最大を決める条件は、1日でもベース電源+PV 発電量が需要を上回る場合としているため、その時間や日にちをカバーできる入出力容量や電力貯蔵容量により飽和状態になっていることが推測される。そのため、制約条件を1日ではなく、数日やPV やベース電源の制御を想定した場合の検討などにより結果が異なることが推測される。

導入可能量の結果から、CO<sub>2</sub>排出削減効果として約88 GW の導入により約36百万 t～72百万 t 程度、電力貯蔵設備有りのケースにて PV システム約133 GW の導入により、約54百万 t～108百万 t 程度の CO<sub>2</sub>排出量削減が可能となる結果となった。1990年の CO<sub>2</sub>排出量（CO<sub>2</sub>以外は除く）は約1144百万 t、2005年は1275百万 t であるため、総量として十分に大きな効果が期待される。

技術課題としては、「PV システム発電量予測手法の開発」、「多様な条件設定におけるシミュレーション技術の開発」、「EMS を想定した詳細シミュレーションおよび関連技術の開発」に大別してそれぞれ技術課題を列挙した。

今後の課題としては、導入形態として現状の普及をベースに検討を行ったが、今後は将来の人口分布等々を加味する社会システムを組み合わせた検討も必要と考えられる。また、ならし効果に関しては1時間をベースに検討を行ったが、1分値等のデータから系統運用に即した変動パラメータによる再評価・検討も必要と考えられる。需給解析に関しては、各種条件設定におけるシミュレーション検討が必要と考えられる。また、ベース電源以外を加味したシミュレーション検討も重要な課題である。

最後に、現在は、地球温暖化・エネルギー問題を目の前に既に待った無しの状態であり、PV システムを最大限利用するためには、エネルギーマネジメント全体を見据えた検討が今後重要である。本研究の結果は、ある一定の条件における評価結果であるため、更なる詳細な条件設定や考え方により結果は変動する可能性を帯びている。しかしながら、PV システムを受け入れるための系統・需給側の考え方を議論するために、一石を投じた検討結果になっていると自負する。本調査結果が、今後の各種議論を行う素地になることを期待する。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽光発電システム、系統連系、エネルギーシステム、ならし効果、導入限界量

【研究 題 目】平成19年度太陽光発電フィールドテスト事業に関する分析手法の開発及び分析評価

【研究代表者】加藤 和彦（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】高島 工、大谷 謙仁、山田 隆夫  
（常勤職員4名）

【研究 内 容】

本研究は、太陽光発電システムフィールドテスト事業において、全国各地に設置された多種多様な公共・産業用太陽光発電システムの運転性能を分析・評価を行うことを目標として実施している。運転データの分析評価を目的とし、以下の項目について研究開発を行った。

データ収集分析手法の開発に関しては、発電量とシステムコストおよび付加価値を加味したトータル発電コストの基本的な考え方を提案し、さらに環境特性を踏まえた、総合評価指標の基本的な考えを示した。また、コスト特性および発電特性についてイニシャル特性およびランニング特性への分離を示した。

また、分析評価として、開発・提案した評価指標を用いて、フィールドテスト事業におけるデータ収集および分析評価を行った。基本的な特性として、マクロな年度別およびシステム種別等の断面における運転性能、主に発電特性に関する評価を行った。それにより、変動範囲や各種要因分析について、SV 法による損失分析やトラブル事例分析、また特定サイトに関しては、現地調査および汚れによる影響分析を行った。

さらに、PV システム運転状態でのトラブル検出技術・警報の開発として、損失分離手法をベースとして、パワーコンディショナのエラーメッセージ等の組み合わせの基本的な考え方を整理した。また、汚れの影響が大きいサイトのデータ分析により基礎的な検討を行った。

本研究開発で開発されるデータ分析手法や分析評価は、今後設置される公共・産業用太陽光発電システムの発電量増大に直接寄与するものであり、また、今後の開発要因の明確化によりいっそうのコストダウンと長期信頼性を兼ね備えた太陽光発電システム技術開発が期待される。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽光発電システム、分析評価、フィールドテスト、実証試験

【研究 題 目】ナノテク・先端部材実用化研究開発／深紫外線発光ダイオードの研究開発

【研究代表者】山崎 聡（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】竹内 大輔、小倉 政彦、加藤 宙光、  
牧野 俊晴、徳田 規夫  
（常勤職員5名）

【研究 内 容】

新原理デバイスである励起子ダイヤモンド深紫外線発光ダイオード（深紫外線 LED）は、現在実用化されている最短波長（360 nm）のLED に比べはるかに短い波長（235 nm）を持ち、小型・長寿命・低環境負荷（水銀フリー）の殺菌光源となる。この新しいLED を、コスト面で有利な高配向ダイヤモンド基板上に作製する技術、LED デバイス化技術を確立することを目的としている。

平成19年度は高配向基板上に p-i-n 構造をもつダイヤモンドLED を作成した。4桁以上の整流性を持つ特性を

得ることができた。結晶基板上 LED の8桁以上の整流性に比べると劣るものの良好な整流性である。このダイオードの発光特性において、240 nm に自由励起子による発光を確認することができた。

また、ダイヤモンド深紫外線 LED の非線形発光現象の理論的解明をおこなった。ダイヤモンド深紫外線 LED における自由励起子発光が注入電流に対して非線形に増大する特徴ある性質を見出している。この性質は他材料による LED が電流を流すに従い、発光効率が減少することと比べるとダイヤモンド LED の強みである。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド、発光素子、半導体

【研究 題 目】 水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発 メカノケミカル法グラファイト系及びリチウム系水素貯蔵材料の研究

【研究代表者】 清林 哲

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 栗山 信宏、田中 秀明、池田 慎吾、濱口 圭子(常勤職員2名、他2名)

【研究 内 容】

水素貯蔵材料として注目されるリチウム／マグネシウムアミド・水素化リチウム混合物の研究開発を行っている。今年度はプロジェクト最終年度として、反応機構解明、耐久性と安全性に関する研究を行い、その結果を総括する。

メカノケミカル法により調製したアラネート系材料( $\text{NaAlH}_4 + 0.02\text{TiCl}_3$ )において水素吸蔵・放出の繰り返しに伴って生じる反応速度の低下原因に関して、粒子性状に着目し、形状、比表面積、結晶子サイズなどの観点から顕微鏡観察(TEM、SEM、レーザー)、比表面積測定、粉末X線回折などを通じて解析した。一方、同法により調製した  $\text{LiNH}_2$ 系及び  $\text{Mg}(\text{NH}_2)_2$ 系材料(アミド・イミド系材料)に水素吸蔵・放出反応を200回以上繰り返させ、それらの吸蔵量劣化耐久性を調べた。それと並行して、熱重量-示差熱-質量分析(TG-DTA-Mass)装置を改良して、水素放出時の微量副生成物である  $\text{NH}_3$ を水素吸蔵・放出量と同時に定量評価する手法を開発し、その発生機構を検討した。300℃での  $\text{LiNH}_2$ 系材料の水素吸蔵・放出繰り返しにおいては、200回目で水素容量は半減し、また繰り返し毎に2,000 ppm程度の  $\text{NH}_3$ の放出を伴うことが判った。200℃での  $\text{Mg}(\text{NH}_2)_2$ 系材料の水素吸蔵・放出繰り返しにおいては、各サイクルでの  $\text{NH}_3$ 発生は500 ppm程度で、水素容量の減少は軽微であった。容量の劣化は、アンモニア放出による窒素元素の材料からの消失がかなりの原因であることが分かった。他の容量減少の理由を、前段に示した粒状の観察などを通じて検討した。

アラネート系材料(1種)及びアミド・イミド系材料

(成分、混合比及び製造条件の異なるもの5種)について、生体安全性及び燃焼・爆発危険性を評価した。全ての材料が消防法危険物第3類物質(第一種自然発火性物質及び禁水性物質)及び国連危険品分類 Class 4(可燃性物質、自然発火性物質、自己反応性物質、水反応可燃性物質)、容器等級 I に該当した。アラネート系材料以外は変異原性陽性と判定されたが、そのレベルは食品添加物に観られる程度の軽微なものであった。上記物質のうち  $\text{Mg}(\text{NH}_2)_2 + (8/3)\text{LiH}$ (水素吸蔵状態)については、国際エネルギー機関(IEA)において実施される国際共同評価に供される運びとなったことから、製品安全データシート(MSDS)を整備する必要が生じた。そこで、日本工業規格(JIS)等に準拠した条件での粉塵爆発試験を行い、浮遊状態での最低発火温度140℃、爆発下限界濃度90 mg/L、最小着火エネルギー1.4 mJ、最大爆発圧力980 kPa・g、粉塵爆発クラス St3(激しい爆発)との結果を得た。一方、並行して進めた生物試験より、半数致死濃度(LD50)を示す量は300 mg/kg(ラット)、眼及び皮膚に対する腐食性(ウサギ)、半数生長阻害濃度(EC50)を示す量は23 mg/L、最大無影響濃度4.0 mg/L(緑藻、72h後)、半数遊泳阻害濃度 EC50を示す量は25.5 mg/L(ミジンコ、48h後)との結果を得た。得られた上記一連の試験結果を MSDS として編集し、販売、輸送、貯蔵、使用、廃棄等の便に供した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素、水素貯蔵材料、アラネート系材料、アミド・イミド系材料

【研究 題 目】 水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発 超高压合成法による高容量水素吸蔵合金の研究

【研究代表者】 境 哲男

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 境 哲男、棚瀬 繁雄、北村 直之、高崎 智明、向井 孝志(常勤職員3名、他2名)

【研究 内 容】

本研究開発では、「有効水素含有量5.5質量%以上、放出温度150℃以下」を満たす新規高容量水素貯蔵材料の開発を目的とする。 $\text{Mg}$ 水素化物( $\text{MgH}_2$ )は、水素吸蔵量は7.6質量%と高いものの、水素放出温度が400℃以上と高いなどの課題があり、より低温で水素放出できる新規水素吸蔵合金の開発が求められる。本研究開発では、数万気圧までの超高压水素合成法を利用して、世界初の  $\text{Mg}$ -遷移金属系水素化物  $\text{Mg}_7\text{MH}_x$ ( $\text{M}=\text{Ti}, \text{V}, \text{Zr}, \text{Nb}, \text{Hf}, \text{Ta}$ )を合成することに成功し、これら新規水素化物が従来の  $\text{MgH}_2$ に比べて130~180℃低温で水素放出することを示した。放射光を用いた精密構造解析によると、この水素化物は FCC 型構造をとり、理論水素組成は  $\text{Mg}_7\text{TiH}_{16}$ (水素量6.9質量%)であった。この水素化物



相に、 $\text{LiAlH}_4$ や $\text{LiH}_2$ などを添加するとLiがMgサイトの一部を置換することで構造を安定化して、生成率を80%以上に高め、かつ、水素の吸蔵放出速度を飛躍的に増大できることを明らかにした。平衡水素解離圧測定から、250℃付近で可逆的に4質量%以上の水素が可逆的に吸蔵放出できることを実証できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素貯蔵材料、超高压合成、マグネシウム系水素化合物

【研究題目】固体高分子形燃料電池実用化・戦略的技術開発 基礎的・共通的課題に関する技術開発 固体高分子形燃料電池スタックの劣化・解析基盤研究（スタック劣化メカニズム解明に関する基礎的支援研究）

【研究代表者】谷本 一美

（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】安田 和明、蔭山 博之、竹市 信彦、五百蔵 勉、小島 敏勝、城間 純、山崎 真一（常勤職員8名、他7名）

【研究内容】

固体高分子形燃料電池の耐久性を見通すために、産学官連携のコンソーシアムの体制で加速劣化法の確立を進めた。産総研では、その劣化加速試験法の妥当性を示すため、3つのテーマでの基礎研究を行った。

① 分光学的手法による白金-ルテニウム触媒の表面結合状態の in-situ 計測

Pt-Ru 触媒の耐 CO 被毒性の低下を、実電池条件下で in-situ で調べる手法を検討した。計測用にデザインされた電池構造で、運転過程にある MEA を定期的に in-situ XAFS 計測を、CO が有無である発電条件下でアノード触媒層の Pt、Ru のスペクトルを計測した。Ru は、CO の有無で大きく変化は見られず、Pt では変化が見られた。この Pt シグナルについて、メーカー提案の加速法で2500時間程度劣化させた触媒のものと、リファレンスとなる標準条件運転過程にある触媒のものを比較し、劣化加速効果が見られた。

② セル内電流・電位分布測定に基づく電極劣化解析

100分割セルによりアノードガス切替時でのセル面内での電位分布、電流分布を計測した。アノードガス切替の際、カソードに1.5 V 程度の電位がかかることが直接示され、従来提唱されてきたアノードガス切替での逆電流機構での劣化が実験的に示された。また、カソードでパージ室素から空気へのガス切替時に、アノード側が水素であっても、ガス境界の流れで、局部的電位上昇となることも実験的に示された。

③ 劣化コンポーネントの評価解析

メーカーで開発された劣化加速手法であるアノード高電位保持した MEA のアノード触媒中の Pt-Ru 比を

調べたところ、アノード電位及び、電位保持時間と Pt-Ru 比は相関関係があることが分かった。また、劣化加速プロトコルで劣化させた触媒層の分析を行ない、材料の劣化状態を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、固体高分子形、劣化、解析評価

【研究題目】新利用形態燃料電池標準化等技術開発 標準化研究開発 新利用形態燃料電池の基盤研究開発（性能及び安全性試験）

【研究代表者】宮崎 義憲

（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】宮崎 義憲、柳田 昌宏、山根 昌隆、永井 功、西村 靖雄、土山 尚彦、西川 演、川口 恵子、石井 みどり、溝口 尚子、玉木 一彦、江戸 貞子、天野 良成、井上 健（常勤職員5名、他9名）

【研究内容】

本研究開発では、社団法人日本電機工業会との緊密な連携のもとで、メタノール、水素やその他燃料を用いた携帯用燃料電池（マイクロ燃料電池）をはじめとする新利用形態燃料電池に関して、周辺機器を含めた電源システムの性能試験等の試験方法・測定技術を開発するとともに、安全基準の設定、国際標準化、国内標準化、規制適正化に資する基盤データの取得、試験方法の開発を行う。

平成19年度は、マイクロ燃料電池の性能試験方法とマイクロ燃料電池の安全性評価試験方法について研究を実施した。

マイクロ燃料電池の性能試験方法では、特に、メタノール燃料不純物特性について、国際標準化活動における互換性（燃料の品質）の動きに合わせて、燃料由来の不純物の影響度評価や燃料カートリッジ由来の未知の不純物の影響評価試験方法としての長期断続運転試験の検討により、互換性の基準、試験方法を提供するために積極的に取り組んだ。

マイクロ燃料電池の安全性評価試験方法では、特に、メタノール燃料電池発電システムの排出特性、水素カートリッジ、水素燃料電池発電システムの水素漏洩評価の研究に積極的に取り組んだ。前者では、これまで検討してきた通常の使用状況（ $10\text{m}^3/\text{h}$  程度の換気が行われているオフィス内でパソコンを使用など）と異なり、消費者の口や鼻の近傍で使用されるマイクロ燃料電池の排出影響を評価するための考え方について調査、検討を行った。通常の使用状況については、国際標準化作業の中で排出基準を決めてきており、今回の検討についても、その出発点として、通常の使用状況と基本的な考え方が似ている数理モデル（近接場／非近接場モデル）を援用し

た検討を行った。後者では、模擬水素漏洩点から一定の高さにおける水素濃度分布測定を行い、種々の条件（走査モード、走査速度、走査高さ、漏洩量、漏洩点数等）における基盤データを取得した。その結果、風の影響、走査速度の影響、漏洩点数の影響において問題となる注意点を明らかにした。一方、試験条件が整えば水素拡散の理論に近い濃度分布が測定できることが分かった。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロ燃料電池、安全性評価、性能評価、標準化、規制緩和

【研究題目】再生医療評価研究開発事業／再生医療の早期実用化を目指した再生評価技術開発

【研究代表者】大串 始

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】大串 始、廣瀬 志弘、鍵和田 晴美、町田 浩子、寿 典子、勝部 好裕、小田 泰昭、笹尾 真理（常勤職員4名、他4名）

【研究内容】

臨床研究が開始されている「間葉系幹細胞」、「骨」、「軟骨」、「心筋」及び「角膜」の5分野に関しては、早期の実用化が期待されている。そのために、再生評価技術ならびに計測機器を開発し、実用化レベルでの評価基準を確立するとともに、わが国発の基準の世界標準化を図る。研究開発テーマは以下の通り。

- ① 間葉系幹細胞の一次培養プロセスの計測・評価技術開発
- ② 骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発
- ③ 軟骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発
- ④ 心筋・血管の再生医療プロセスの計測・評価技術開発
- ⑤ 角膜の再生医療プロセスの計測・評価技術開発

産業技術総合研究所の担当した項目毎に本年度の成果を示す。

- ① 三洋電機株式会社とともにエバネセント光を用いて間葉系幹細胞の特性や培地微量成分を計測する技術の開発を行っている。製作した試作機で実際に間葉系幹細胞表面に結合した2種類の蛍光標識抗体を観察することができた。オリンパスと共に細胞の厚みを利用した細胞増殖活性を計測する技術を開発している。製作した評価検討機を用いて光学顕微鏡の位相画像からT75フラスコ中の間葉系細胞の厚みを計測できた。また、自動計測アルゴリズムの改善を行い、細胞厚み計測精度1  $\mu\text{m}$  程度を達成できる見込みを得た。
- ② 三洋電機株式会社とともに間葉系幹細胞の骨基質形成能計測評価技術と計測装置の開発を行っている。移植に用いられるチタン等材料を培養担体を使用した時の骨基質の蛍光観察も可能であった。マイクロプレート全体の蛍光画像を一括で取得可能な装置の開発によ

り、撮影所要時間の短縮にも成功した。骨基質蛍光計測技術のASTM internationalへの登録も完了した。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】再生医療、間葉系幹細胞、骨、標準化

【研究題目】再生医療評価研究開発事業／三次元複合臓器構造体研究開発

【研究代表者】山根 隆志（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】本間 一弘、兵藤 行志、三澤 雅樹、新田 尚隆、谷川 ゆかり、小阪 亮、鎮西 清行、小関 義彦、鷺尾 利克、荒船 龍彦（常勤職員10名、他1名）

【研究内容】

目標：

作製過程あるいは移植後生体内での変化が連続モニタリング可能なプロセス評価を実現する非侵襲・低侵襲的評価法の確立を図る。

研究計画：

再生組織の無侵襲・低侵襲計測評価技術およびin situ生化学分析・評価技術のin vitro評価を行う。

進捗状況：

再生組織の無侵襲・低侵襲計測評価技術：再生骨・軟骨組織の計測のため、空間分解能が10  $\mu\text{m}$  以下のマイクロX線CTを構成し、ビームハードニング偽像を補正するアルゴリズムを開発し、正確な試料密度分布が計測可能になった。東京大学開発の骨軟骨連続体用足場材の空隙率、連通性を計測できた。また、断層像から新生骨領域を抽出するため、最適な非線形フィルターを選択し、高精度な新生骨領域の判別が検証できた。またMRIにより培養中の軟骨細胞について計測したD値と、同時に計測した軟骨成分sGAGの分量とは強い相関をもつ。新たに生体組織を構成する分子の空間的変位を高速撮像するMRI手法として、無侵襲生体計測への適用(k空間3次元MRI)を可能とし、変位測定の高精度化を目的とした撮像法(q空間MRI撮像法)を考案した。また再生血管力学特性の計測と灌流状態モニタリングのため、超音波カテーテルと圧力カテーテルを用いて、ファントム実験及びイヌ下大静脈を用いたin vitro実験にて、血管弾性の変化や血流・動粘性率の変化が検出可能であることを検証した。また再生血管網を非侵襲でモニターするため、生体組織を透過する波長領域をもつ冷却式近赤外線CCDカメラにより、作成した血管ファントムについて、血管の太さと深さの抽出が可能となった。

再生組織のin situ生化学分析・評価技術：ファイバ・エバネセント分光分析法は低侵襲・超高感度生化学計測技術であり、in situ計測に適したセンサ形状の基礎的検討を行った。軟骨ではプロテオグリカンの組成から、さらには組織に虚血状態を負荷する実験系では試料への接触のみで、脂質の変化を検出できるなど、プロセス評価法としての有効性をin vitro試験で確認した。こ

れを応用して東京大学開発の骨軟骨連続体における培養細胞の検出について、軟骨成熟度測定の可能性を確認した。また分析カテーテル先端の微小操作部として、アクリル弾性体機構をセラミック圧電素子で駆動する、MRI 対応性を持つ微小運動機構を試作した。微小操作部には粗動ステージを組合せる必要があり、リニアモータの MRI 対応性を評価した結果、MRI 画像の SN 比に若干の低下が見られたが、大きな歪みの無い画像が得られ、良好な対応性が確認された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 三次元複合臓器、低侵襲評価、移植後評価

【研究 題 目】 ナノテク・先端部材実用化研究開発／高配向性 CNT を用いたナノ構造制御による低電圧駆動高分子アクチュエータの研究開発

【研究代表者】 安積 欣志

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 安積 欣志、清原 健司、杉野 卓司

(常勤職員3名、他3名)

【研究 内 容】

目標：

ロボットや健康・福祉機器等の適用可能な小型軽量アクチュエータが求められている。本研究開発では、高配向性カーボンナノチューブ (CNT) を用いることにより、低電圧駆動で空中駆動できる従来にない性能を有するロボット用新型 CNT 高分子アクチュエータデバイスを開発する。高出力、長ストローク、高速応答性を実現する。研究計画：

CNT、イオン液体、ベースポリマーからなる複合体電極の改良を行うことにより、伸縮率、発生力、応答速度の性能を飛躍的に向上させる。特に、産総研ナノカーボン研究センターから提供される、高配向性カーボンナノチューブの高配向性・高アスペクト比・高純度・高導電性などの優れた特性をいかした開発を行う。

年度進捗状況：

平成19年度は平成18年度の成果を元に、高配向性 CNT のイオン液体ゲルへの分散技術の開発を進め、アクチュエータ電極の高機能化に成功し、平成19年度目標値を達成した。具体的には、電極層前駆液作製に際し、1. CNT+イオン液体+溶媒の混練、2. 1液+ポリマー溶液の混練の2段階ボールミル法を開発し、電極層中の CNT 量をプロジェクト前の13 wt%から30 wt%まで分散性よく充填可能とした。その結果、アクチュエータ性能が電極層伸縮率3 %、発生圧6 MPa の高出力となった。また高配向性 CNT とイオン液体を用い、新規のフィルム化現象を発見した。CNT が数 wt%から90wt%の任意の割合で、キャストという簡単な方法によりイオン液体との複合フィルム化できる方法は世界初であり、ま

た CNT の量を調整することで、高強度、高導電性、高キャパシタンスの導電性フィルムを作製でき、高出力、高速のアクチュエータを作製可能であることが分かった。平成20年に、さらに、出力を大きくするため、CNT の配列技術の開発を進め、最終目標値を達成する素子の開発を行う。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 カーボンナノチューブ、イオン液体、高分子アクチュエータ

【研究 題 目】 高機能簡易型有害性評価手法の開発／培養細胞を用いた有害性評価手法の開発／高機能毒性予測試験法基盤技術の開発

【研究代表者】 近江谷 克裕

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 近江谷 克裕、中島 芳浩、星野 英人、

呉 純、李 学燕、熊田 志保、

上田 直子、近藤 雅子

(常勤職員4名、他4名)

【研究 内 容】

目標：

簡易かつ迅速で高精度な化学物質のリスク評価管理を行うための手法の確立を目指し「高機能簡易型有害性評価手法の開発」の一環として、発がん性や発生毒性（催奇形性）、免疫毒性の3分野の試験に関して、わが国で開発された最新の技術を組み込んだ国際的に利用可能な高精度簡易試験法の開発を目標として研究開発を行う。

研究計画：

免疫毒性評価に最適化されたインターナルコントロール用プロモーター配列を特定、多色発光用コントロールベクターを作成する。また、東洋紡績が作成した免疫毒性評価用細胞の時系列的発光測定を行い発光細胞の実証評価を行う。

年度進捗状況：

毒性評価モデルとして免疫毒性評価用細胞の開発を重点的に行った。免疫毒性の評価に繋がる IL1 $\beta$ 、INF $\gamma$  などのプロモーターを多色ルシフェラーゼにそれぞれ挿入したベクター群を構築、評価細胞となる Jarkat 細胞に複数、同時挿入した（複数の遺伝子発現を異なる発光色のルシフェラーゼで解析）。PMA やイオノマイシンなどの誘導実験などを通じ、毒性評価に有効なベクター群を探索中である。また、毒性評価に最適なコントロールベクターの開発を目指し、恒常的プロモーター CAG、GAPDH や CMV などの時間的な発現安定性を評価した。さらに、カルパインの部分構造をルシフェラーゼに挿入することで、毒性予測に最適化された半減期の短い発光プローブの開発に成功し、特許申請を行った。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生物発光、化学物質評価、簡易解析法



〔研究題目〕 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術  
開発 次世代技術開発 アンモニアボラン  
利用燃料電池の開発

〔研究代表者〕 徐 強

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 徐 強、塩山 洋、Xinbo Zhang

(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

既存の固体高分子形燃料電池の概念にとらわれない多様な燃料の利用を実現する高性能燃料電池技術の研究開発が求められている。本研究は、新しい安全な燃料であるアンモニアボラン( $\text{AB}=\text{NH}_3\text{BH}_3$ )を利用した高性能燃料電池(ABFC)技術の確立を目的とする。陰イオン交換膜・電極接合体(MEA)を作成し、酸素正極及びアンモニアボラン(AB)水溶液負極を持つ燃料電池を構築した。陰イオン型電解質溶液を用いて、Vulcan XC-72担持 Pt の電極触媒層(ca. 100  $\mu\text{m}$ )を形成させ、正極と負極の両方に用いた。Pt の担持量は正極と負極においてそれぞれ 0.93  $\text{mg cm}^{-2}$ と0.76  $\text{mg cm}^{-2}$ である。陰イオン交換膜の両側にポリテトラフルオロエチレン(PTFE)シートを置き、403 K で炭素クロスとともにホットプレスした。このように作成した膜・電極接合体(MEA)を用いて9  $\text{cm}^2$ 実験用セルを作製した。アンモニアボラン(AB)水溶液はポンプによって負極に供給された。本実験用セルの性能は、318 K の低い温度においても発電特性は0.6 V, 180  $\text{mA/cm}^2$ に達し、その高いエネルギー密度は、アンモニアボラン直接燃料電池がポータブル電源としての高い可能性を示した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 エネルギー、水素、燃料電池

〔研究題目〕 水素安全利用等基盤技術開発 水素に関する共通基盤技術開発－国際共同研究  
超高圧水素化合物合成技術に基づく高密度  
水素貯蔵物質設計に関する研究開発

〔研究代表者〕 栗山 信宏

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 栗山 信宏、田中 秀明、田中 孝治、

竹市 信彦(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

体積的にも重量的にも高水素密度を有する水素貯蔵技術として、軽量高压容器と水素貯蔵材料を組み合わせたハイブリッド容器の開発が進められている。この実用化には、高体積水素密度を有する水素貯蔵材料の開発が必要不可欠である。

本事業では、未知の領域とされる GPa オーダーの超高圧水素下での気相－固相反応を利用し、高体積水素密度新規水素化合物を合成するとともに、合成された新規水素化合物の水素吸蔵・放出特性評価の実施を進め、実用的な圧力範囲の高容量水素貯蔵材料の開発を目指した。

今年度は、Zr 基(Zr-遷移金属元素) ラーベス相合金及びその他それより派生する合金系に対し、高容量水素化合物の探索を実施するとともに、第三元素添加による置換・添加効果を検証しながら、実用的な圧力範囲において水素吸蔵・放出特性ならびに結晶構造を評価した。

Zr-Fe-Cr 系及び Zr-Co-Cr 系ラーベス相合金において、室温下35 MPa 以下の平衡水素解離圧ならびに体積水素密度(合金基準) 140  $\text{kg-H}_2/\text{m}^3$ を超える水素化合物が形成することを見出した。また、元素置換等を通じて格子定数等の幾何学的因子を連続的に制御する方法と超高圧水素利用技術を併用することが、当系水素化合物の高容量化開発を加速する上で有効な手段になり得ることを実証した。また、特定元素による置換は単に吸蔵量や解離圧を制御するのみならず、速度特性にも影響を及ぼす可能性もあることも判明した。

しかしながら、元素置換による反応速度特性へ及ぼす影響に関しては、添加元素の存在状態及び得られた情報量が少ないために推察の域を出ない。このため、存在状態を明確化し、影響発現機構を解明し、高容量且つ可逆的な水素貯蔵材料の開発を目指すことが今後の重要な課題である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 超高圧、水素、水素貯蔵材料

〔研究題目〕 知的基盤創成・利用促進研究開発事業  
電池・燃料電池設計のためのイオン拡散  
挙動評価手法の確立に関する研究開発

〔研究代表者〕 齋藤 唯理亜

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 齋藤 唯理亜、棚瀬 繁雄、境 哲男、

梅木 辰也、奥村 妥絵

(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

目標

蓄電池や燃料電池の導電体材料を効率的に設計創製するために、導電体のイオン伝導挙動や劣化挙動を支配する、可動イオン濃度、イオン易動度(拡散係数)、イオン輸率、塩の解離度、イオンと媒体との相互作用力などの動的・静的物性値を総合的に求めるための測定・解析技術を確立する。さらにそれらナノレベルの物性値と、従来の電気化学測定に基づくマクロ物性との相関性を定量解明し、材料設計のデータベースとなる指標物性値を明らかにする。

研究計画

電場印加型磁場勾配 NMR 装置の汎用化を図るために装置本体と測定解析ソフトウェアの改良を図る。リチウムイオン液体電解質及びプロトン電解質についてイオン伝導に関わる動的・静的物性を集積し、導電体設計に用いられる物性指標を選定する。

19年度進捗状況

①装置本体と測定解析プログラムを完成させ、その技術を用いて②プロトン導電体やリチウム電解質のイオン伝導挙動を解明した。それらの結果および劣化サンプルの導電性の結果を総合して③電解質材料設計に用いる物性指標の選定を目指した。①については、電場印加セルおよびプローブを大幅に改良した結果操作性が向上し、精度と信頼性の高いデータ取得が可能になった。②については、プロトン導電体についてはプロトンの特異的なホッピング伝導機構が、ポリマー近傍の水分子層に依存することを明らかにした。リチウムイオン液体電解質については、リチウムがイオン液体媒体のアニオンによって溶媒和されており、さらにはシリカやポリマーの分散によって、固体サイトと  $\text{Li}^+$  との相互作用が生じることを見出した。③については各種物性値の相関性をまとめ、電解質を創製・評価するために有効に利用できる指標物性を選定した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リチウム二次電池、固体高分子形燃料電池、拡散係数、易動度、導電体設計

【研究 題 目】 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発 次世代技術開発 ガス拡散電極用高性能触媒担体の研究開発

【研究代表者】 塩山 洋

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 塩山 洋、上田 厚、大長 亜紀、小島 敏勝、木内 正人、本城 国明  
(常勤職員5名、他1名)

【研究 内 容】

固体高分子形燃料電池 (PEFC) の本格普及に際しては、電極触媒として使用する白金量の低減、言い換えると白金触媒の活性向上が必要不可欠である。これまで当研究グループでは、電極触媒の活性は触媒である白金が担持されているカーボン担体の構造や表面官能基に依存することを明らかにしてきた。本受託研究では、MEA を作製する際のナフィオンイオノマーに、ナノカーボンであるフラーレン誘導体を添加した際の発電特性に与える影響について調べた。

MEA の評価指標として採用した I-V 特性曲線の 0.75 V での電流密度は、フラーレン誘導体を添加しない場合は、白金使用量が 0.05-0.06  $\text{mg cm}^{-2}$  の場合は 53  $\text{mA cm}^{-2}$  であった。 $\text{C}_{60}\text{F}_{36}$  や  $\text{C}_{60}(\text{OH})_{10}$  を添加すると、0.75 V での電流密度はそれぞれ 2.6 倍 (5 重量% 添加時) と 1.7 倍 (10 重量% 添加時) に増加していることが分かった。

フラーレン誘導体の添加は、ナフィオンの物性を変化させると考えられる。例えば  $\text{C}_{60}\text{F}_{36}$  はナフィオンのフッ素骨格と、 $\text{C}_{60}(\text{OH})_{10}$  はナフィオンのイオン性側鎖とそれぞれ親和性がある。またこれら誘導体は電極触媒のカーボン担体とも親和性があるため、結果としてナフィオ

ンと電極触媒の親和性が向上し、その結果 MEA の発電特性が向上したと考えられる。フラーレン誘導体を添加しすぎると逆に発電特性が低下する現象も認められた。

更に MEA 製造に使用するナフィオンイオノマー量が発電特性に与える影響や、電極触媒とナフィオンとの界面を TEM 観察する方法に関する研究も実施した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体高分子形燃料電池、電極触媒、触媒担体、炭素材料

【研究 題 目】 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発 次世代技術開発 電子伝導性酸化物材料を用いた高耐久性触媒担体の研究開発

【研究代表者】 五百蔵 勉

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 五百蔵 勉、妹尾 博、丹上 貴子  
(常勤職員2名、他1名)

【研究 内 容】

本研究開発では、従来のカーボン系触媒担体に比較して格段に耐酸化性を向上させた新規な高耐久性の触媒担体を開発するため、電子導電性と耐食性を有する還元チタン酸化物 (Magnéli 相酸化物など) をベースにした担体材料を検討している。本年度は、チタン酸化物担体の高比表面積化および触媒の安定性評価を中心に研究を進めた。チタン酸化物の高比表面積化については、還元性の分散媒中に分散した  $\text{TiO}_2$  粉末に、高エネルギー密度の紫外パルスレーザー ( $\text{Nd:YAG}$  3 次高調波、355 nm) を照射することで、BET 比表面積 10~50  $\text{m}^2/\text{g}$  程度の還元チタン酸化物が得られることがわかった。種々の電気化学測定より、 $\text{Li-TiOx}$  担体上に Pt 粒子担持した  $\text{Pt/Li-TiOx}$  触媒は従来の  $\text{Pt/C}$  触媒や  $\text{Pt/Ti}_4\text{O}_7$  触媒同様の酸素還元反応に対する比活性を有していることがわかった。

次にカーボン系担体で急速に劣化する高電位での  $\text{Pt/Li-TiOx}$  触媒の安定性を検討した。従来触媒の  $\text{Pt/C}$  では 1.3~1.4 V 以上の電位で酸化電流の急増、および電気化学的活性表面積 (ECA) の大幅減少など、カーボン担体の腐食に起因すると考えられる現象が確認されたが、 $\text{Pt/Li-TiOx}$  では 1.5 V のような高電位においても、大きな変化は見られず安定した挙動を示した。また、高電位試験後の MEA 触媒層構造や Pt 粒子の担持状態にも変化は見られず、 $\text{Li-TiOx}$  系担体の高電位環境に対する耐久性はカーボン系担体よりも高いと期待できる。また、起動停止模擬試験では、 $\text{Pt/C}$  では ECA が半減する 500 サイクル後においても初期の 90 % 程度の ECA を保持しており、約 3000 サイクル後でも約 50 % 保持できることがわかった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体高分子形燃料電池、電極触媒、触媒

担体、酸化チタン

〔研究題目〕水素先端科学基礎研究事業

〔研究代表者〕村上 敬宜

(水素材料先端科学研究センター)

〔研究担当者〕藤井 丕夫、高田 保之、深井 潤、  
河野 正道、伊藤 衡平、久保田 裕巳、  
張 興、Peter Woodfield、藤井 賢一、  
新里 寛英、城田 農、Elin Yusibani、  
迫田 直也、日高 彩子、滝田 千夏、  
桃木 悟、山口 朝彦、赤坂 亮、  
小清水 孝夫、濱田 繁、東田 賢二、  
松岡 三郎、井藤賀 久岳、高橋 可昌、  
大西 勝、近藤 良之、高木 節雄、  
土山 聡宏、福島 良博、峯 洋二、  
高井 健一、早川 正夫、徳光 英之、  
中山 純一、古賀 敦、大塚 雅也、  
松永 久生、Jean-Marc Olive、  
Sergiy M. Stepanyuk、西村 伸、  
山辺 純一郎、堤 紀子、金崎 俊彦、  
藤原 広匡、Brian Somerday、  
Petros Sofronis、Robert O.Ritchie、  
Richard P.Gangloff、  
Ian M.Robertson、堀田 敏弘、  
畠山 和久、有永 伸行、森山 奈美、  
高津 須嘉生、杉村 丈一、  
村上 輝夫、和泉 直志、澤江 義則、  
森田 健敬、田中 宏昌、中嶋 和弘、  
坂井 伸朗、福田 応夫、八木 和行、  
佐々木 信也、間野 大樹、村上 敬、  
三室 日朗、山神 成正、奥村 哲也、  
金山 寛、柿本 浩一、塩谷 隆二、  
荻野 正雄、西村 憲治、宮崎 則幸、  
松本 龍介、武富 紳也、河合 浩志  
(常勤職員5名、他75名)

〔研究内容〕

水素と材料に関わる種々の現象を科学的に解明して各種データを産業界に提供するとともに、経済性を考慮しつつ安全に水素を利用するための技術指針を確立することを目標として、①高圧水素物性、②金属材料の水素脆化の基本原理解、③金属、非金属材料の長時間使用と加工の影響、④高圧水素トライボロジー特性、⑤水素の挙動シミュレーションについて研究を行います。

今年度は、以下の成果が得られました。

- ・世界的にも計測データの無い高圧物性の測定では計測装置の設計、製作から開始しており、装置は高圧ガス保安法の認可を受けながら進めています。  
高圧測定での精度保証のために、まず定圧のデータの精度確認を行っています。計画中のいずれの実験も高度な技術、時間を要するが概ね研究計画に沿った成果

が得られています。

- ・水素の可視化の実現、結晶のすべり挙動の特異性(すべりの局在化と離散化)の発見など水素脆化の基本機構に関わる成果が得られました。
- ・材料中に水素が存在する場合には疲労き裂進展特性に著しい繰り返し速度依存性があることを発見しました。特に、過去の研究で水素脆化しないと言われてきたSUS316Lにおいてもマルテンサイト変態が生じること、疲労き裂進展速度に繰り返し速度依存性があることなど実用上極めて重要な発見がなされました。当初のロードマップに含まれていないが実証に供された蓄圧器の健全性評価や国際標準戦略活動など重要な活動も展開しています。
- ・転がり軸受け材料の転がり疲れ、軸受鋼、ステンレス鋼などの滑り摩擦、バルブ摺動材料の往復動摩擦、フレッチング摩耗などに及ぼす常圧水素雰囲気の影響について基礎データを取得しました。また、動的シール材料として四フッ化エチレンの高圧水素中曝露材と非曝露材を対象に摩擦試験、表面分析を行うとともに表面特性の評価を行いました。各種コーティング膜の耐水素バリア性に着目し、水素透過係数の測定法の検討、低温(185K)の水素中での摩擦試験を実施しいくつかの知見を得ました。
- ・有限要素法、結晶塑性シミュレーション、分子動力学を用いたマクロ解析から原子レベルでの水素と材料の干渉解析の基礎を確立しました。実際の破壊挙動解析や水素拡散の解析への試みも可能になってきました。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕水素エネルギー、水素脆化、水素物性、トライボロジー、シミュレーション

〔研究題目〕ナノテク・先端部材実用化研究開発  
Point-of-Care バイオチップの開発

〔研究代表者〕石川 満(健康工学研究センター)

〔研究担当者〕石川 満、亀井 利浩(エレクトロニクス研究部門)、片岡 正俊、大家 利彦、  
党 福全、松廣 健二郎(エレクトロニクス研究部門)(常勤職員4名、他2名)

〔研究内容〕

緊急医療の現場、診療所、在宅治療中の患者のベッドサイドなど、処置や治療が必要な現場で診断(Point-of-Care Testing: POCT)を可能にするコンパクトな電気泳動法を用いた診断装置を開発することが、本研究開発の目標である。

POCT 用途に適したコンパクトなプラスチック製電気泳動バイオチップが実用可能になった。このチップに相応しいコンパクトな診断装置を開発するために必要な要素技術を開発する。装置開発と並行してバイオチップの応用技術を開発することが本研究開発の基本計画である。要素技術開発として蛍光検出用ホトダイオード、高効率



蛍光集光用マイクロレンズ、そしてコマルチチャネル励起光源の開発が含まれる。

平成19年度の進捗は以下の通りである。

#### 《蛍光検出用ホトダイオード》

前年度に開発したアモルファスシリコン作製プロセスと光学干渉フィルタのリフトオフ・プロセスを統合し、集積型蛍光検出デバイスを作製して蛍光検出限界を評価した。バックグラウンド光電流測定の結果から、今年度の目標を上回る2 nM を達成したと推定される。

#### 《マイクロレンズ》

今年度の目標である多チャネル化用のレンズを開発した。レンズ径200 μm 程度で、焦点距離247 μm、NA 0.6以上、チャネル数4のマイクロレンズアレイを設計し、金型製作および初回サンプルの成形を完了した。

#### 《マルチチャネル励起光源》

多チャネルの蛍光測定の励起光源として、コストの面でレーザよりも LED 光源が有利である。発散している LED 光を、光ファイバ中に効率良く入射させることが大きな課題である。蛍光測定に必要な光出力を得るために、LED の出力を光ファイバに入射させるための光線追跡シミュレーションを実施して、蛍光測定に必要な LED 光を得る見通しが得られた。

#### 《応用》

糖鎖および糖タンパク質がバイオチップのチャネル壁面に非特異吸着することを防ぐために、泳動緩衝液中にセルロース誘導体を混入させる方法が知られている。昨年度合成した疎水基で修飾した13種類のセルロース誘導体を用いて、タンパク質の非特異吸着を抑制する性能を評価した。それぞれの出発セルロースの性能よりも優れた性能が得られた。

血中アミラーゼ解析をオンチップで実施するために、マイクロチップ基板上の試料ウェルをアミラーゼとオリゴ糖の反応場として用いた。試料ウェル中の溶液の蒸散を防止して2時間以上アミラーゼ処理が可能となった。その結果、アミラーゼ測定のオンチップ化が実現した。DNA の制限酵素断片長多型解析では、前年度に利用可能となった12チャネルチップを用いて試料ウェル中でDNA を制限酵素で処理することにより、省試料で高感度な解析が実現した。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】POCT、電気泳動、糖鎖、糖たんぱく質、アミラーゼ解析、DNA 解析

【大 項 目 名】水素安全利用等基盤技術開発

【研究 題 目】水素に関する共通基盤技術開発  
熱電式水素センサの研究開発

【研究代表者】申 ウソク

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】申 ウソク、松原 一郎、伊豆 典哉、伊藤 敏雄、西堀 麻衣子

(常勤職員5名)

#### 【研究 内 容】

本研究開発では、水素スタンドの設置機器の耐久性や安全性確保技術として、漏洩水素の検知技術等の開発が要求される中、水素供給スタンド等での水素ガス漏れ検知を目的とする高感度の水素センサを開発する。熱電式水素センサの実用化を目指し、高感度・高速応答のマイクロ素子の開発を行った結果、平成19年度は、広い水素濃度範囲の漏れ検出が可能な水素センサを開発し、その量産技術を確認し、耐久性1年以上のセンサ素子を開発した。

具体的には、マイクロ熱電式水素センサの性能向上のため、メンブレン大きさの検討及びセラミックス触媒の分散状態、厚み、大きさ、等の最適化を行い、水素検出性能が数 ppm～4 %を超える広範囲検出が可能なマイクロ素子の量産技術を開発し、その耐久性については、水素ステーションのフィールドテストの結果から1年の安定的な水素検知性能が確認できた。更なる長期安定性向上のため、多数のセンサ素子を同時にエーijing処理しながらエーijing処理中とその後のセンサ応答特性が確認できるシステムによる評価を実施し、エーijingの効果について、マイクロヒータ及び触媒パターン等の素子形状と素子性能及び安定性との相関を明らかにした。なお、マイクロ素子のプロセス改善の検討を行い、4インチウェーハを軸にした量産技術として必要なプロセスモニタリングを実施した。ウェーハにテスト用パターンを設計し、プロセスのパラメータが素子性能及び歩留まりに与える効果を明らかにし、最高で7割の歩留まりの素子プロセスを達成し、量産プロセスによる低コスト化技術を開発した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】水素センサ、漏れ検知、熱電素子

#### 【研究 題 目】調光ミラーフィルムの研究開発

【研究代表者】吉村 和記

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】田嶋 一樹、山田 保誠 (常勤職員2名)

#### 【研究 内 容】

本研究開発では、透明な状態と鏡の状態を自由にスイッチングすることのできる「調光ミラーフィルム」の開発を行う。このため、①フィルム基板上への成膜に関する研究、②エレクトロクロミック調光ミラーフィルムの研究を行う。それぞれの課題に関して本年度は以下のような成果を得た。

##### ①フィルム基板上への成膜に関する研究

水素を含んだガスによりスイッチングできる調光ミラーフィルムを開発するため、様々な透明フィルムの上に、マグネトロンスパッタ法によりマグネシウム・ニッケル合金を用いた調光ミラー薄膜を作製し、そのスイッチング特性の評価を行った。スイッチングの繰り返しに対す

る耐久性に関して、フィルム内に取り込まれている水分の影響が大きいことを見出した。これを制御することで、透過率の劣化を20 %以内に抑えて800回以上スイッチングできるものが作成できた。

## ②エレクトロクロミック調光ミラーフィルムの研究

全固体型の調光ミラーデバイスをフィルム基板上に作製する技術を確認し、世界に先駆け調光ミラーフィルムを実現した。これについては、2007年11月にプレス発表を行った。製造コストに関する検討も行い、酸化タンタル層の厚さを調整することで、この調光ミラーフィルム2万2千円/m<sup>2</sup>程度のコストで作製できる見通しを得た。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 調光ミラー、スパッタリング、電解質、フィルム基板

## 【研究題目】 マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

【研究代表者】 中村 守

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 坂本 満、斎藤 尚文、渡津 章、袴田 昌高 (サステナブルマテリアル研究部門)、小林 幹男、大矢 仁史、古屋仲 茂樹、小山 和也、飯田 光明、(環境管理技術研究部門)、初鹿野 寛一、村越 庸一、清水 透 (先進製造プロセス研究部門) (常勤職員12名、他8名)

## 【研究内容】

本研究の目的は、マグネシウム合金高性能鍛造部材製造技術の基盤を構築することにある。そこでマグネシウム合金の鍛造特性解明のため、種々の組織を持つ鍛造素材について素材組織と鍛造加工性の関係を調べ、また、加工性と鍛造後の高温強度・耐熱性を普遍的に記述するアトムスケールからの構成方程式を構築するための基礎となるマグネシウム合金の高温変形特性に及ぼす添加元素の影響について検討を行う。また素材組織と鍛造加工性の関係を解明し、鍛造加工マップを整備するとともに、素材の加工性と鍛造部材の機械的特性等のデータを整理・解析して、易加工性と優れた部品特性を同時に満足する組織を形成させる加工プロセス開発の指針を提示する。さらに、マグネシウム合金のリサイクル技術に係る課題を抽出し、課題解決のための技術開発を行うとともに、リサイクルシステムの提案と安全性評価を行う。

平成19年度は以下のような内容の開発を行った。

鍛造技術開発に関しては、平成18年度に作製した試作鍛造部品の組織解析、特性評価を行い、鍛造部材高度化のための課題を明確にした。また、鍛造用素材として連続鍛造材を選択し、高温圧縮試験や組織観察などにより、鍛造特性を考察した。そしてその結果に基づき、一工程で組織制御(結晶粒微細化)と成形を行なう鍛造プロセ

スを提案し、サーボプレスを使用してそのプロセスによる試作鍛造を行なった。さらに、連続鍛造材(AZ91合金、AZX911合金)に対して、温度とひずみ速度を変化させて高温圧縮試験を行ない、試験条件と動的再結晶挙動の関係を考察した。そして、動的再結晶粒の粗大化を抑制するためには、0.5 μm 程度のβ相(Mg<sub>17</sub>Al<sub>12</sub>相)を動的に不連続析出させることが有効であることを明らかにした。動的再結晶により結晶粒が微細化した連続鍛造材は、室温で優れた機械的特性を示すとともに、300℃で超塑性特性を示した。また溶質元素濃度のゆらぎがMg合金の動的再結晶挙動におよぼす影響、溶質元素の存在状態がMg合金の高温変形挙動におよぼす影響を、TEMなどを用いて調べた。

リサイクルに関しては、工場内スクラップとともに、市中スクラップに関しても発生及び処理状況についての現状調査を行った。有機不純物処理に関しては、バッチ式過熱水蒸気処理雰囲気除去実験装置の連続運転化改造を行い、基礎データ取得を行った。無機不純物除去、乾式分離など前処理技術では、来年度以降の市中スクラップ処理のために廃自動車シュレッダー処理から発生したサンプルでの予備的な検討を行った。また安全性評価においては、昨年度の発火データを充実するとともに、プラスチック、無機物共存下での発火データを取得し、実リサイクルプロセス中におけるデータ取得に展開した。リサイクル前処理技術において過熱水蒸気処理されたAZ31工場内スクラップ材を固化、成形し、その機械的特性を求め、併せてマクロ組織を評価した。また、固化、成形した試料により固体リサイクル材の諸特性に及ぼす混入物の影響を評価した。さらに、2段高温押出し金型を試作し、その基礎的特性を調べた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マグネシウム合金鍛造、鍛造素材組織、高温圧縮試験、軽量化、輸送機器部材、家電部材、リサイクル、安全性評価

## 【研究題目】 マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

【研究代表者】 大矢 仁史 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 古屋仲 茂樹、小山 和也、小林 幹男、荷福 正治、小林 賢一郎 (常勤職員3名、他2名)

## 【研究内容】

マグネシウム合金は、その軽量性とリサイクルに要するエネルギー消費が少ない循環型素材としての特徴から、自動車や小型家電等において近年用途が拡大している。本研究では、循環型素材の特性とコスト低減の観点からマグネシウム合金のリサイクル技術に係る課題抽出と課題解決のための技術開発を行うとともに、リサイクルプロセスにおける安全なハンドリング方法を提案することを目的として、以下の検討を進めている。

1) 切削粉等の現在未利用の工場内スクラップを対象としたリサイクル技術開発として、過熱水蒸気を用いた有機不純物除去技術の開発

2) 市中スクラップを対象としたリサイクル技術開発として、レーザー3次元形状計測システムを用いた廃車シュレッダーチップの選別技術、湿式処理による銅等の無機不純物除去技術の開発

3) スクラップの粉碎、選別、輸送、貯蔵などの単位操作における粉塵爆発・自然発火防止を目的としたマグネシウム粉粒体の安全性評価研究

本年度の進捗状況は以下の通りである。

工場内スクラップの有機不純物除去技術開発では、AZ 系マグネシウム合金の切削粉を対象として、過熱水蒸気を利用した油脂分の除去方法について検討し、表面付着炭素量0.1 %以下を可能とする実験条件を明らかにした。また、残留酸素測定、排ガス成分測定のシステムを導入して、実用上の問題点を検討した。さらに、処理コスト低減の観点から、過熱水蒸気の経路を循環式に変更する改造を行った。

市中スクラップを対象とする選別技術開発では、レーザー3次元解析法による識別結果に基づき、ベルトコンベア上の破碎金属片を自動選別する機構を新たに開発した。測定サンプル数を前年度の約2倍に増やした実験により、廃車シュレッダーチップに含まれるマグネシウム、アルミニウム、銅、真鍮の見掛け密度と3次元形状に関するデータベースを拡充（約25000ケース）するとともに、これらの相互分離に対して多変量解析法に基づいた識別アルゴリズムが有効であることを確認した。無機不純物除去技術では、マグネシウムスクラップに共存する銅の湿式法による選択除去について小規模実験装置を用いて検討し、マグネシウム合金種、2価銅濃度、マグネシウム浸出率、銅浸出率の関係を明らかにした。

マグネシウム粉粒体の安全性評価研究では、マグネシウムの粉塵爆発に関する基礎特性の解明として、放電電極を用いた着火による試験方法により、マグネシウム粉塵の爆発下限濃度、最小着火エネルギー、最小着火温度等に対する共存物質の組成、粒度、濃度の影響等を実験的に明らかにした。また、上記の試験方法では評価できない浮遊粉塵の流動状態の影響について検討し基礎データを取得した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 マグネシウム、リサイクル、不純物除去、分離・精製、安全性評価

【大 項 目 名】 マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

【研究 題 目】 固体リサイクル材の鍛造素材化技術の開発

【研究代表者】 村越 庸一  
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 村越 庸一、初鹿野 寛一、  
清水 透（常勤職員3名、他1名）

【研究 内 容】

工場内スクラップ材を前処理し、固化成形した素材の特性及び鍛造性を評価し、リサイクルプロセス及びプロセス条件を検討した。工場内リサイクル材の種類はAZ31であり、精密機械メーカーから入手した切削材である。前処理は過熱水蒸気処理であり、300℃以上の温度に加熱した水蒸気を用い、20分間の有機物の加熱分解、脱脂処理を行った。その後、300℃で固化、350℃で押出し比5の条件で後方押出し加工を行い素材化した。機械的特性は室温、150℃及び250℃における圧縮試験より求めた。室温における特性は、ドライ切削加工により切り子を作製し、固化成形した素材に比べて小さいが、鍛造材を押出した素材と同じ結果であった。また、工場内スクラップ材及び、固化成形した素材の化学分析を行った結果、過熱水蒸気処理とともに固化成形プロセスにおいても、有機物の加熱分解、脱脂が進むことから、炭素量が減少した。さらに、ドライ切削加工により切り子を作製し、固化成形した素材の後方押出し鍛造を行い、押出し条件、押出し温度等の影響に関する基礎的検討を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 Mg 合金、鍛造、リサイクル、Mg 切り子、押出し、成形性

【研究 題 目】 次世代ロボット共通基盤プロジェクト、運動制御デバイスおよびモジュールの開発

【研究代表者】 松井 俊浩

【研究担当者】 松井 俊浩、加賀美 聡、石綿 陽一  
(常勤職員2名、他1名)

【研究 内 容】

多くのロボットのモータ制御に共通して使えるような、小型高性能のモータ制御モジュールを開発した。前年度までの RMTP による設計に問題が生じたため、プロセッサを SH-4に切り替え、90x55 mm サイズ1枚に収まるプロセッサカード、DASH-4を開発した。プロジェクト参画機関である（株）アックスと協力して、DASH-4に Linux を移植し、カーネルを ART-Linux に載せ替えて実時間化を図った。また、DASH-4カード間で実時間通信が可能となるよう、GigaEther に RT-Ether プロトコルを実装した。モータモジュールには、千葉工業大学の FT-1を用い、CAN によるモータ制御プロトコルを実装した。DASH-4は、264MIPS の計算能力を持ち、200μ秒の周期実行を10 %以下の誤差で達成した。このモジュールを産総研知能システム部門を含む、プロジェクトの5機関に供給し、5種類のロボット実証を行った。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ロボット、実時間制御、実時間通信、モ



ータサーボ

【研究 題 目】 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、ロボット搬送システム(サービスロボット分野)、全方向移動自律搬送ロボット開発

【研究代表者】 堀 俊夫

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 堀 俊夫、西田 佳史(常勤職員2名)

【研究 内 容】

本研究は、人と併存するオープン環境で安全に移動可能なロボット要素技術の開発を目指しており、このうち産総研は移動ロボット用超音波タグシステムの開発を担当している。

平成18年度は、多数の誤差を含んだデータセットから最適な解(3次元位置)を導出するための推定手法として、誤差の影響を最も受けにくいランダムサンプル法を複数の候補から選定した。しかし、ランダムサンプル法によって推定された位置の誤差は実環境で平均50 mm 程度と大きかった。平成19年度はこの問題を解決するため、パーティクル・フィルタの導入を検討し、シミュレーションによりその性能を評価した。その結果、400個のパーティクルを利用した場合でランダムサンプル法より誤差が低減し、500個を利用した場合で平均誤差が20 mm 程度となった。これによりパーティクル・フィルタの有効性が確認できた。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 自律移動ロボット、超音波タグシステム

【研究 題 目】 揮発性有機化合物対策用高感度検出器の開発

【研究代表者】 松原 一郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 松原 一郎、伊藤 敏雄、申 ウソク、伊豆 典哉、西堀 麻衣子、野崎 彰子、田口 裕子、後藤 千裕(常勤職員5名、他3名)

【研究 内 容】

無機層状化合物である酸化モリブデン ( $\text{MoO}_3$ ) の結晶層間に有機物がインターカレートした有機無機ハイブリッド材料は、揮発性有機化合物 (VOC) ガスに対して高い選択性を示す。本研究では室内の VOC 対策として、VOC センサに制御可能な換気システムの構築を目指し、有機/ $\text{MoO}_3$ ハイブリッド材料を用いた高感度・高選択 VOC センサを開発する。

平成19年度は、センサの応答性制御、高感度化、及び安定性向上に取り組んだ。応答性制御については、層間の有機物としてポリナフチルアミンを用いることにより、アルデヒドガスに対して選択的に応答することは一連の有機/ $\text{MoO}_3$ ハイブリッドと同様であるが、その中でも

ホルムアルデヒドよりアセトアルデヒドに対して強く応答するという特徴ある応答性を示すことを明らかにした。高感度化については、ポリナフチルアミン/ $\text{MoO}_3$ ハイブリッド薄膜素子の作製プロセスを改善することにより、数十 ppb レベルのホルムアルデヒドに対する応答値を約1.5倍向上させることに成功した。分光学的研究は、この応答値向上の原因がキャリア数の減少であることを示唆した。安定性向上に対する最も重要な課題はドリフト現象である。有機/ $\text{MoO}_3$ ハイブリッドは電気抵抗値が変化することで応答するが、ベース抵抗値が経時変化する場合、センサとしての信頼性が低下する。そこで、まずドリフトの原因究明に取り組み、材料への吸着成分、特に酸素がドリフトの原因の1つであることを明らかにした。この知見を基に、動作温度より高温でのアニール及びフラッシング条件を最適化することで、ドリフトを低減させることに成功した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 有機無機ハイブリッド材料、ガスセンサ、揮発性有機化合物

【研究 題 目】 微生物を用いた有機性廃水からの実用的・高効率水素生産方法の研究開発

【研究代表者】 三宅 淳

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 中村 史、藤田 聡史、三宅 淳(常勤職員3名)

【研究 内 容】

目標:

食品工場廃液をモデル廃水として用い、好熱性嫌気性細菌と光合成細菌の組み合わせによって、高効率の水素発生を実現する。嫌気性細菌による水素発光を主な反応とし、光合成細菌を補助的に用いることで、設置面積など現実的に実現可能な条件で最大限の水素発生効率を実現する方法を検討し、最適な条件を明らかにする。モデルリアクターなどを用いた実験を通じて有用性を実証する。特に、嫌気性細菌と光合成細菌を組み合わせることにより、反応効率を改良し、装置や運転コストを低減することと、飼料などとしても価値ある菌体や廃水を作ることで、最終的な廃水の処理コストも低減する。

研究計画:

現実に処理が必要とされている食品工場廃液をモデルとし、最大限の効率での水素変換と有価物の生産方法を開発し、実用的な技術確立を目指すものである。即ち、ジャガイモ加工などの食品工場から出るデンプンを多く含む廃液をモデルとして用い、高熱性嫌気性細菌による高速の水素発生と、発生する有機酸を光合成細菌が消化するとともに水素発生を行う2段もしくは混合系を組み合わせることで、高効率の水素発生技術を実現する。嫌気性細菌による水素発光を主な反応とし、光合成細菌を補助的に用いることで、設置面積など現実的に実現可能

な条件で最大限の水素発生効率を実現する方法を研究し、大型のリアクターシステムなどを用いて実証する。また、それぞれの反応を制御して、最終的に生じる有機酸や菌体が、家畜飼料などにも用いられる有用な廃棄物になるように全体の反応系をデザインする。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 光合成細菌、嫌気性細菌、食品廃棄物、バイオエネルギー、水素

【研究 題 目】 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／革新的塗装装置の開発／二酸化炭素塗装装置の研究開発

【研究代表者】 鈴木 明（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】 鈴木 明、川崎 慎一郎、南條 弘、相澤 崇史、相田 努、稲 克彦（常勤職員4名、他2名）

【研究 内 容】

本研究では、従来の主要な塗装方法である有機溶剤系塗料によるスプレー塗装において大量に使用される希釈溶剤（VOC）を、極少量の二酸化炭素に替えることにより低粘性化を図り、同等の塗装仕上げ品質（塗膜均一性、平滑性、鮮映性など）を確保したまま、VOC 排出量を大幅に低減させる革新的塗装法の開発を目的とする。

19年度は産総研の実験室にタンク方式による塗装と配管ライン内で塗料と二酸化炭素を混合する流通式の2種類の塗装法式に対応した実証試験装置を開発・導入し、次年度に開発する実用化塗装装置の仕様や課題を抽出した。塗料の開発においては、表面保護、意匠性向上などに用いられるクリア塗料について、重点的に開発を行った。塗料の開発にあたり、有機溶媒と二酸化炭素の親和性の把握を進め、また、塗料の相状態の把握などを通じて二酸化炭素塗装に適したクリア塗料の開発を進め、実用に耐えうる複数の塗料開発に成功した。開発した塗料を用いて、実証試験装置において良好な塗膜を形成する塗装条件を見だし、塗装ラインに導入する実用化塗装装置の開発に目処を付けた。さらに、次年度に導入する塗装ラインで塗装予定の情報機器部品についても、顧客にサンプル出荷出来るレベルの塗装を実証試験装置で実現した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 二酸化炭素、塗装、VOC 削減

【研究 題 目】 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発／リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発

【研究代表者】 寺澤 直弘（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 寺澤 直弘（常勤職員1名）

【研究 内 容】

目標：

リチウム二次電池の安全性を高める液体電解質媒体として、難燃性・難揮発性が主な特徴である“イオン液体（常温熔融塩）”の適用を検討し、既存の有機電解液系リチウム二次電池の構成を生かしつつ、安全性に優れた車載用リチウム二次電池システムの実現に資するイオン液体電解質を開発することを目的とする。

研究計画：

熱安定性に優れるものの、電池特性においてはあまり高い充放電電流密度では作動しない、 $[\text{CF}_3\text{SO}_2\text{-N-SO}_2\text{CF}_3]^-$ （TFSI）系イオン液体と、電解液系に匹敵する充放電レート特性を発揮するものの熱安定性に劣る $[\text{FSO}_2\text{-N-SO}_2\text{F}]^-$ （FSI）系イオン液体の双方の優れた特性を兼ね備えたイオン液体の合成のため、 $[\text{CF}_3\text{SO}_2\text{-N-SO}_2\text{F}]^-$ （FTI）系の原料合成と従来のイオン液体との比較のためのイオン液体の合成を行う。また、低粘性・低融点のイオン液体を形成するアニオン種として報告例が増えているホウ素原子が中心のいわゆるボレート系アニオンのさらなる物性改良の検討のため、ボレート系アニオン種を含むイオン液体の合成を検討する。

年度進捗状況：

新規アニオン原料合成の検討を行い、粘性を大きく低減する新規なボレート系アニオン種を持つイオン液体の合成に成功した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リチウム二次電池、イオン液体電解質、難燃性・難揮発性

【研究 題 目】 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 要素技術開発 リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発

【研究代表者】 松本 一（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】 松本 一、栄部 比夏里（常勤職員2名、他3名）

【研究 内 容】

リチウム二次電池の安全性を高める液体電解質媒体として、難燃性・難揮発性が主な特徴である“イオン液体（常温熔融塩）”の適用を検討し、既存の有機電解液系リチウム二次電池の構成を生かしつつ、安全性に優れた車載用リチウム二次電池システムの実現に資するイオン液体電解質を開発し、さらにイオン液体に適した電極やセパレータの探索結果とあわせて用いた小型実電池を試作し、 $2500 \text{ W kg}^{-1}$  のピーク出力が得られることを最終的に実証する事が本研究の目的である。研究開始年度に当たる今年度は、①計算科学的手法によるイオン液体電解質の推定法確立、②新しいアニオン原料合成及びイオ

ン液体合成、③TPD-MS によるイオン液体熱分解挙動の予備調査、④電池部材との親和性評価及び最適化、の4つの課題に取り組んだ。粘性や融点を低減させる新規な非対称構造を有するアニオン種を合成し、それらを用いて種々のイオン液体を合成した。これらの物性は理論計算による予測と良く一致し、今後のさらなる最適化手段として計算科学的手法が有効であるとの知見を得る事に成功した。一方、イオン液体の熱分解ガスについての検討を行い、アニオン種によって分解生成ガスの種類が異なる事がわかった。さらに重要な電池構成材料であるセパレータのイオン液体への最適化を検討し、シリカナノ粒子を含有するポリオレフィン系セパレータが有効であり、これを用いる事によってレート特性の改善が可能であることを見いだした。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】難燃性電解液、イオン液体、パーフルオロアニオン合成、分子軌道計算、MD シミュレーション

【研究 題 目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 次世代技術開発 還元雰囲気通電焼結プロセスを用いた高容量含硫黄複合正極材料の研究開発

【研究代表者】竹内 友成  
(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】竹内 友成、栄部 比夏里、境 哲男、辰巳 国昭、西谷 尚志  
(常勤職員4名、他1名)

【研究 内 容】

次世代車載用リチウム二次電池の高エネルギー密度化のために、高容量を示す含硫黄複合正極材料を開発する。そのために、本研究では、還元雰囲気材料の合成・複合化が可能な通電焼結プロセスを用い、金属硫化物と含硫黄有機物を複合化させ、従来の方法では得られなかった新規な硫黄系正極材料を創製する。本方法により、有機物の炭化および硫黄-金属-炭素結合の形成を行い、従来硫黄系材料の問題点であった低電子伝導性とサイクル劣化の克服を目指す。併せて、現実的な電池構成で、サイクル劣化の主な要因と考えられている硫黄化合物の溶出が抑制されるような電解液の探索を行う。

平成19年度においては、まず、硫黄含有量の多い金属硫化物、特に硫化ニッケル ( $\text{NiS}_2$ ) を簡便に作製する手法について検討した。従来、 $\text{NiS}_2$  はメカニカルミリング法や液相からの沈殿作製法では単相作製が困難であると言われてきており、通常は金属ニッケル粉末と硫黄粉末を密閉容器に封入して長時間熱処理するなど、その作製法が煩雑であった。本研究においては、通電焼結プロセスを用い、出発原料として比表面積の大きい発泡 Ni を用いることにより、従来よりも簡便に単相の  $\text{NiS}_2$  を作製することができた。得られた試料は、初期放電容量約

820 mAh/g を示し、これは、 $\text{NiS}_2$  の理論容量 (約870 mAh/g) の約94 % の値であった。しかしながらサイクル劣化が大きく、10サイクル後の放電容量は約150 mAh/g と、初期容量の20 % 程度であった。サイクル劣化の原因については、充電時の  $\text{NiS}_2$  への不可逆性が主要因ではないかと推察された。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】リチウム二次電池、高容量正極、硫黄系材料

【研究 題 目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 次世代技術開発 エネルギー密度の革新を目指した金属-空気電池の二次電池化

【研究代表者】藤原 直子  
(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】藤原 直子、五百蔵 勉  
(常勤職員2名)

【研究 内 容】

電気自動車の飛躍的な高性能化を図るため、安全、安価であり高いエネルギー密度を有する金属-空気電池の二次電池化を目指す。空気電池の二次電池化には負極、正極ともに課題が多い。産総研ではこのうち正極 (空気極) に注目し、二次電池化のために必要な可逆空気極触媒の開発と、空気中の二酸化炭素 ( $\text{CO}_2$ ) の影響を受けることなく安定に長時間作動させるための新しい電極設計に取り組む。

従来の空気極では、アルカリ電解液が空気中の  $\text{CO}_2$  と反応して電極細孔内に炭酸塩が析出する、アルカリ水溶液による電極濡れの進行で濃度過電圧が上昇する、強アルカリが液漏れするなどの問題が指摘されている。本年度はこれらの問題点を改善するため、空気極近傍に電解質としてアニオン交換膜を使用した固体高分子形空気極を開発した。得られた固体高分子形空気極の酸素還元特性と  $\text{CO}_2$  の影響を調べた結果、従来の空気極に比べて  $\text{CO}_2$  による酸素還元能の低下を抑制する効果が見られた。アニオン交換膜がアルカリ電解液の空気極内への浸漬とアルカリ金属イオンの空気極側への透過を遮蔽し、電極濡れの進行や空気極細孔内での炭酸塩析出が抑制されたと考えられる。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】金属-空気電池、空気極、酸素還元反応、アニオン交換膜

【研究 題 目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 要素技術開発 高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究開発

【研究代表者】辰巳 国昭  
(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】竹内 友成、辰巳 国昭、鍋島 洋子



(常勤職員2名、他1名)

#### 〔研究内容〕

次世代クリーンエネルギー自動車用リチウムイオン電池の高エネルギー密度化・高出力密度化に資するため、リチウムマンガンスピネル並の低コストかつ資源的に豊富な元素 (Mn、Fe、Ti 等) を主体とする新規高容量酸化物正極材料を開発する。

今年度目標は、層状岩塩型  $\text{Li}_2\text{MO}_3$  系について、5時間率で初期効率80 %以上、初期放電エネルギー密度1000 Wh/kg を有し、1/5時間率放電においても1時間率放電容量の80 %以上の容量、5時間率、室温において10サイクル後に初期容量の80 %を維持することとした。

$\text{Li}_2\text{MO}_3$  系として鉄含有  $\text{Li}_2\text{MnO}_3$  系試料を検討し、Mn 源として  $\text{MnCl}_2$  または  $\text{KMnO}_4$  を、鉄源として  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  を用い、共沈物作製、水熱処理、大気中焼成等により最終生成物を得た。試料は  $\text{Li}_2\text{MO}_3$  系酸化物単相であったが、層状岩塩型結晶相と立方晶岩塩型結晶相が共存していた。 $\text{MnCl}_2$  系では前者が主生成相、 $\text{KMnO}_4$  系では、後者が主生成相であった。室温での充放電特性 (3時間率) を2.0-4.8 V の電位範囲で検討し、両試料とも、初期充電容量は300 mAh/g、初期放電容量は200-250 mAh/g に達した。電気化学的に不活性といわれる立方晶岩塩型結晶相を多く含む  $\text{KMnO}_4$  由来試料の方が  $\text{MnCl}_2$  由来試料より高容量が得られ、今後の正極材料設計上で重要な成果に位置づけられる。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕リチウムイオン二次電池、新規正極材料、低コスト化

〔研究題目〕次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 基盤技術開発 次世代自動車用高性能蓄電池基盤技術の研究開発 (劣化解析・抑制手法の開発)

〔研究代表者〕辰巳 国昭

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕辰巳 国昭、小林 弘典、小池 伸二、鹿野 昌弘、栄部 比夏里、蔭山 博之、森 大輔、河本 健一、吉田 芳男、和合 由美子、黒田 佳弥、名倉 規代、中島 美幸、佐藤 扶美子、竹井 かずえ、廣瀬 道夫、犬飼 祥子、齋藤 喜康\*、モハメド・カリール・ラーマン\*、児玉 久子\*

\*エネルギー技術研究部門

(常勤職員8名、他13名)

#### 〔研究内容〕

基盤技術開発の担当4法人 (電力中央研究所、産総研、自動車技術研究所 (JARI)、東北大学) が、研究開発責任者会議により全体を統括するとともに、要素技術 (モジュール電池) 開発担当法人 (日立製作所/日立ビーク

ルエネルギー、ジーエス・ユアサ コーポレーション、松下電池工業) と連携を図るため、電池技術協議会を組織して研究開発を推進した。産総研は、特に、「劣化要因の解明とその抑制方法の開発」並びに「材料レベルからの安全性要因の解明」を担当している。

「劣化要因の解明とその抑制方法の開発」については、各種分光法により解析する手法開発を目指しつつ、電極表面に生成している不動態被膜が電池の劣化に与える影響を評価するため、電池解体後の電極試料の洗浄や保管方法、および系統的な試験手順を検討した。フーリエ変換赤外分光減衰全反射 (FTIR-ATR) 法および光電子分光 (PES) 法による知見から、 $\text{Li}(\text{NiCoAl})\text{O}_2$  正極表面には炭酸リチウムや有機系の炭酸塩、さらにフッ化リチウムを成分として含む皮膜が存在していることを明らかにし、さらにこの皮膜の状態を定量的に見積もる方法として、FTIR-ATR による被膜成分の深さ方向の濃度分布解析を試みた。

また、X 線吸収微細構造 (XAFS) 法を遷移金属・酸素に加えてリチウム・フッ素について適用し、複数の測定モードを併用した深さ方向分析を加えることで、電池の劣化要因を解明できないか検討を行っている。

「材料レベルからの安全性要因の解明」については、濫用時に発生するガス等を調査するためにガスクロマトグラフ質量分析計を用いて、その分析条件の検討を行うと共に電池構成材料の熱分解性生物を分析する等の予備的試験を行った。さらに、正極について、熱重量分析 (TG) や示差走査熱量測定 (DSC) 等の熱分析により熱安定性評価を行った。これにより、電池の劣化状態と正極の熱安定性との相関について検討した。さらに、熱分解過程における正極の XAFS および X 線回折 (XRD) 測定の結果についても解析を進めている。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕二次電池、リチウム電池、リチウムイオン電池、正極、負極

〔研究題目〕省エネルギーに繋がるバイオミメティックプロセス実用化のための要素技術に関する調査

〔研究代表者〕穂積 篤

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕穂積 篤 (常勤職員1名)

#### 〔研究内容〕

生物は限られた元素を巧みに利用して、人工的には真似のできない驚異的な機能・構造材料を常温・常圧という比較的温和な条件下で作りに上げている。このような生物の持つ特異な構造や機能、貝殻や歯・骨が形成されるプロセスを手本にして、それを工学的に再現するバイオミメティックプロセスは、究極の省エネルギーかつ低環境負荷型のモノ作りプロセスで、資源のない我が国において、将来、欠く事のできない重要な材料合成技術にな

るものと思われる。

本調査は2007年9月から2008年2月にかけて、ドイツ、イギリス、アメリカ、スペイン（4ヶ国計9機関）におけるバイオミメティックプロセス／バイオミメティック材料に関する研究領域で世界的に著名な研究者を訪問し、バイオミメティックプロセスをピーカーレベルから工業スケールのプロセスに応用展開していくために必要な要素技術、および海外における当該プロセスに関する研究開発動向を調査するとともに、今後、最も応用展開の可能性が高い産業分野、特にターゲットとすべき材料・部材についても併せて調査した。

欧米では、蓮の葉構造を模倣した「超はっ水材料」、ヤモリの足裏構造を模倣した「ドライ接着技術」に関する研究が重要なテーマとして位置づけられており、ここ数年で、論文発表数も大幅に増加している。また、一部実用化されたバイオミメティック材料もあることがわかった。例えば、ボン大学と塗料メーカーとの共同研究により開発された「超はっ水材料（塗料）」は実環境下で、建物への汚れの付着を10年以上抑制する効果があることを実証している。しかし、この材料は「超はっ水性」という機能に特化した材料であり、高硬度、透明性といったその他の機能も併せ持った材料ではないため、窓ガラスや自動車用ウインドには適用できない。材料の特性、使用環境を考慮した上で、適材適所に「バイオミメティック材料」を利用することでその性能を十分に活かすことは可能であるが、材料全体としてバランスのとれた「バイオミメティック材料」の開発には、まだまだ多くの課題が残されていることがわかった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ドライ接着、超はっすい、バイオミメティック

【研究 題 目】 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発 次世代技術開発 錯体系 CO 酸化電極触媒を組み込んだ新規耐 CO アノード触媒の研究開発

【研究代表者】 山崎 眞一

（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】 山崎 眞一（ユビキタスエネルギー研究部門）、前田 泰（ユビキタスエネルギー研究部門）、竹田 さほり（環境化学技術研究部門）（常勤職員3名）

【研究 内 容】

本研究開発では、CO を低過電圧で酸化できる電極触媒を開発し、この触媒と白金系触媒とを組み合わせることにより、高濃度 CO に対応した燃料電池システムを開発することを目指す。本年度は、まず、0.1 V 以下（RHE 基準）で CO を電極酸化できる触媒の開発を目標とした。現在の CO 酸化電極触媒（カーボン担持ロジウムオクタエチルポルフィリン：RhOEP/C）の CO 酸

化過電圧をさらに下げること为目标として、最適な配位子構造の探索を行った。その結果、ベンゼン環上にカルボキシ基を有するロジウムテトラカルボキシフェニルポルフィリン錯体(RhTCPP)が高い CO 酸化活性を示すことを見出した。この RhTCPP 担持カーボン(RhTCPP/C)は、現行の白金ルテニウム触媒よりも大幅に低い電位領域で CO を酸化できることがわかった。RhTCPP/C の CO 酸化の onset potential は温度の上昇とともに減少し、60 °Cにおける onset potential は約 0.1 V 以下(RHE 基準)であった。また、この触媒は水素をほとんど酸化せず、CO に対して高い選択性を有することがわかった。触媒調製法に関しても検討を行い、錯体を平衡吸着法で担持すると蒸発乾固法で担持したよりロジウム原子あたりの活性が高くなることを見出した。今後は、さらなる配位子構造及び担持方法の改良により、CO 酸化過電圧をさらに下げることを目指す。また、開発した CO 酸化触媒と従来の白金系アノード触媒とを組み合わせることにより、システムとして固体高分子形燃料電池の耐 CO 性を高めることを目標とする。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 PEFC、アノード、一酸化炭素

【研究 題 目】 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発 次世代技術開発 錯体系 CO 酸化電極触媒を組み込んだ新規耐 CO アノード触媒の研究開発

【研究代表者】 山崎 眞一

（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】 前田 泰（ユビキタスエネルギー研究部門）、竹田 さほり（環境化学技術研究部門）（常勤職員3名）

【研究 内 容】

本研究開発では、CO を低過電圧で酸化できる電極触媒を開発し、この触媒と白金系触媒とを組み合わせることにより、高濃度 CO に対応した燃料電池システムを開発することを目指す。本年度は、0.1 V 以下（RHE 基準）で CO を電極酸化できる触媒の開発を目標として探索・合成された配位子構造の異なる数種類の錯体について、キャピラリー電気泳動－質量分析法（CE-MS）での解析を行った。CE-MS における分析条件を検討した結果、陽イオンの場合には酸性またはアルカリ性、陰イオンの場合にはアルカリ性の泳動溶液を用いることで、それぞれ錯体のピークを得ることが可能であった。また、泳動溶液の塩の種類及び濃度については、前者では50 mM ギ酸、後者では100 mM 炭酸水素アンモニウム（100 mM アンモニア水で pH を9に調整したもの）において良好な分析結果が得られ、合成された錯体の質量電荷比（m/z）、荷数および純度についての情報を得ることができた。これまでの CO 酸化電極触媒（ロジウムオクタエチルポルフィリン錯体：RhOEP）に加えて、よ

り高い CO 酸化活性を示すロジウムテトラカルボキシフェニルポルフィリン錯体 (RhTCPP) は、いずれも酸性条件下で 1 価の陽イオンとして検出され、それ以外の m/z においてピークがほとんど検出されなかったことから、いずれの錯体も高純度で得られていることを解明した。今後は、CO 酸化過電圧をさらに下げるための配位子構造改良により得られる錯体について、同様に CE-MS による解析を行う。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】PEFC、電極触媒、錯体解析、CE-MS

【研究 題 目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 要素技術開発 高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究開発

【研究代表者】秋本 順二

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】秋本 順二、早川 博、木嶋 倫人

(常勤職員3名、他1名)

【研究 内 容】

本研究開発では、次世代クリーンエネルギー自動車用リチウムイオン電池の高エネルギー密度化・高出力密度化に資するため、リチウムマンガンスピネル並の低コストかつ資源的に豊富な元素 (Mn、Fe、Ti 等) を主体とする新規高容量酸化物正極材料を開発する。具体的には、現行の正極材料の約2倍 (1時間率放電において1000 Wh/kg (負極を Li 金属と仮定した場合)) のエネルギー密度を有し、かつ1/20時間率放電において1時間率放電の容量の80 %以上を維持する新規正極材料を見出す。

平成19年度は、トンネル構造  $\text{Li}_{0.44+x}\text{MO}_2$  系材料 (M=Mn、Ti) について、共同研究先企業の試作原料を使用するとともに、新規に導入した電極材料合成装置等を用いて、高エネルギー密度が達成できる製造条件、化学組成、結晶構造等を検討した。その結果、目的物質である斜方晶系のトンネル構造を有する単相試料が得られ、4.8-2.0 V の電位範囲で、30 mA/g (5時間率)、25 °C での充放電特性評価により、初期充電容量248 mAh/g、初期放電容量249 mAh/g、初期放電エネルギー密度799 mWh/g と優れた充放電特性を示した。10サイクル経過後の試料から、 $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  相への結晶構造変化が観測されず、本材料系が、充放電時の結晶構造安定性に優れた正極材料であることが明らかとなった。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】リチウムイオン電池、正極材料、マンガ  
ン酸化物、イオン交換合成法

【研究 題 目】モデル細胞を用いた遺伝子機能解析技術開発／細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発

【研究代表者】三宅 淳

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】三宅 淳、湯元 昇、平野 隆、  
三宅 正人、中村 史、藤田 聡史  
(常勤職員6名)

【研究 内 容】

製薬産業界では、ライフサイエンス研究により蓄積されたゲノムの塩基配列情報や遺伝子発現情報、タンパク質の立体構造情報など、様々な情報を活用するゲノム創薬によって創薬プロセスを効率化し、医薬品を迅速かつ安価に上市することが期待されており、これらの情報をもとに示唆される多数の創薬ターゲット候補遺伝子の中から有望な創薬ターゲット遺伝子を効率的に探索・検証し、開発候補の絞り込みを行う技術の開発が望まれている。本研究開発は、多数の細胞に同時に異なる遺伝子等を高効率で導入することにより、複数の遺伝子発現等の時系列計測を行い、得られる種々の細胞応答データから疾患関連遺伝子等、創薬ターゲットの同定に有用な汎用性の高い解析ツールを開発するため、以下の技術開発を実施する。

(1) TFA サイクル法を基礎とした時系列解析法への拡張

TFA サイクル法によって選択された遺伝子の機能を、一細胞時系列計測を用いることで詳細に解析し、選択された標的候補遺伝子の特性を明らかにする。必要に応じて TFA ツールの改良を行う。

(2) ガン細胞不死化レポーターを指標とした癌抑制標的遺伝子の探索

一細胞時系列計測に基づく遺伝子探索の実用性を評価するために、本グループが独自に開発したガン細胞不死化レポーターを指標としてガン抑制標的遺伝子を探索し、評価すべき遺伝子を同定する。また、必要があれば、用いている臨床モデル細胞のバリデーションも実施し、探索された遺伝子とゲノムの関係についても検証する。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】創薬、ヒト細胞、遺伝子ネットワーク、  
RNAi、トランスフェクション

【研究 題 目】新エネルギー技術研究開発／新エネルギーベンチャー技術革新事業 (風力発電その他未利用エネルギー)／廃熱を有効利用する熱電発電技術の開発

【研究代表者】舟橋 良次

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】舟橋 良次 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

108対の素子から構成される7 cm 角の酸化物熱電モジュールを製造し高温側温度が約600 °C、温度差200 °Cで5 W の発電出力を実証した。高温側温度を700 °C、温度差を500 °C付けた場合、目標値である30 W に到達することが見込まれる。また、電極加工、素子配列技術を構



築し、モジュールの量産化に目処を立てた。

灯油バーナーを協力企業の(株)アクトリーに製作してもらい、それに上記のモジュールを装着した。モジュール表面を何も処理せず、電極が剥き出しのまま加熱しても2 V 程度の電圧しか得られなかった。応用を目指す産業廃棄物炉の煙道内は腐食性あるいは還元性成分を含んだ排気ガスが流れている。そのため熱電モジュールを排気ガスから保護する必要がある。煙道内壁には耐火物セメントが塗装されており、それらを使ってモジュールの保護を試みた。その結果、炭化珪素を主成分とする耐火物セメントが熱電素子との反応もなく、また熱伝導性も良いことから最適な保護材料であることが分かった。

さらに炭化珪素耐火物セメントの表面を、集熱性を高めるためフィン形状にし、7 cm 角のモジュールの片面に配置した。これを灯油バーナーに設置し熱電特性を評価した。その結果、5 V を越える電圧が得られた。

燃焼ガスのエネルギー密度は低く、固体の熱電モジュールに効率よく熱を入力するためには冷却方法も重要であることが分かった。2~7 mm 厚のモジュールを用いた場合、冷却側は流水ではなく、水を霧吹き状にモジュールにかけ潜熱で回収した方が高い出力が得られることが分かった。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 熱電発電、酸化物、廃熱回収

〔研究 題 目〕 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究

〔研究代表者〕 大串 始

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 大串 始、廣瀬 志弘、鍵和田 晴美、田所 美香、笹尾 真理、松島 麻子、小田 泰昭 (常勤職員3名、他4名)

〔研究 内 容〕

本プロジェクトでは、再生医療における基礎研究が臨床適用されるための阻害要因を掘り起こし、安全で有効性の高く、品質が保証された細胞を、円滑に医療現場に届けるための、統合的な橋渡し研究開発を行う。

研究計画：

間葉系幹細胞の細胞源としては骨髄が頻用されているが、最近では骨髄以外の様々な組織にも間葉系幹細胞が存在することがわかってきている。しかし、細胞源が異なると性質も異なる可能性があり、ある治療には有効な細胞が、他の治療には有効でないことも考えられる。そのため、各治療に即した細胞源を見極めることが重要である。本研究では骨髄由来間葉系幹細胞 (BMSC) 及び脂肪組織由来間葉系幹細胞 (AMSC) の増殖・分化能を解析し、どのような疾患に応用されるべきかの検討を行う。具体的には、細胞表面抗原分析、遺伝子発現解析、

細胞の産生する増殖因子やサイトカインの比較などから対象疾患に対して期待する効果が得られるかどうか、また、移植に際して安全性が担保できるかどうかを検討する。

年度進捗状況：

平成19年度では、BMSC および AMSC の増殖・分化能を比較解析するため、まずは動物モデルを用いて BMSC および AMSC の採取方法を確立した。さらに、コロニー計測を行った結果、BMSC は AMSC に比べてコロニー形成能が低いことが明らかとなった。また、心臓や肝臓への移植の際には異所性骨化の危険性が懸念されるため、BMSC および AMSC の骨形成能の解析を行った。その結果、BMSC は石灰化能、骨分化マーカータンパクのすべてが AMSC に比べて有意に高く、AMSC では骨形成が確認できなかった。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 再生医療、幹細胞、心再生、骨分化

〔研究 題 目〕 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究

〔研究代表者〕 平野 隆

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 平野 隆、町田 雅之

(常勤職員2名)

〔研究 内 容〕

間葉系幹細胞は骨髄から採取した液中に含まれる血液の源とされる細胞群であり、これまで白血病の治療で失われた患者の血球の再建のために用いられてきた。最近この間葉系幹細胞を再生医療に用いる研究が進み、脳梗塞、心筋梗塞、肝硬変、糖尿病末期末梢血管障害において画期的治療法として注目されている。現時点では本人の骨髄から得た間葉系幹細胞を本人に返す臨床治療が行われ、厚労省の指針も整備されている。今後この間葉系幹細胞の医療を進めるためには安全性の検証が重要である。再生医療で問題となる危険性の最大は癌化にある。産総研では日本人 BAC ゲノムライブラリーを用いた癌の染色体異常の解析を行っていることから、間葉系幹細胞が癌化した場合に生じる染色体の異常をゲノムアレイで検出する方法は評価系として有用である。当初年度では培養癌細胞の DNA をゲノムアレイで解析し、評価系としての信頼性を確立した。この結果培養癌細胞は培養を続けると染色体のプロファイルに変化が生じること、異なる研究室で培養されたがん細胞の染色体プロファイルが異なること、他の STR 法 (Short Tandem Repeat) で同一と判定された細胞系がゲノムアレイでは異なることなどの結果を得た。この結果は癌細胞を用いた研究にはまず細胞のキャラクタリゼーションすなわち定義を行わないと、客観的結果にならないことを意味している。

ここで確立されたゲノムアレイの手法で、臨床的に用いられる間葉系幹細胞の染色体異常の判定を次年度で行う。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 間葉系幹細胞、染色体異常、安全性評価、アレイ CGH

【研究 題 目】 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／糖鎖プロファイリングによる幹細胞品質管理、安全評価システムの研究開発

【研究代表者】 平林 淳（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】 平林 淳（常勤職員4名、他5名）

【研究 内 容】

本研究課題では、糖鎖センターが開発した先進基盤技術であるレクチンマイクロアレイを用いた糖鎖プロファイリングを再生医療に供する幹細胞（間葉系幹細胞、ES 細胞）の品質管理、並びに安全性評価に活用すべく、橋渡し先機関である国立成育医療センター、レクチンマイクロアレイの安定供給と改良に事業として取り組むモリテックス株式会社の3者で共同研究開発を行なうものである。1.5年と言う「先導研究」の位置づけであるため、短期間における迅速な成果の達成が要求される。初年度にあたる19年度（下期）においては、モリテックス社から製造販売されているレクチンマイクロアレイ基盤の適性評価と成育医療センターから供給される幹細胞群を実際に用いての新規解析法（生細胞プロファイリング法）の改善、ならびに成育医療センターへの技術移転を主な課題とした。

その結果、モリテックス社製 LecChip を使用することに際し、いくつかの問題点が判明したが、種々の条件検討の結果、スライドの供給には冷蔵輸送がもっとも安定していること、LecChip 使用時には、Triton X-100含有 TBS バッファーによる洗浄操作を行うことでウェル間差を抑制することができることを明らかにした。以上により LecChip による高 S/N 比かつ再現性の高い分析条件を確立した。年度内に予定していたヒト由来幹細胞のアレイ解析データ取得は、4月末日までに実施し、MG 規格により取得した解析データと比較することとした。技術ノウハウの移転は、国立成育医療センターの担当研究員が産業技術総合研究所へ何度かにわたり来所し、実地での研修を繰り返す行なうことで、当初の予定通りに順調に進展した。生細胞を用いた解析法については実験条件の最適化を行い従来では3時間程度必要とされていた解析時間を1時間まで短縮し、ヒト骨髄由来間葉系幹細胞 UBET-7のプロファイリングを行い、 $5 \times 10^4$ 個の細胞でプロファイリングが十分可能であることを確認した。さらに、RT-PCR による糖鎖関連遺伝子の網羅的解析を行ない、レクチンによるプロファイルと遺伝子発現間の相関について有効な結果を得ることができた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖プロファイリング、再生医療、レクチンマイクロアレイ、幹細胞

【研究 題 目】 超硬工具向けタングステンの使用量低減技術開発に関する先導研究

【研究代表者】 尾崎 公洋

（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 小林 慶三、多田 周二、西尾 敏幸、三上 祐史、（サステナブルマテリアル研究部門）、吉澤 友一（先進製造プロセス研究部門）（常勤職員5名）

【研究 内 容】

本研究開発は、近年問題になっているレアメタルであるタングステンの安定供給を図るための技術開発を行うものであり、切削工具における超硬合金を他の硬質材料で機能性の一部を代替することを目的とするものである。切削工具を構成する硬質相（セラミックス）と金属相との界面反応を詳細に調べ、切削工具の機能の一部を他の硬質材料へ置換できる基盤技術を開発することが重要な研究課題である。

本年度は切削工具の表面に形成されているセラミックコーティング膜を厚くすることで工具寿命の延長を図ることを目的に、セラミックスと金属基複合材料（超硬合金やサーメット合金）の複合化を行う基盤技術を開発した。複合化を行う界面部分では、セラミックスと金属相の高温時反応が支配的であるため、種々の金属相とセラミックスとの加熱下での反応を厳密に測定した。その結果、セラミックスと金属相の液相生成温度を詳細に把握することができた。この知見をもとにセラミック焼結体と金属基複合材料の複合化を実施した。セラミック焼結体は加熱温度により金属基複合材料と物理的に接合するが、熱衝撃によりセラミックに亀裂が生じることが明らかとなった。セラミックの耐熱衝撃性を改善することで金属基複合材料と接合強度が高くなるものと考えられる。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 セラミックス、金属基複合材料、複合化、界面反応、切削工具

## 3) その他の収入

—文部科学省 科学研究費補助金—

〔研究題目〕固体・液体原料からのマイクロプラズマプロセスの診断およびパルスの発生法との融合

〔研究代表者〕清水 禎樹

(界面ナノアーキテクニクス研究センター)

〔研究担当者〕清水 禎樹 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

従来開発してきた酸化物ナノ粒子合成プロセスにおけるプロセスメカニズムの解明を試みた。主にプロセスの発光分光診断や、生成したナノ粒子などの詳細な観察結果に基づいて考察を行い、その結果、プロセスメカニズムがプラズマガス流量の増加に伴い遷移することを明らかにした。低流量域では原料の蒸発、気相での反応がプロセスを支配するのに対して、高流量域では、原料の溶解・凝固プロセスが支配することが見出された。また、各領域で生成するナノ粒子の特徴を明らかにし、両者の遷移領域では一次元成長したナノ粒子が生成することも見出した。一方で、従来技術では不可能であった「大気中での純金属ナノ粒子の合成」を目指した新規デポジション法の開発を試み、水素マイクロプラズマによるプロセス技術の開発を行った。本開発では、ナノ粒子生成過程における酸化の抑制に成功し、金属モリブデン微小膜の作製に成功した。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕大気圧マイクロプラズマ、酸化モリブデン、マイクロ溶射、マイクロ CVD

〔研究題目〕配列ナノ空間物質を利用した次世代半導体デバイス

〔研究代表者〕金山 敏彦(次世代半導体研究センター)

〔研究担当者〕多田 哲也、内田 紀行  
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

遷移金属原子(M)を内包した Si クラスタース<sub>MSin</sub> (n=10-16)は、安定性が高く、多くの M と n の組み合わせに対して有限の HOMO-LUMO ギャップを持つ。そのため、MSin を凝集すると、新規な半導体材料ができる可能性が高い。この MSin クラスタースは、遷移金属原子(M)とモノシランガス(SiH<sub>4</sub>)との気相反応で合成できることが分かっている。そこで今年度は、MSin を堆積して薄膜を形成し、光吸収スペクトルや電気伝導特性の評価を行った。Mo、W と Nb のターゲットに、パルスレーザー光(Nd: YAG レーザー、532 nm、0.3 W、20 Hz)を照射し、SiH<sub>4</sub>ガス雰囲気中(2-30 Pa)に M 原子をアブレーションすることで水素化 M-Si クラスタース(MSinH<sub>x</sub>)を合成した。MSinH<sub>x</sub> は、ターゲットの対向位置にある SiO<sub>2</sub>基板上に室温で堆積した。堆積後、

MSinH<sub>x</sub> 薄膜から水素を脱離させるために、真空中(2.0x10<sup>-5</sup> Pa 以下)で500℃の加熱処理を10分間行なった。

MoSin、NbSin、WSin 膜の光吸収スペクトル測定では、n<5では吸収端が観測されないが、n>5では吸収端のエネルギーが n の上昇に伴って増加し、n=10に到達すると約1 eV になった。これは、この MSin(n>5)膜が、有限のバンドギャップを有する半導体であることを示している。MoSin、NbSin 膜の電気伝導度は、200-500K の間で、温度上昇に伴い増加する半導体的な特性を示した。温度依存性から求めた活性化エネルギーは MoSi<sub>12</sub>では0.12 eV、NbSi<sub>13</sub>では0.07 eV になった。

以上のように、MSin(M= Nb、Mo、W、n~10) クラスタースを堆積した膜は、エネルギーギャップの開いた半導体であることを明らかにした。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料

〔キーワード〕遷移金属原子内包シリコンクラスタース、レーザーアブレーション

〔研究題目〕有機強相関電子系の電界効果ドーピング

〔研究代表者〕長谷川 達生

(強相関電子技術研究センター)

〔研究担当者〕長谷川 達生、堀内 佐智雄、

熊井 玲児、山田 寿一、高橋 幸裕、

平岡 牧、松井 弘之

(常勤職員4名、他3名)

〔研究内容〕

本研究では、電子間の強いクーロン相互作用によって電荷ギャップが形成された有機モット絶縁体などの有機半導体を対象として、これをチャネルとする電界効果型トランジスタ(FET)を構築し、有機半導体界面への電界効果ドーピングにもとづく新しいデバイス物理の開拓を目的とした。この目的のため、異種分子間に生じる分子間電荷移動などにより有機半導体界面を高機能化する要素技術の開発にも取り組んだ。さらにこれら要素技術を、有機トランジスタの高度化のために活用する研究へと大きく展開した。特に本年度は、昨年度着手した電子スピン共鳴(ESR)を用いた有機トランジスタ内の界面キャリア輸送の微視的研究をさらに発展させて、ゲート電圧によってチャネル内に誘起したキャリアの ESR スペクトルに関する詳細な議論を行った。得られた ESR スペクトルは、温度、ゲート電圧によらず、いずれも単一のローレンツ型曲線と良い一致を示したが、その線幅は電圧増加、及び温度上昇とともに尖鋭化していく挙動が明瞭に観測された。これにより ESR スペクトルの線幅が、運動による尖鋭化によって決定されていること、またその解析からキャリアの各分子での平均滞在時間が約1 ns ときわめて長く、電界誘起したキャリアの伝導機構がトラップにより支配されたものであることが結論された。さらにこれらの挙動についての解析をもとに、バンド端近傍のトラップ準位のエネルギー分布に関する知見が得



られた。以上の結果を踏まえ、特定領域研究の全期間にわたって得られた成果、すわなち(1)有機モット絶縁体における両極性キャリア注入、(2)有機半導体薄膜の界面エンジニアリングとドーピング制御、(3)分子性導体を用いた機能性電極技術の原理実証、(4)分子性導体薄膜のインクジェット印刷、(5)テトラシアフルバレン系高移動度チャネル材料の開発、などの研究成果を総括し、総合的な議論を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 有機トランジスタ、有機半導体、強相関電子系、電界効果ドーピング、モット絶縁体、電荷移動錯体、電子スピン共鳴

【研究 題 目】 全反射型チップ増強赤外分光法の確立

【研究代表者】 二又 政之（界面ナノアーキテクトニクス研究センター）

【研究担当者】 二又 政之（常勤職員1名）

【研究 内 容】

今年度は、これまでの予備的な検討に基づき、以下の点について研究を進めた。1)光源強度（試料表面での光密度）の改善(感度改善)：赤外顕微鏡の集光光学系を改良し、倒立型配置の全反射プリズム底面の試料位置における赤外光の光密度を上げた。現状光学系の特性とそれに基づく光学シミュレーションによって技術的に実現可能なビーム径を見出した。カセグレン鏡の試作により10倍の改善が実現できるので、同じ SN の近接場赤外吸収スペクトルの測定時間を1/100に短縮することができる。この光密度の向上により超解像赤外吸収イメージングの実用化を大きく進めることが可能と考えられる。2) 倒立型赤外顕微鏡と自立型原子間力顕微鏡 (AFM) の複合(空間分解能改善)：既設赤外顕微鏡の光学系を改造して倒立型顕微鏡とした上で、自立型原子間力顕微鏡 (AFM) と複合する。装置全体の電氣的・機械的ノイズやドリフトなどを低減し、プリズム底面試料のトポグラフィをナノメータスケールで安定に計測する。湿度が極めて重要なノイズの原因であることを見出した。実験室の湿度を制御する方策を外気取り入れの抑制、除湿器の設置により、特に梅雨時の熱ドリフト及びノイズを1/100以下に低減することに成功した。3) プリズム表面にポリマー薄膜や有機物薄膜など種々の試料を形成し、その超解像分析を進めた。4) 近接場チップ増強赤外分光で得られる吸収増強度について、FDTD 数値計算プログラムを改良し、全反射配置で、金コートプローブチップが、全反射プリズム底面の試料に近接したときの電場増強及び赤外吸収増強を評価する方法を見出した。これを用いて、今後試料構造やチップ構造の最適化を図るための指針を得た。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 単一分子感度ラマン分光、表面プラズモン、近接場振動分光

【研究 題 目】 酸素同位体置換と静電キャリア密度制御を組み合わせた新しい量子臨界現象の探索

【研究代表者】 井上 公（強相関電子技術研究センター）

【研究担当者】 井上 公（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究は  $\text{SrTiO}_3$  単結晶において「酸素同位体置換による強誘電転移の制御」と「静電キャリア濃度制御による超伝導転移の制御」を同時に遂行することで未知の現象を探る研究である。前者の制御に用いる同位体置換炉の納入が大幅に遅れたこともあって研究計画の変更を余儀なくされてしまった。そのため、これまで、「静電キャリア濃度制御による超伝導転移の制御」の研究のみに多くの時間を割くことになったが、そこで驚くべき現象を発見した。ひとつは超伝導である。これはもちろん本研究の目的に掲げていたことであるのだが、この超伝導がさらに2種類に区別できることも判明した。長時間高い電圧をかけたことで酸素欠損が生じたためにおきるバルク的な超伝導（電圧で制御できない）と、静電場により誘起された2次元電子系の示す超伝導の2種類である。後者はゲート電界によって制御が可能であり、電界効果で連続的かつ可逆的に超伝導を制御してみせた世界で最初の報告例となった。さらに当初は予想すらできなかった驚くべき現象も観測した。これは低温で2次元電子系が示す良く知られた現象ではあるのだが、信じられない条件の下で発現したことになってしまうため、あらゆる実験的な誤りの可能性を排除しないと公表できない。そのため、この1年間は、多くの時間を割いて、地道な検証作業に取り組むことになった。パリレンという有機絶縁体を介して200 V 以上のゲート電圧を印加するという不安定な実験である上に、現象が100 mK 以下の極低温で起きるものなので実験が難航し、現在も苦心しているとあるところである。したがって、まずは超伝導の発見などにポイントを絞って、順次、論文を投稿していくことを考えている。このような状況のために、同位体置換の研究の方はまたもやスケジュールを変更せざるを得なかったが、装置も揃い、方法も確立してきたので、今後の研究で大きな成果が期待できる。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 酸素同位体置換、静電キャリア濃度制御、チタン酸ストロンチウム、有機絶縁膜、2次元電子ガス、量子抵抗、金属非金属転移、移動度、ホール係数、磁気抵抗

【研究 題 目】 窒化物系半導体トランジスタのノーマリーオフ・低オン抵抗

【研究代表者】 井手 利英（パワーエレクトロニクス研究センター）

【研究担当者】 井手 利英（常勤職員1名）

【研究 内 容】

窒化物半導体トランジスタによる低損失のスイッチング素子実現を目的として、電子ビーム描画を主とした微細加工技術の導入によるノーマリーオフ化、低オン抵抗化に関する研究を行った。ノーマリーオフ化にはリセスゲート構造を用い、しきい値電圧制御の実現を目指した。低オン抵抗化には、多数の微細孔の形成による低コンタクト抵抗化、短ゲート長化、短ゲート・ソース長化による低チャネル抵抗化、による低抵抗化の実現を目指した。

#### (1) ノーマリーオフ化

ゲート MIS 構造用の SiN 膜形成条件について調べた。蒸着、プラズマ CVD、熱 CVD 法について検討を行い、低温堆積、カバレッジ、高絶縁耐圧を満たす成膜方法としてプラズマ CVD 法を選定し、その形成条件を確立した。電子ビーム描画とドライエッチングにより、SiN 膜ヘリセスエッチング用マスクの形成し、ゲート長 $0.2\ \mu\text{m}$ のマスク形成プロセスを確立した。

#### (2) 低オン抵抗化

電子ビーム描画とドライエッチングにより半径 $0.2\sim 0.5\ \mu\text{m}$ の微小孔を形成したオーミックコンタクト構造を形成し、評価した。コンタクト抵抗は孔を形成する前と比べて若干上昇し、 $10^{-5}\ \Omega\cdot\text{cm}^2$ 前半程度となった。この結果は表面処理に問題があると考えられる。また、上述した SiN を表面保護膜とし、電流コラプスの抑制効果について検討したところ、ドレイン電流の減少を10 %以下に押さえることができた。最終的に、電子ビーム描画による短ゲート長化、短ゲート・ソース長化について実施し、しきい値電圧 $-3\ \text{V}$ 、ゲート長 $0.1\ \mu\text{m}$ 、ゲートソース長 $0.5\ \mu\text{m}$ の HEMT で $0.1\ \text{m}\Omega\text{cm}^2$ を実現した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】GaN、スイッチング素子、低損失素子

【研究 題 目】自己組織化による高分子ナノ規則表面の創製

【研究代表者】吉川 佳広（界面ナノアーキテクニクス研究センター）

【研究担当者】吉川 佳広（常勤職員1名）

【研究 内 容】

バイオポリエステルとして知られるポリヒドロキシアルカン酸（PHA）は、微生物がエネルギー貯蔵物質として体内に蓄積する生分解性・生体適合性材料である。PHA の生合成の際に鍵となる酵素は、PHA 重合酵素である。PHA 重合酵素に基質モノマーである PHA-CoA を作用させると、インビトロ重合により、PHA 鎖が伸長する。本研究では、インビトロ重合により形成される酵素-PHA 複合体を基板上で自己組織的に配列し、高分子ナノ規則表面を創製することを目的としている。本年度は、あらかじめ精製した PHA 鎖のみを基板上に配列した際、どのような表面構造を形成するのかを原子間

力顕微鏡（AFM）で解析した。様々な濃度の PHA クロロホルム希薄溶液を調製し、高配向グラファイト（HOPG）上にスピンキャストして製膜した。そして、熔融-結晶化した後、形成された表面構造を AFM により観察した。その結果、細長いラメラ結晶が、HOPG の六角形の格子と平行に配列した形態が認められた。これは、エッジオンラメラ結晶（分子鎖が基板と平行）が HOPG 基板と相互作用して結晶化し、エピタキシャル成長していることを示唆している。すなわち、PHA は HOPG 上で規則的なナノパターンを形成することがわかった。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】バイオポリエステル、原子間力顕微鏡、自己組織化

【研究 題 目】分散環境における結合演算に着目した RDF 問合せ処理手法の研究

【研究代表者】的野 晃整（グリッド研究センター）

【研究担当者】的野 晃整（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究では、スケーラブルなメタデータ基盤の実現を目指し、それが提供する機能の一つである分散環境におけるメタデータ問合せ処理の効率化に関する研究を行っている。Resource Description Framework (RDF)は、インターネット環境を想定して設計された、柔軟で構造化されたメタデータを容易に記述するための枠組みである。そのため RDF に基づいて記述されたメタデータ（RDF データ）は、地理的に分散して作成・管理される傾向が高く、同時に全体として大規模化している。

前提とする分散アーキテクチャは、RDF データを保存する複数のデータベースノード（DB ノード）が広く散在しており、それら全てを統括して中央集散的に管理する問合せ処理ノード（PC ノード）が1つ存在するような構成である。ユーザが PC ノードに問合せを行うと、PC ノードが問合せを解析し、問合せ処理の実行プランを生成し、各 DB ノードに分割された部分実行プランを送信する。部分実行プランの問合せ処理には、複数の RDF データを入力とする多項演算を多く含むため、複数の DB ノード間で処理に必要な RDF データのやり取り行われる。問合せ全体では、大量の通信が発生する。我々は、この通信量を削減することで、分散 RDF データ問合せ処理の効率を向上できると考えた。

提案した手法は、ブルームフィルタと呼ばれる空間効率の高いデータ構造を利用した手法である。ブルームフィルタとは集合の中に特定の要素が存在するか否かを判定するのに適した索引である。このブルームフィルタは、本来1次元のデータ構造であるが、我々は RDF への適用のために、ブルームフィルタの多次元化を行った。各 DB ノードが RDF データのブルームフィルタを事前に作成し、それらを PC ノードに登録しておくことにより、

PC ノードは、DB ノードにアクセスする前に特定の RDF データが存在するかどうかを判定できるようになった。さらに、我々は RDF 問合せ処理に対応した、ブルームフィルタの演算を定義した。存在判定可能なブルームフィルタを演算するによって、実際の RDF データにアクセスすることなく、PC ノード上で、与えられた問合せの解集合を予測できる。この予測結果の解集合に含まれない RDF データは、問合せ処理（つまり複数の演算）の過程でいずれ削除されるため、最初から転送する必要はない。我々は、ある RDF データが不要であるかどうかを判定し、不要であれば転送しないようフィルタリングする仕組みを導入し、転送量の大幅な減少を実現した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】分散データベース、RDF、問合せ処理、索引

【研究 題 目】有機 $\pi$ 分子強誘電体材料の開発

【研究代表者】堀内 佐智雄

（強相関電子技術研究センター）

【研究担当者】堀内 佐智雄（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究課題の目的は、 $\pi$ 電子系有機分子を用いた強誘電体新材料の創製と機能の向上を図ることである。酸一塩基分子間の水素結合を媒介する陽子や電子のダイナミクスを動作機構とする新材料開発を行い、誘電特性、光学特性、熱力学特性や結晶構造の評価、考察を行っている。

本年度は、これまで開発した酸一塩基型有機強誘電体の焦電特性の評価を行った。焦電流測定法を用いた自発分極の温度変化の計測により、「陽子移動」型の強誘電体で最大 $4\text{--}6\text{ }\mu\text{C cm}^{-2}$ もの大きな分極値を見出した。特に、重水素化ヨードニル酸とジメチルピリジンとの陽子移動塩では、室温で大きな自発分極とともに、典型的な焦電実用材である硫酸グリシン(TGS)に匹敵する大きな焦電係数( $400\text{ }\mu\text{C m}^{-2}\text{K}^{-1}$ )を見出した。

有機強誘電体フェナジン-クロラニル酸/ブロマニル酸の中性共晶については、中性子回折による構造解析を完成させ、水素原子核（陽子）の精密な分布状態の解析を行った。その結果、酸から塩基に向けた水素原子の変位が強誘電性の発現に本質的であることを明らかにし、論文発表を行った。

特に本年度は、上記の材料を含めたこれまでの「陽子移動」型と「変位」型の新強誘電体材料の機能、物性を、従来の有機強誘電体と比較総括することにも重点を置いた。その研究成果内容を、国内雑誌の解説と Nature Materials 誌の Review として発表を行った。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】水素結合、有機強誘電体、陽子移動、超分子化学、焦電性

【研究 題 目】固液界面の単一分子挙動解析のための超高感度・超解像度振動分光法の確立

【研究代表者】二又 政之

（界面ナノアーキテクニクス研究センター）

【研究担当者】二又 政之、松田 直樹

（常勤職員2名）

【研究 内 容】

単一分子感度ラマン分光の確立：①巨大増強のメカニズムについて、化学的増強効果の本質を明らかにするために、化学還元法で形成した溶液中の銀ナノ粒子について、ハロゲン化物イオンの SERS 増強度や色素分子の吸着に与える効果を検討した。基板上に固定した銀ナノ粒子について、ハロゲン化物イオン添加による SERS 活性の変化、及び AFM や SEM、XPS による観察を併用して、形状の変化と付加的な（化学的）増強効果を分離する方法を見出した。これにより、ハロゲン化物イオンは、銀表面残留物を置換し、カチオン性色素を強く吸着させ、Ag と吸着分子の間の電子移動相互作用を誘起することで、電磁気学的増強を変えることなく、化学的増強を活性化することが明らかとなった。また、チオ硫酸イオンは、逆に Ag ナノ粒子を溶解することなく、Ag カチオンのみを溶解することで、R6G を同時に溶出させ、化学的増強を失活することが明らかとなった。③局所電場の理論計算と電子ビームやナノ粒子リソグラフィを用いて、単一分子ラマン感度を有する金及び銀ナノ構造配列を形成する方法を検討した。従来の電子ビームの空間分解能を超えて、かつ金属蒸着時の粒子状成長を抑え手法について、見通しを得た。その最適化により、定量分析に利用できる SERS 活性金属ナノ構造配列を形成するための指針を得た。④生体分子に適用し、DNA 塩基配列の違いやハイブリダイゼーション、アミノ酸・ポリペプチドの同定など高感度での分子認識、定量分析可能性が確認できた。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】単一分子感度ラマン分光、表面プラズモン、近接場振動分光

【研究 題 目】電荷移動型材料による機能性有機半導体界面の形成と高性能有機トランジスタへの応用

【研究代表者】長谷川 達生

（強相関電子技術研究センター）

【研究担当者】長谷川 達生、山田 寿一、

堀内 佐智雄、熊井 玲児、高橋 幸裕、平岡 牧、松井 弘之

（常勤職員4名、他3名）

【研究 内 容】

本研究では、共役パイ電子を持った二種の有機分子の複合体が織り成す「分子間電荷移動」を利用する独自の



アプローチによって、有機トランジスタの高度化・実用化に不可欠となる有機半導体の機能性界面形成技術の開発と、これを活用した高性能要素材料の探索・開発を行うことを目的とする。本年度は特に、有機トランジスタを高度化するための基本的な課題のひとつである、高い移動度と加工性に優れたチャネル半導体材料の開発に成功した。われわれは分子性導体の構成要素として知られるテトラシアフルバレン(TTF)系分子材料であるヘキサメチレンテトラシアフルバレン(HMTTF)をチャネル半導体として用いた単結晶 FET において、気相成長させた単結晶、及び溶液内の再結晶により得られた単結晶いずれの場合においても、 $10 \text{ cm}^2/\text{Vs}$  を超える高い移動度を示すことを見出した。またこの良好な素子特性を得る上で、TTF-TCNQ 薄膜を用いてソース・ドレイン電極におけるキャリア注入効率を最適化することが本質的に重要なことが分かった。さらに単結晶構造解析の結果から、これらの良好な特性が、硫黄原子に由来した分子間の横つながり方向の強い相互作用に由来することを明らかにした。HMTTF は、ペンタセンなどと比べ溶解性が高く、インク化することも可能であることから、プリンタブルエレクトロニクスへの応用が期待される。以上の結果を踏まえ、基盤研究の2年間にわたって得られた成果、すなわち(1)有機半導体薄膜の界面エンジニアリングとドーピング制御、(2)分子性導体薄膜のインクジェット印刷、(3)テトラシアフルバレン系高移動度チャネル材料の開発に関する研究成果を総括し、総合的な議論を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 プラスチックエレクトロニクス、有機エレクトロニクス、有機トランジスタ、有機半導体、分子間電荷移動、電荷移動錯体、界面エンジニアリング、インクジェット印刷

【研究題目】 新規酸化ストレスマーカーを用いた食品機能解析とリスク評価

【研究代表者】 吉田 康一（ヒューマンストレスシグナル研究センター）

【研究担当者】 二木 鋭雄、吉田 康一、斎藤 芳郎、西尾 敬子、小川 陽子（常勤職員5名）

【研究内容】

本研究では、細胞および実験動物を用いて各種機能性食品や抗酸化物質を投与することによる、細胞や動物の応答を評価することである。脂質酸化生成物マーカーやストレス応答タンパク質の変動を指標とした食品含有成分の機能評価法の確立を目的とし、最終的には動物実験によらず細胞実験で食品機能評価、抗酸化物質効能評価を達成することを目標とする。本年度は主として細胞実験でのストレスによる酸化ストレスマーカーの変動

詳細検討（論文受理：2番目に記載）および動物実験による新規抗酸化物質の機能評価を達成した。

① 培養細胞を用いた抗酸化物質およびその代謝物のストレス応答解析

抗酸化物質として代表的な化合物であるビタミン E（トコフェロール）と、その酸化的代謝物のひとつであるトコフェリルキノン（TQ）の培養細胞におけるストレス応答の評価した。特に動植物に多く含まれている $\alpha$ 体と $\gamma$ 体に注目し、細胞毒性と抗酸化物質への影響について詳細に研究を行った。 $\gamma$ -TQ は $\alpha$ -TQ と比べ顕著な毒性が認められたが、毒性が認められない低濃度の TQ を前処理では、その後の酸化剤による細胞死に対して抑制効果を示した。さらに低濃度の $\gamma$ -TQ は細胞内グルタチオン（GSH）を増加し、細胞内の酸化能の増強作用を有することが判明した。この GSH 増加作用は小胞体ストレスのひとつである activating transcription factor 4（ATF4）を転写因子としたシスチン・グルタミン酸トランスポーター（xCT）の発現上昇が強く寄与していることが解明できた。これらの基礎研究から、トコフェロールの酸化的代謝物のトコフェリルキノンは前駆体にはない作用を有することがわかった。

② 実験動物を用いた新規抗酸化能評価

ビタミン E をモデルに開発された新規抗酸化物質 BO-653 を長期間動物へ餌として与えることによって血液、各臓器での酸化ストレスマーカーがどのように変動するかを検証し、その結果から BO-653 の抗動脈硬化能を科学的に推定した。一方で、キノン化合物の投与実験も進め、上記細胞実験で見出された現象が動物でも適用できるか詳細に検証中である。2008年度は引き続き細胞実験と動物実験を平行検証することによって、機能性食品、抗酸化物質の動物実験の代替リスク評価法確立へ向けてより詳細に研究を進める。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 酸化ストレス、神経変性疾患、パーキンソン病、グルタミン酸、神経細胞死

【研究題目】 プロテオーム解析によるエストロゲン応答遺伝子のノンゲノミック経路の解明

【研究代表者】 木山 亮一（シグナル分子研究ラボ）

【研究担当者】 木山 亮一（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

本研究では、女性ホルモンであるエストロゲンに対して応答性を示す遺伝子について、核内エストロゲン受容体を介するゲノミック経路とは異なるノンゲノミック経路を明らかにするために、プロテオーム解析を用いてシグナル伝達解析を行い、その経路に関与するタンパク質を明らかにすることを目的とする。

本年度は、以下の解析を行った。

(1) シグナル伝達系関連タンパク質に関しては、漢方生

薬の甘草や人参などの抽出物を用いた解析を行い、エストロゲンとの共通性（ERK や AKT などのリン酸化状態の変動に関して時間変動や物質の量に対する変動）を比較し、カスケードを詳細に解析した。また、GPR30などエストロゲン受容体以外の受容体のカスケードの検討を行った。

- (2) 脳神経系のエストロゲン応答性に関与する遺伝子の解析に関しては、日本医科大と共同で DNA マイクロアレイを用いた脳の性分化に関与する遺伝子の解析を行った。すでに取得した脳の女性化・男性化に関与する遺伝子の中で、アポトーシスや細胞移動に関係する遺伝子（タンパク質）に注目してウエスタンブロット解析などによりシグナルカスケードの探索を行った。さらに、アポトーシスのシグナル伝達経路として TGF $\beta$  等の経路との関係を明らかにした。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 プロテオーム、エストロゲン、シグナル伝達、シグナルカスケード、脳神経系、DNA マイクロアレイ、プロファイリング、遺伝子機能

【研究 題 目】 アルファ粒子計測用高電流密度ヘリウム水素正イオンビーム源の評価

【研究代表者】 榊田 創（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 小口 治久、平野 洋一、木山 學、島田 寿男（常勤職員3名、他2名）

【研究 内 容】

国際熱核融合実験炉において生成されるアルファ粒子の空間・速度分布を計測するために、高電流密度の He 以上の重い粒子のイオンビームを燃焼プラズマ中に入射するシステムが考えられている。入射された中性ヘリウム（He<sup>0</sup>）粒子は、アルファ粒子と荷電交換反応を行う。その際、アルファ粒子は高エネルギーの He<sup>0</sup>に変換され、エネルギーアナライザーにより計測される。He<sup>0</sup>ビーム生成法の一つとして、イオン源でヘリウム水素イオン（HeH<sup>+</sup>）を生成し1次ビームとして取り出した後、HeH<sup>+</sup>成分のみを磁場で分離し、1MeV 程度まで加速する。その後、He<sup>0</sup>に変換しプラズマ中に入射することが考えられている。

そこで、エネルギー25 kV 程度の全ビームから HeH<sup>+</sup>の電流成分のみを電磁石で分離し、電流の割合を計測し、実際の計測において必要とされる電流密度が得られるかを評価するシステムの設計・製作・実験を行った。加速電圧約25 kV で、全電流（H<sup>+</sup>、H<sub>2</sub><sup>+</sup>、H<sub>3</sub><sup>+</sup>、He<sup>+</sup>、HeH<sup>+</sup>）から各ビーム成分を磁場で分離し各電流を計測した結果、HeH<sup>+</sup>ビームの割合は全ビームの約0.3 %程度である事が見出され、一桁程度割合を高める必要が有ることが判明した。つまり、25 kV の領域では HeH<sup>+</sup>ビームがチャンバー内に存在するガスにより解離されている可能性がある。前年度までの成果も含めた結論として、イオン源

から1 keV 程度以下もしくは300 keV 程度以上で混合ビームを引き出し、その後に HeH<sup>+</sup>成分を分離しかつ1 MeV 程度まで加速するシステムがより実用化の可能性が高いことを見出した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 イオンビーム、ヘリウム水素イオン、質量分析、核融合発電、ITER

【研究 題 目】 ナノテク・先端部材実用化研究開発／自己組織化ナノパターニング法によるナノ狭窄磁壁型 HDD 磁気ヘッド素子の開発

【研究代表者】 佐橋 政司

（東北大学・大学院工学研究科）

【研究担当者】 今村 裕志、関 和彦、松下 勝義、佐藤 純（以上 ナノテクノロジー研究部門）（常勤職員2名、他2名）

【研究 内 容】

最近の情報家電分野における情報量の増大傾向は目覚ましいものがある。高精細映像や高音質音楽配信・携帯音楽機器などの普及をはじめとした社会ニーズの変革により、一般で扱う情報量は膨大となりつつある。これに対応した記憶装置の必要性が望まれており、これに就いて5-7年後に小型・高密度磁気ストレージメモリ（HDD）を可能とする磁気ヘッドのブレイクスルー技術開発を行うことを目的として自己組織化ナノパターニング法によるナノ狭窄磁壁型 HDD 磁気ヘッド素子の開発を行う。

本研究開発において、産業技術総合研究所グループでは、ナノ狭窄磁壁におけるスピン依存散乱・電気伝導の理論・MR 原理の研究を行った。具体的な研究テーマは、(i)ナノ狭窄磁壁型 MR 原理の理論開発と(ii)ナノ狭窄磁壁ダイナミクスの理論開発の2つである。

(i)のナノ狭窄磁壁型 MR 原理の理論開発においては、まずナノコンタクト系におけるスピン依存散乱・電気伝導に関する理論についての調査を行い、その結果を基に1 nm から5 nm 級の伝導チャネルを持つナノ狭窄体におけるナノ狭窄型磁気抵抗効果の数値シミュレーションプログラムの開発を行った。作成したシミュレーションプログラムを用いた計算から、ナノ狭窄領域の幅を狭くする事により磁気抵抗が増大する事を示した。また、ナノ狭窄領域が非磁性金属の場合にはナノ狭窄領域の幅がゼロの極限で磁気抵抗がゼロになる事も示し、磁壁を用いた磁気抵抗素子の優位性を明らかにした。

(ii)のナノ狭窄磁壁ダイナミクスの理論開発においては、まずナノコンタクト系におけるスピンドダイナミクスに関する理論についての調査を行った。調査の結果を基にスピン流によるとクルを考慮したナノ狭窄磁壁におけるスピンドダイナミクスの数値シミュレーションプログラムの開発を行った。作成したシミュレーションプログラムを用いて、ナノ狭窄構造における磁気構造のサイズ依存性・形状依存性を詳細に解析し、本研究開発で目標と

する1 nm から5 nm 級の伝導チャネルでは磁気構造がネール磁壁である事を明らかにした。形状依存性については、導電チャネルの形状によって有効的な磁壁の厚さを薄く設計できる事を示した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 自己組織化、磁気抵抗、ハードディスク

【研究 題 目】 特異環境場におけるイオン液体—ガス貯蔵媒体としての特性解明と制御の試み

【研究代表者】 金久保 光央（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】 金久保 光央、松永 英之、  
新妻 依利子、亀田 恭男  
（常勤職員2名、他2名）

【研究 内 容】

イオン液体は不揮発性、不燃性の特徴をもち、二酸化炭素などある種のガスを極めて顕著に溶解する性質があり、ガス分離・精製やガス貯蔵媒体としての利用が期待されている。しかしながら、その溶媒機能やガスの溶解メカニズムについては未だほとんど解明されていない。本研究では、イオン液体中におけるガスの溶存状態やイオン液体とガス分子との相互作用など基礎科学的な現象を様々な視点から明らかとし、ガス貯蔵媒体としての特性解明とその制御を試みた。

ブチル、ヘキシル、オクチルと異なる側鎖をもつイミダゾリウムカチオンと、3種類のアニオン（ $\text{PF}_6^-$ 、 $\text{BF}_4^-$ 、 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ ）との組合せからなるイオン液体を対象として、二酸化炭素を加圧、吸収したときの効果について、電気伝導度法ならびに X 線回折法を用いて調べた。どのイオン液体においても、電気伝導度は低圧において直線的に増加し、その後はほぼ一定となった。この電気伝導度の変化は、カチオンのアルキル側鎖の影響をほとんど受けないが、アニオンの違いに非常に敏感であることが分かった。一方、X 線回折法により二酸化炭素を吸収したイオン液体溶液の液体構造を調べたところ、二酸化炭素はアニオンに優先的に溶媒和していることが明らかとされた。この結果は、二酸化炭素の炭素原子とアニオンのフッ素原子とのルイス酸—塩基的な相互作用が重要であることを示唆している。しかしながら、これらイオン液体における二酸化炭素吸収量は、エンタルピー的なルイス酸—塩基相互作用だけでは説明できず、エントロピーの寄与が大きいことが確認された。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 イオン液体、高圧ガス、溶解メカニズム、溶媒機能

【研究 題 目】 骨格筋細胞分化における単一細胞からの分化シグナル伝達の解析

【研究代表者】 中村 史

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 中村 史（常勤職員1名）

【研究 内 容】

5-アザシチジンによりマウス繊維芽細胞（C3H10T1/2）を骨格筋細胞に分化誘導し、分化誘導過程に分泌された IGF-II が細胞表面の受容体に結合した状態で抗 IGF-II 抗体修飾 AFM 探針を細胞に接触させ、強制的に受容体/リガンド/抗体の複合体を形成させる。これを引き離す際に発生する相互作用破壊に要する力（unbinding force）を測定した。C3H10T1/2は培養3日後に20 $\mu\text{M}$  5-アザシチジンで2日間処理した後、通常の培地で2日間培養し、20 nM のジヒドロテストステロンで処理した。抗 IGF-II 抗体修飾 AFM 探針を用いて力学検出を行った結果、5-アザシチジン処理前の平均 unbinding force は40 pN 以下であった。処理1日目（培養4日目）は119 pN、2日目は218 pN に上昇した。その後、通常の培地で培養2日目（培養7日目）は112 pN、ジヒドロテストステロン処理2日目は50 pN になった。処理していない細胞は40 pN 以下であった。この結果は骨格筋分化誘導過程における C3H10T1/2の IGF-II 受容体の発現と IGF-II の分泌がほぼ同時に上昇し、減少することを示している。骨格筋分化過程における IGF-II 受容体の免疫染色を行った結果、5-アザシチジン処理した細胞の場合、処理1日目まで蛍光が観察されなかった。それに対して、5-アザシチジン処理2日目に IGF-II 受容体が観察され、その平均蛍光強度は12であった。処理していない細胞は IGF-II 受容体が観察されなかった。分化誘導した C3H10T1/2のミオシン重鎖の免疫染色を行った結果、蛍光が観察され、多核化していることから骨格筋細胞に分化誘導されたと考えられる。本研究では骨格筋分化誘導過程における細胞のシグナル伝達を、AFM により低侵襲で連続的に力学検出できることが明らかになった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞操作、分化誘導、遺伝子導入、AFM、シグナル伝達

【研究 題 目】 モーター・レール系運動制御の高分解能構造解析

【研究代表者】 廣瀬 恵子

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 廣瀬 恵子、上野 裕則、巖 康敏  
（常勤職員1名、他2名）

【研究 内 容】

本研究の目的は、ナノシステムである分子モーター・レール系の複合体としての構造とその変化を、クライオ電子顕微鏡法とコンピュータ画像解析法を用いてサブナノメートルに迫る高分解能で捉えることにより、その力発生と制御の機構を理解することである。対象としては主に、キネシン・微小管系およびダイニン・微小管系を用



いている。本年度はまず、キネシン・微小管複合体の立体構造解析に従来用いていた、らせん三次元再構成法に代わる方法として、単粒子解析法による立体構造解析のプログラムを、Lawrence Berkeley 研究所（米国）の協力により設置した。我々の試料に適合させるため、このプログラムに改変を加え、以前の方法と比較して解析に要する時間を大幅に短縮できることを確認した。また、ダイニン・微小管系に関しては、ウニ精子から精製した外腕ダイニン分子を用いて、二本の微小管の間にダイニンが規則的に一列に結合した複合体を、我々が開発したクライオポジティブ染色電子顕微鏡法で観察した。昨年度行ったヌクレオチド非存在下での構造研究に加え、ADP・vanadate 状態での低温電子顕微鏡像を得ることに成功して画像データを集積し、画像解析を行った。これにより、現在広く信じられているモデルとは異なり、これらの2つの状態間でストークの角度は変わらないことがわかった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】分子モーター、生体運動、電子顕微鏡、構造解析

【研究題目】階層構造スケーリングを考慮した、自己組織神経回路網の環境応答解析

【研究代表者】工藤 卓

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】工藤 卓、田口 隆久、清原 藍

（研究協力者、技術研修生）

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

目標：

情報処理可能な生体神経回路網を複数接続した環境を構築し、上位情報処理システムを加えて、高等生物のクラスター化された神経回路網を模した系を構築する。これまで蓄積した神経活動電位計測技術を活用して、自発的発火活動を指標としながら、その相互相関性、時間的変動特性や周期性に着目して神経回路網の情報処理過程を記述する。機能分子、細胞単体の素機能を見据えながら、ネットワーク、さらに複数ネットワークのクラスターという階層性を操作する技術を確立する。これらを総合して、環境からの入力に対し応答する生体のサブセットを再構成し、生命機能の階層性と相互作用の効果を明らかにすることが目的である。

研究計画：

電極付培養皿にそれぞれ分散培養した複数の神経回路網を準備し、電極により一つの神経回路網から出力信号を取り出す。この信号を変換して他の神経回路網に入力することで、複数の神経回路網間で相互通信させる。通信ルールを変化させることで、並列接続、上位、下位の階層性など異なる接続様式による神経回路網の情報処理過程を解析する。また、上位中枢に皮質神経細胞による

分散培養系、下位システムに海馬分散培養系を用いた培養神経回路クラスターを構築し、相互作用による神経回路網の調整を解析する。

成果：

電極付培養皿にそれぞれ分散培養した複数の神経回路網を準備し、電極により一つの神経回路網から出力信号を取り出した。この信号を変換して他の神経回路網に入力することで、複数の神経回路網間で相互通信させる系を構築した。この系により、培養密度・培養条件の異なる完全に隔離された神経回路網の相互作用を解析することができた。通信ルールを変化させることで、並列接続、上位、下位の階層性など異なる接続様式による神経回路網の情報処理過程を解析した。また、プログラム可能な多点電流刺激アンプをデザイン・開発し、これにより電極を切り替えて刺激したところ、培養神経回路網は刺激部位に依存して数十以上の空間パターンを表現可能なことが明らかとなった。さらに、追加の成果として、フェムト秒レーザー光によって培養神経回路網を分断すると、分断されたエリア間で同期した自発活動は減少するが、培養日数の経過に伴い、同期が復活する過程が観察された。これに関して論文を発表した。また、多点刺激装置と刺激・記録系、及び小型移動ロボットをシステムインテグレーションによって統合し、神経回路網が外界と相互作用する系について、論文を発表した。この系の中で、教師無し学習が成立していることを示唆する大変興味深い現象が観察され、現在再現性を検証している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】生物・生体工学、脳・神経、生体生命情報学、知能ロボティクス、バイオ関連機器

【研究題目】Precursor BDNF によるシナプス退縮のメカニズムとその生理的役割

【研究代表者】小島 正己

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】小島 正己、清末 和之

（常勤職員2名）

【研究内容】

脳由来神経栄養因子（Brain-derived neurotrophic factor: BDNF）を含む神経栄養因子群の生理作用は、神経細胞の生存維持・アクソン・デンドライトの伸展・シナプス伝達の調節と概念的に説明されてきた。しかし、2001年 Barbara Hempstead らが、NGF の前駆体（proNGF）が神経細胞死を促進することを報告して以来（Science、2001）、神経栄養因子の研究分野は新しいパラダイムの検証を開始した。つまり、前駆体型神経栄養因子と成熟型神経栄養因子の機能的あるいは量的バランスによって、神経細胞の生死・アクソン・デンドライトの伸縮・シナプス伝達の調節が、正あるいは負に調節されるというモデルである。この仮説は一見魅力的であ

るが、検証を遅らせる実験上の問題があった。それは、①、神経栄養因子という成長因子自体の生化学的検出が難しいこと、②、前駆体型神経栄養因子の調整方法が世界的にまだ十分に確立されていないこと、③、この仮説の検証に有用なモデル動物の必要性である。発表者のグループは、BDNF の一塩基多型 SNP の分子機能の研究を通して、これらの問題を克服してきた。つまり、前駆体型 BDNF を成熟型 BDNF に変換するプロセッシングに影響する polymorphism の分子解析から、これらを克服すべく研究材料を整えた。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 神経栄養因子、タンパク質

〔研究 題 目〕 計算科学的手法を用いたアクチュエータの機構解明と分子設計

〔研究代表者〕 清原 健司

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 清原 健司、杉野 卓司、安積 欣志

(常勤職員3名)

〔研究 内 容〕

高分子アクチュエータは、従来のセラミック材料や金属材料のアクチュエータと違って「柔軟である、軽い、低電圧で駆動する」という特徴があり、次世代のアクチュエータとして注目されている。本研究では、高分子アクチュエータの動作原理を分子レベルで解明し、高性能なアクチュエータを分子レベルから設計することを目指している。

手法としては、モンテカルロ・シミュレーションなどの計算科学的手法を主として用いる。特に、高分子アクチュエータ内のさまざまな分子間相互作用を仮定して、電圧を印加した際に発生する応力について解析し、これを実験結果と対照する。

今年度においては、モンテカルロ・シミュレーションによる計算方法を開発し、これをいくつかのモデルに適用し、応力の発生機構を解析した。電圧の印加に伴って分子間に働く静電相互作用と排除体積相互作用が応力の発生に大きく寄与する可能性が示唆された。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 高分子アクチュエータ、分子シミュレーション、高分子構造物性、ナノ材料、電気化学

〔研究 題 目〕 金融市場の執行分析のための経済情報抽出と行動が市場へ及ぼす影響評価に関する研究

〔研究代表者〕 和泉 潔 (デジタルヒューマン研究センター)

〔研究担当者〕 和泉 潔 (常勤職員1名)

〔研究 内 容〕

本研究の目的は、テキストマイニングと人工市場とい

う2つの情報技術の融合により、金融実務者の市場での売買執行を支援する手法を開発することである。本年度は、実際の調査(インタビュー、質問紙調査等)や、経済指標やテキストデータなどの関連データ資料等の分析を行って、意思決定支援システムにおいて基本要素となるテキストマイニング技術の開発を行った。さらに、テキストマイニング手法の基本設計として、経済指標やテキストデータなどの関連データ資料等を用いて、執行時期の市場環境を分析するための統計手法のテストを行った。意思決定支援システムに用いる情報技術(人工市場とテキストマイニング)をふさわしい形に整え、金融実務における執行分析を支援するシステムを計算機上に試作した。シミュレーションソフトウェアの基本設計として、人工市場に参加する各エージェントのタイプ分けとそれらの行動ルールの基本設計を行った。構築したシステムを用いて、現場での予測・リスク制御への実用化を目指して、金融実務者や研究者と連携を行い、実用化に向けた現場の声を反映するような有効性の検討を行った。システム評価に関するプロトタイプ用の投入データ作成として、執行分析の実績がある金融実務者や研究者とシステムの実用化イメージに向けて話し合いを行い、システム評価のために必要なデータの種類の選別と評価手法の決定に向けて検討を行った。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 マルチエージェント、シミュレーション、意思決定、テキストマイニング

〔研究 題 目〕 不均一系の膨潤における非平衡構造

〔研究代表者〕 横山 英明(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 横山 英明(常勤職員1名)

〔研究 内 容〕

高分子の発泡体は発泡スチロールに代表されるように、古くからよく知られている。発泡スチロールのような通常の発泡体では、発泡径は数百ミクロンから、数ミリにまでおよぶ巨視的な発泡である。発泡のサイズを制御する様々な試み、また、発泡のメカニズムの解析がおこなわれてきている。特に近年、環境への配慮より、超臨界の二酸化炭素を利用した発泡プロセスの研究が盛んに行われている。超臨界状態とは臨界温度・圧力を超えて液体と気体の中間的な性質を示す状態である。このような超臨界状態を含むプロセスの研究により、ミクロ発泡(数ミクロンあるいはそれ以下)の発泡体の形成が可能になってきている。しかしながら、発泡体は、発泡の核形成・成長というプロセスで進行するため、熱力学的に与えられる核の最小サイズよりも小さくすることはできない。また、核のサイズ程度の制御ができたとしても、発泡の数密度は低い状態(発泡間の距離が大きい状態)となってしまうという問題がある。我々はブロック共重合体のナノ相分離構造により形成される、球状ナノドメイン(場合によりそれ以外の形状)を核として利用し、

二酸化炭素をそのドメイン内で発泡させることを狙って研究を行った。ブロック共重合体としては、二酸化炭素との親和性の高いフッ素含有のブロックをその一成分として導入した。二酸化炭素によるプロセスを工夫することにより、フッ素含有のブロックより構成されるナノドメイン内でのみ発泡化が起り、直径で10–30 nm 程度のナノ発泡体を形成させることに成功した。発泡化のためには、超臨界二酸化炭素による膨潤に続き、圧力解放前に冷却が必要であることがわかってきた。ナノ発泡化は表面積が増大し (50–100 m<sup>2</sup>/g) 不安定化する非平衡なプロセスであり、その過程で冷却が必要であった。この冷却過程により、図1のように骨格を形成するポリマーの二酸化炭素中図1膨潤・脱膨潤のプロセスによるナノ多孔化の概念図におけるガラス転移が予想されるが、ほとんどのポリマーでは二酸化炭素中のガラス転移温度は知られておらず、ガラス転移とナノ多孔体の出現の関係も明らかではない。本研究においては、水晶発振子の共鳴周波数変化から二酸化炭素中におけるポリマーのガラス転移による弾性率変化を検出する装置の設計、既知の試料による検証実験、さらに、未知の試料による測定を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】 ナノ多孔体、ブロックコポリマー、テンプレート

【研究題目】 光駆動の分子機械を創成するための基盤研究

【研究代表者】 玉置 信之(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 玉置 信之、秋山 陽久  
(常勤職員2名)

【研究内容】

生体のモータータンパクに見られるようなメカニカル機能を人工分子で再現することは、単に自然をより深く理解するためだけでなく、人類にとってより有用なメカニカル機能を実現することへとつながるために重要である。特に、分子メカニカル機能を光反応と結びつけることは、光エネルギーを力学エネルギーに変換できる可能性があるため特に重要である。本研究ではフォトリソミック反応に伴う分子構造の大きな変化を利用して多様なメカニカル機能を創出・実証し、新たな材料科学・技術分野を提供することを目的とする。その中でも単一分子の光駆動回転運動や光駆動分子移動についての基盤的知見を得ることを目指す。

平成19年度は、分子内の回転ユニットの回転速度の可逆的光制御を、光応答性部位を含む環状構造とキラル部位を利用した分子設計と合成によって実現することを目指した。また、光によって集合状態を変化させる光応答性オリゴマーの合成とその物性評価を行い、その光駆動分子機械への展開の可能性を検討した。最後に、生体内のモータータンパクに取り込まれ可逆的な光異性化反応

でタンパクの構造に影響を与えうる ATP アゾベンゼンの合成を行った。アゾベンゼンと1,5-ジオキシナフタレンを環状に結合した化合物1を合成し、トランス体とシス体でのナフタレン環の回転速度を NMR 測定によって見積もった。その結果、光異性化反応により回転速度を可逆的に制御できることが明らかとなった。アゾベンゼンを含有する開始剤を用い、ATRP 法によって N-イソプロピルアクリルアミドの重合を行い、末端に光応答性部位を有する分子量のそろったオリゴマーを得た。本オリゴマーは、水溶液中で光により凝集サイズを急峻に約100 nm から1 μm へ変化させ、白濁、透明状態を可逆的に変換することが可能であった。ATP 部位を分子内に導入したアゾベンゼンを合成し、その水溶液中での光異性化反応を確認した。また、生体分子モーターであるキネシンの相互作用や光異性化反応による相互作用変化を明らかにするための、光反応とモーターリテーター実験(キネシンを施した基盤上で蛍光標識したキネシンの運動を顕微鏡観察する)を同時に行うための実験系を構築した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 分子機械・光制御・フォトリソミズム・アゾベンゼン・メカニカル機能

【研究題目】 メソフェーズ系電子材料における分子の動的制御と電荷輸送機能に関する研究

【研究代表者】 清水 洋 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 清水 洋 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

π電子共役系を分子中心に有するディスコチック液晶では、分子が積層し形成されるカラムナール相においてアモルファスシリコンに迫る高速の電荷移動度を示すものが見出されており、液晶性半導体として近年の有機エレクトロニクス研究の一つの興味深いカテゴリーとして活発に研究されている。しかし、異方的な電荷移動特性を有効に活用するためにこれら液晶性半導体が一般的に高次配向秩序、高粘性であるために配向制御が極めて難しいという問題を克服する必要がある。これまでディスプレイ技術において培われてきたネマチック液晶等の低粘性相での配向制御手法は有効でなく、新規な手法論の開発が待たれる。また、現状では液晶性半導体の電荷移動度は10<sup>-1</sup>cm<sup>2</sup>V<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>オーダーであり、動的な分子集合体という固体系材料にない特色がともすればマイナスの要因となっている状況の中、更なる高速化が求められている。本課題では、ディスコチック液晶性半導体について電荷移動の高速化に向けてディスコチック液晶のカラム構造の制御をフタロシアニン m オキソポリマー液晶に対して分子間の特異的相互作用により実現することについて研究を行った。その結果、新規なフタロシアニン金属錯体液晶の高分子化のための二量体合成を行い、その液晶性を解明、それらの電荷移動度を評価した。また、分子



内の周辺長鎖にフルオロアルキル基を導入した新たなフタロシアニン液晶を合成、その液晶性を明らかにした。また、イオン性液晶の電荷移動度の解明にトライし、静電的相互作用が電荷輸送の効率化に向けた階層構造の構築に重要な因子となり得ることを見出した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 有機エレクトロニクス、液晶性半導体、電荷輸送

【研究題目】 ブルー相などの3次元秩序を有する液晶系の秩序構造とダイナミクスに関する数値計算

【研究代表者】 福田 順一(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 福田 順一、米谷 慎(常勤職員2名)

【研究内容】

(1) 連続体理論に基づくコレステリックブルー相の数値計算

液晶系の3次元秩序構造の典型例であるコレステリックブルー相の挙動を調べるため、連続体理論に基づいた数値計算プログラムの構築を行ない、温度とキラリティの強さの変化に対する相図を作成した。また、種々の平衡構造に対して電場を印加した場合の応答についても調べ、電場の強さ、方向、もとの平衡構造の対称性に応じて、様々な構造変化が引き起こされることを見出した。

(2) 3次元秩序構造を有するスメクチック Q 相の分子シミュレーション

スメクチック Q 相(SmQ 相)を示す液晶分子の一つである M7BBM7を具体例として、分子動力学(MD)シミュレーションによるその3次元ナノ構造の解明を試みた。この分子の X 線解析に基づいた SmQ 相の構造モデルの安定性と分子キラリティとの関連を調べるため、分子キラリティの異なる (S,S)-M7BBM7と (S,R)-M7BBM7およびラセミ体それぞれの構成分子を用いた系の MD 計算を行なった。上記のモデル構造は、4次の配向オーダーパラメータ( $\langle P_4 \rangle$ )が負となることが一つの特徴である。われわれの MD 計算では、SmQ を示す (S,S)-M7BBM7のみで負の $\langle P_4 \rangle$ が得られ、SmQ を示さない上記その他の系では正の $\langle P_4 \rangle$ となり、現実系と対応した構造安定性と分子キラリティとの関係が得られた。

(3) 表面の凹凸を起源とする液晶のアンカリング

基板表面の凹凸によるアンカリングに関する既存の理論に批判的な考察を加え、その理論には誤りあることを見出した。さらに、我々の理論の検証、および、理論が有効とは限らない深い凹凸を持つ表面のアンカリングの性質の探究を目的として、アンカリングエネルギーの数値計算を行なった。表面の凹凸が浅い時は我々の理論の予測が完璧に再現され、凹凸が深い場合も、表面の凹凸の傾きの最大値が1以下の場合、理

論から予想されるアンカリングの挙動からのずれは比較的小さいことが見出された。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 液晶、シミュレーション、コレステリックブルー相、スメクチック Q 相、アンカリング

【研究題目】 シリコンベース素子を用いたスピン注入効率の最適化

【研究代表者】 秋永 広幸(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 秋永 広幸(常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

スピントロニクスとシリコンテクノロジーとの融合を推進するため、シリコンベース素子を用いたスピン注入効率の最適化に焦点を絞り、

- (1) シリコンベース強磁性体の開発
- (2) 強磁性体金属/シリコンヘテロ構造におけるスピン偏極電子注入の実証
- (3) スピン流を用いたシリコンベースデバイス機能の実証

を目指して研究を行う。

年度進捗状況：

平成19年度は、(1)と(2)に関して実験を行った。

(1) シリコンベース強磁性体の開発：

イオン注入によってシリコンベース強磁性半導体の合成を目指した。注目した材料は、炭化シリコン(4H-, 3C-SiC)である。この系では、理論的に強磁性体になる可能性が指摘されている。熱拡散法、あるいはイオン注入法によって磁性元素 Mn の導入を試みた。現在のところ、4H-SiC では、Mn が格子間位置に入ってしまう、強磁性シグナルの観測には至っていない。一方、3C-SiC においては、Si を Mn が置換している可能性を示す実験結果が得られているものの、その3C-(Si, Mn)C が強磁性を示しているか否かに関しては確証に至っていない。

(2) Fe<sub>3</sub>Si/CaF<sub>2</sub>/Si ヘテロ構造の開発：

本研究開始以前は、Fe<sub>3</sub>Si 表面の凹凸を抑えることが出来なかったが、Fe<sub>3</sub>Si 層の形成を低温分子線エピタキシーで行い、その後、250 °Cで熱アニールすることによって、平坦な Fe<sub>3</sub>Si 膜の成膜が可能になった。また、このヘテロ界面を積層したエピタキシャル磁気トンネル接合を作製できるようになった。磁化曲線にもステップが観察されている。さらに平成19年度には、Fe<sub>3</sub>Si と CaF<sub>2</sub>の選択エッチングレシピを開発した。また、同様に Fe-N 系強磁性体を用いた磁気トンネル接合の作製にも着手した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 スピンエレクトロニクス、磁性、半導体物性

〔研究題目〕第一原理計算による高密度格子欠陥構造の電子論的解明と材料設計

〔研究代表者〕香山 正憲

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕香山 正憲、田中 真悟、王 如志

(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

巨大歪により創成された材料は、格子欠陥が極めて高密度に導入され、特異粒界を含む微細粒・ナノ結晶粒組織である。こうした高密度格子欠陥の非平衡ナノ組織の特異な機械的性質を真に理解し設計理論を構築するには、様々な局所領域の原子・電子構造や高密度格子欠陥状態を掘り下げて解明することが不可欠である。本研究課題は、こうした高密度格子欠陥構造を、第一原理計算（密度汎関数理論に基づく大規模スーパーセル計算）を用いて、実験観察とも密接に連携しながら詳細に解明すること、さらに、様々な欠陥や溶質原子の効果の検討を通じて、巨大ひずみ材料の設計理論を電子論の立場から構築することを目的とする。当該グループは、特に、粒界や界面の原子・電子構造とその機械的性質、溶質原子や不純物と粒界との相互作用に着目し、第一原理計算を進める。平成19年度は、Al と Cu の対応粒界（傾角粒界、ねじり粒界）の第一原理計算を実行し、エネルギーや界面の原子・電子構造を詳細に分析した。その結果、Al と Cu とで、乱れた界面の原子間結合の様子が大きく異なることを見出した。また、局所エネルギー密度、局所応力密度の第一原理計算の適用を進めた。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕第一原理計算、界面、結晶粒界、材料設計

〔研究題目〕イオン液体の電解質機能設計

〔研究代表者〕松本 一

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕松本 一、香山 正憲、栄部 比夏里

(常勤職員3名)

〔研究内容〕

難揮発性、難燃性の新規電解質としてのイオン液体の分子設計指針を得るべく、新規なイオン液体の合成を通じて、粘度や融点とイオン液体構造等の物性、電位窓等の電気化学特性とイオン構造の相関について検討してきた。今年度は、Li 金属と LiCoO<sub>2</sub>正極からなる Li 二次電池レート特性（充放電電流密度依存性）に及ぼすイオン液体構造との相関について特にアニオン種の及ぼす影響について詳細に検討した。その結果、昨年度報告した FSA アニオンからなるイオン液体が最も優れた特性を示す一方、ほぼ同じ粘性を示す C<sub>2</sub>F<sub>5</sub>BF<sub>3</sub>からなるイオン液体では従来検討していたより高粘性の TFSA アニオンからなるイオン液体と同程度の低いレート特性にとどまった。Li<sup>+</sup>のイオン液体中での輸送特性は粘性に単純に

比例することが電気化学測定によって分かったため、これらの相違は電極界面抵抗が単にイオン液体の粘性に依存せず、アニオン種の構造によって大きく異なるためであることが、交流インピーダンス測定の結果から明らかとなった。そこで電極とイオン液体の接触界面についての第一原理計算として Li 金属-イオン液体界面構造についての検討についてまず EMI-BF<sub>4</sub>/Li 界面について、Li(110)面との相互作用を第一原理計算（密度汎関数理論に基づく PAW 法スーパーセル計算）を検討した。一方、アニオン種を TFSA に固定し、総炭素数を8に固定した脂肪族四級アンモニウム塩における緒特性及び電池特性についても検討し、粘度がカチオン構造によって大きく変化すること、また電池特性（充放電サイクル特性）はカチオンの構造に依存する事が分かった。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕イオン液体、第一原理計算、リチウム金属二次電池

〔研究題目〕配位空間場制御材料の創製とそのエネルギーデバイスへの応用展開

〔研究代表者〕蔭山 博之

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕野村 勝裕（常勤職員1名）

〔研究内容〕

今年度は、前年度までに高いプロトン導電性を見出した (La<sub>1-x</sub>Sr<sub>x</sub>)ScO<sub>3-δ</sub>(+yH<sub>2</sub>O) (x=0.1-0.3) 系と同様に、LaScO<sub>3</sub>系化合物をベースとして混合導電性（プロトンホール（または電子）導電性）を示すことが期待される (La<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>)(Sc<sub>1-x</sub>Mn<sub>x</sub>)O<sub>3-δ</sub> (x=0.1-0.75) 系化合物を調製して X 線回折測定及び XAFS 測定を行い、組成の相違による材料中の金属イオンまわりの局所的な結晶構造の変化及び価数の変化を調べ、予想される導電特性との関係を検討した。X線回折測定の結果からは、Mn の添加量 x が増加するにつれて結晶格子体積が減少し、理想的な立方晶のペロブスカイト構造に近くなることが分かった。一方、XAFS 測定の結果からは、これらの試料の Mn K 吸収端のエッジジャンプの位置は、参照試料として測定した Mn<sup>3+</sup>(Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) と Mn<sup>4+</sup>(MnO<sub>2</sub>) のエッジジャンプの間に位置しており、Mn<sup>3+</sup>/Mn<sup>4+</sup>の混合原子価状態を持つことが分かった。また、導電率測定から、x = 0.25-0.75の試料では、(La<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>)MnO<sub>3+δ</sub> と同様にホール導電性を示すことが分かった。

引き続き、(La<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>)(Sc<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>)O<sub>3-δ</sub> (x=0.1-0.75) 系化合物の調製を試みたが、x>0.1の組成では、単相の固溶体を得ることはできなかった。また、(La<sub>0.8</sub>Sr<sub>0.2</sub>)(Sc<sub>0.9</sub>Co<sub>0.1</sub>)O<sub>3-δ</sub> については、材料中の金属イオンまわりの局所的な結晶構造の変化及び価数の変化を X 線回折測定及び XAFS 測定によって調べた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕イオン導電体、ナノ材料、電気・電子材

料、結晶構造解析、燃料電池

〔研究題目〕 パノスコピック形態制御された希土類系  
酸化物固体電解質の創製と応用

〔研究代表者〕 棚瀬 繁雄

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 岩佐 美喜男、境 哲男、野尻 能弘

(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

ランタンを含むケイ酸アパタイト系の材料は、800℃よりも低い温度領域でYSZ(イットリア安定化ジルコニア)よりも高い導電性を示すため、数百度程度の温度領域で作動する固体酸化物型燃料電池の電解質として注目されているが、この材料の燃料電池の電解質への適用に関する報告は少ない。

そのため、まず、白金を電極に適用して燃料電池としての性能を調べた。この場合、開路電圧は正極と負極の酸素分圧の比から計算される理論起電力に匹敵する値であったが、電池を放電すると、活性化分極、抵抗分極、及び、拡散分極による電池電圧の低下が著しく、800℃の温度でも、電池の最大出力電流密度(短絡電流密度)は100 mA/cm<sup>2</sup>程度に、また、電池の最大出力密度は20 mW/cm<sup>2</sup>程度に止まり、電解質の導電性から予測されるものよりもかなり低いことが分かった。

そこで、白金に代わって正極にLa<sub>0.9</sub>Sr<sub>0.1</sub>CoO<sub>3-δ</sub>を、また、負極にNi-SDC(Ce<sub>0.8</sub>Sm<sub>0.2</sub>O<sub>1.9</sub>)サーメットを適用したところ、800℃の温度で開路電圧は理論起電力よりも0.15 V程度高い値を示したが、電池を放電しても上記の分極は少なく、電池の最大出力電流密度は230 mA/cm<sup>2</sup>程度に、また、電池の最大出力密度は65 mW/cm<sup>2</sup>程度に向上した。その結果、電池の出力電流密度(mA/cm<sup>2</sup>)や出力密度(mW/cm<sup>2</sup>)が著しく改善されることが分かった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 希土類、酸化物、固体電解質

〔研究題目〕 含ビスマス元素相乗系化合物の合成と応用

〔研究代表者〕 島田 茂(環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 崔 隆基、丸山 淳平、茂木 崇弘

(常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

ビスマスは安定元素としては最も重い元素であり、また最も化学的に未解明な元素の1つといえる。このような未解明元素には多くの可能性が残されており、それらを積極的に解明することは科学的な発展のみならず新しい技術を生み出すためにも重要である。多くの重元素が高い毒性を持つのに対し、ビスマスは低毒性であることもその特徴の1つである。本研究は、安定な超原子価環状ビスマス骨格を構成要素とするBi-E結合(E=各種元

素)を有する化合物を合成し、有機合成反応への利用及び含ビスマス機能性物質の開発に資する新規なビスマス化合物合成法の開発を目的としており、主として下記の検討を行った。

安定性の高い環状構造であるアザビスモシン骨格を有するビスマスオキシドとPh<sub>2</sub>P(O)Hとの反応を検討する過程でジビスムチン(Bi-Bi結合を持つ化合物)が生成することを偶然見いだした。そこで、種々のリン化合物を用いて反応を検討したところ、比較的安価に市販されているリン化合物DOPOを用いると、最高で94%の高収率でジビスムチンが得られることを見いだした。

このジビスムチンは、予想通り高い安定性を有しており、取り扱いが容易である一方、Bi-Bi結合は高い反応性を有しており、例えば溶液中では酸素や硫黄と速やかに反応しBiOBiやBiS<sub>2</sub>Bi構造を有する化合物を定量的に与えた。この新規反応の機構に関し検討した結果、二種類の間体の単離・構造決定に成功した。本化合物は有機合成反応試剤及び各種ビスマス化合物合成前駆体として有用であると期待される。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ビスマス、ヘテロ元素、有機合成

〔研究題目〕 過酸化水素を用いるアルケンへの環境調和型酸化反応の開拓

〔研究代表者〕 佐藤 一彦(環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 今 喜裕(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

酸化反応を含むプロセスは全化学プロセスの30%に達すると言われ、工業的に最重要である。特に精密化学品や医薬品の製造過程では、多様な官能基を有する基質の高選択的酸化が求められるため、ハロゲンを用いる方法など、いまだに環境に大きな負荷をかける酸化法が使用されている。それらの化学品は一品種あたりの生産量は小さいが、種類が莫大であるため、結果としてその製造過程から発生する廃棄物の総量は、石油化学産業全体から排出させる廃棄物の50%以上を占めると見積もられている。本課題は過酸化水素を酸化剤とし、有機溶媒も用いない環境に優しい選択酸化技術を開発するものである。本課題では、1) 中性に近い条件下でのアルケンのエポキシ化反応の開発、2) 植物油などバイオマス原料に適用可能なアルケンの酸化的切断反応の開発、3) アルケンやアルキン近傍のアルコール選択酸化反応の開発、の3テーマを新規触媒の開発を鍵として推進する。本年度は1)について、ピネンを原料として酸性条件下で不安定なピネンオキシドを収率45%で得る触媒系を開発した(昨年度0%)。更にその途上で本触媒系の鍵となる相間移動触媒をマグネタイトに固定化する技術の確立に成功した。マグネタイトは磁石に引き寄せられるため、反応中は高分散して高い触媒活性を示すとともに反応後に相間移動触媒を簡単に回収し再使用することが可



能となる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 過酸化水素、選択酸化

〔研究題目〕 マイクロプラズマを用いたナノバイオフィインターフェイスの創製

〔研究代表者〕 黒澤 茂（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 愛澤 秀信、肥後 麻希、堀 敦史、

Kaul Zeenia（常勤職員1名、他3名）

〔研究内容〕

大気圧下での微小空間で発生させるマイクロプラズマ空間を位置選択的なマイクロプラズマ重合反応での化学反応場に利用し、ドライプロセスでの高分子合成への適用可能なプロセスの作成及びマイクロプラズマ重合反応と重合薄膜のキャラクタリゼーション法について検討した。本年度は、(1) トーチ内部での重合膜付着を低減し、装置のメンテナンスを容易にするために低周波電源と内部に電極を持たない形状のプラズマトーチの組み合わせたマイクロプラズマ反応装置により、スチレンモノマーを原料としたマイクロプラズマ重合（MPP）膜の合成及び薄膜のキャラクタリゼーションを行った。MPP スチレン膜は重合条件によっては架橋性が低く溶媒に溶解性を示すが、真空アニール処理により重合膜が溶解性をほとんど示さず、免疫センサの抗体物理吸着の基材に使えることが明らかとなった。(2) センサ素子の情報変換部位として温度特性が良好で高周波化が可能な水晶基板上を伝搬する横波型弾性表面波センサ素子上に MPP 重合膜合成の最適条件を見出し、MPP アリルアミン膜を用いた高耐久性を示す高感度ガスセンサ膜の合成条件を明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 マイクロプラズマ重合膜、横波型弾性表面波センサ素子、ガスセンサ

〔研究題目〕 光イオン化分光法によるイオン液体中のイオン・電子の溶媒和エネルギー評価

〔研究代表者〕 加藤 隆二

（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 加藤 隆二（常勤職員1名）

〔研究内容〕

目標：

イオン液体の溶媒和現象について、光イオン化分光法によるアプローチを行う。

研究計画：

イオン液体中の分子からの光電子放出しきい値は、放出された電子数を、励起波長を変えながら測定する“光電子放出分光”スペクトルを、平成18年度に開発した装置によって計測した。種々のイオン液体における光電子放出しきい値を評価した。光電子放出収量については、ヨウ素を含むイオン液体が非常に高い電子放出効率を示

すことを見いだした。この特徴を利用し、アルキルアンモニウム塩にヨウ素イオンを溶解させた系において詳細にイオン化しきい値を決定し、イオン液体におけるドライ電子の溶媒和エネルギー、いわゆる伝導帯エネルギー（V0）の評価を行うことに成功した。この結果から、アルキルアンモニウム塩からなるイオン液体は電子を受け入れにくいことがわかった。

電子状態を評価するためにイオン液体の紫外吸収スペクトルの測定を行った。イオン液体は密度が高いため、吸収スペクトル測定が非常に困難であったが、サブマイクロメートルの光学厚さを有する新しい極薄の測定セルを設計・作製することで測定に成功した。このスペクトル測定はイオン液体の基本的な物性であり、信頼性の高い測定が望まれていた。また、上述のヨウ素イオンを含むイミダゾリウム塩においても吸収スペクトルの測定に成功した。さらに深紫外励起が可能な過渡吸収分光計を試作し、動作の確認後、過渡吸収測定を行い、ヨウ素イオンの光反応について検討した。これらの結果のいくつかは論文として公表した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 イオン液体、過渡吸収、光イオン化

〔研究題目〕 試験管内タンパク質合成の分子基盤と細胞機能の模倣

〔研究代表者〕 片岡 正俊（健康工学研究センター）

〔研究担当者〕 片岡 正俊、八代 聖基、日野 真美、

渡邊 政博、赤峰 理恵

（常勤職員2名、他3名）

〔研究内容〕

細胞機能の模倣を考える場合、膜タンパク質の発現が重要な課題になる。その基礎のためペプチドと脂質膜の相互作用の様式の解明が必要であり、このために自発的に膜系に移行するペプチドのデザインとして、特定の方向性を持って膜に移行するペプチドのデザインと調整を行っている。そして膜系に添加すると自発的に膜に移行することが報告されているバクテリオファージのコートタンパク質をシーズペプチドとして膜貫通領域の疎水性とペプチド末端部分にアミノ酸変異を加えマイナスあるいはプラスチャージを付与することで、任意の方向性でリボソーム膜を貫通するペプチドの合成系を構築した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 試験管内タンパク質合成、細胞機能、膜タンパク質、合成ペプチド

〔研究題目〕 巨大粒子ボールトの機能解析

〔研究代表者〕 Penmetcha Kumar

（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕 Subash C.B. Gopinath

（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

目標：

Vault は細胞に存在し、タンパク質と RNA からなる最大級の巨大粒子（合計分子量：13 MDa）である。しかし、その機能はほとんど未解明であるが、最近の研究で、細胞毒の無毒化に関わっている可能性が指摘され始めている。我々は、細胞毒の無毒化プロセスの過程で、Vault を構成している non-coding RNA (vault RNA) が関与している可能性が高いと考え、vault RNA の機能解析を行う。

研究計画：

ヒトリンパ腫 U937細胞よりトータル RNA を調製、分析する。発現している RNA の配列解析を行い、これを基にして、RNAi オリゴをデザインし、この RNAi を細胞内で発現するために pSilencer ベクターを構築する。RNAi の発現を、それに伴う vault-RNA の阻害と共に解析する。

19年度進捗状況：

Vault より発現している RNA は1種類、つまり3種類の RNA のうち RNA-1のみであることが明らかになった。この配列から2つの領域を選択し、RNAi 法に用いる2種類の RNAi オリゴをデザインし、pSilencer ベクターを構築した。このベクターはプロマイシン耐性を保持するため、トランスフェクトした後の細胞をプロマイシンプレート上で培養することにより適当な細胞を選択できるので、これにより、コントロールも含め、RNAi の発現を、それに伴う vault-RNA の阻害と共に解析を進めているところである。現在、他の細胞株として、Etoposide 耐性株1, 2, 3, 4を開発中であり、これらの細胞株を用いて、細胞の vault RNA の発現量と化学療法物質に対する薬剤耐性との関係を明らかにする。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 vault、RNA、無毒化機構、がん細胞、化学療法剤、RNAi、ノックダウン

【研究 題 目】 生物時計による性選択の分子機構

【研究代表者】 石田 直理雄（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 花井 修次、霜田 正美、浜坂 康貴  
（常勤職員1名、他2名）

【研究 内 容】

目標：

種形成のための生殖前隔離分子機構としてショウジョウバエの交尾日内リズムの重要性を研究している。

研究計画・年度進捗状況：

これまでの研究結果は、交尾時間を制御する雌特異的分子機構の存在を強く示唆している。さらにアナナスショウジョウバエもキイロショウジョウバエやオナジショウジョウバエと異なるそれぞれの種独自の交尾リズムを示す事を示してきた。遺伝子導入系を使って、オナジショウジョウバエの時計遺伝子がどの程度キイロショウジョウバエの交尾リズムに影響を与えるかも解明してきた。

(Formosan Entomol. (2006) 26, 227-234, Journal of Circadian Rhythms. (2006) 4;4. 1-6)

現在、ロコモーター行動リズムや羽化リズムに関する脳内中枢は既に同定されているが、交尾リズムの中核については全く未知である。そこで、交尾リズム脳内中枢を同定する目的で欠失変異株 (per0) に PER 蛋白質を様々な部位で発現しているトランスジェニックフライを用いてその交尾リズムの有無を解析してみた。その結果交尾リズム中枢は、行動リズムの中核と別の部位であることを同定した。そこで、RNAi 法を用いてこれら複数の領域を絞り込んだところ、DN1, 2, 3 と LNd 領域での per の発現が交尾リズムに必要な事が明らかとなった。生殖前隔離機構の1つとして雄バエが雌バエを追いかける proximity リズムをビデオで測定する系を確立し、これに関わる脳内中枢の同定に成功した。脳内中枢の同定には、UAS/GAL4の系を用い、夜時計又は昼時計特異的な細胞死を起こしたショウジョウバエを使った。その結果、夜時計中枢の破壊を行った時のみ proximity リズムが消失した。この中枢は我々が既にお見合い法で同定した雌の交尾受け入れ中枢とは異なる事から雌の交尾成功率を左右する脳内中枢と雄の proximity 中枢が共進化することが解明された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 体内時計、時計遺伝子、交尾行動

【研究 題 目】 網羅的 mRNA 絶対定量のためのパイロプライマーの開発

【研究代表者】 藤 渕 航（生命情報工学研究センター）

【研究担当者】 藤 渕 航（常勤職員1名）

【研究 内 容】

パイロシーケンサーは100 bp 前後の大量シーケンシングができる装置であり、プライマー配列を適切にデザインすることで mRNA 定量時の配列分解能を上げることができる。従来のプライマーデザインでは、配列ユニーク性が重要なため、プライマーと RNA や cDNA の会合 Tm 値が揃わなくなり、検出能が悪くなる傾向があった。パイロシーケンサーのプライマーは低い数なら複数の mRNA に重複して結合するプライマーを使用して後に配列決定でユニーク性を確保するため、Tm 値を改善することができる。

本研究では、このような、「低冗長性」を持つプライマーを開発している。そのため、プライマーが幾つのターゲット mRNA と重複会合する可能性があるのかを検索する大規模なアライメント計算が必要であり、プライマー設計の最もコストがかかる部分となっている。従来では、このアライメントにかかる時間は1つの mRNA について下流の1,000 bp から探すと約14時間/CPU もの時間が必要であった。そこで、先にアライメントの精度は低いが検索速度の高い BLAST を用いて、プライマーには使用できない配列を先に見つけてマスクし、その後

で今度はアライメントの精度が高いが検索速度の遅い SSEARCH を用いてプライマーに最適な部分をより詳細に調べる方法を用いた。

この方法により、計算時間が約2～5倍に高速化された。現在では、ハードウェアに加速ボードとして FPGA を装着し、アライメントを論理回路として高速計算する方法を加え、より大規模な計算に対応できるよう研究を行っている。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】パイロシーケンシング、プローブ・プライマー配列、アライメント、FPGA

【研究 題 目】多自由度アクチュエータ

【研究代表者】矢野 智昭（知能システム研究部門）

【研究担当者】矢野 智昭（常勤職員1名）

【研究 内 容】

1台で2ないし3台の1軸アクチュエータの働きをする多自由度アクチュエータは、実用化すれば装置自身の小型・省エネルギー化とともに設置スペースの削減による大幅な省エネルギー効果が期待できる。しかし、ロボットの関節駆動などに使用できるような高出力の多自由度アクチュエータ開発には解決すべき課題が多く、商品化された多自由度アクチュエータはない。

本研究では、そのような多自由度アクチュエータの開発を目標にしている。研究期間は平成16年度から平成20年度の5年間である。平成16年度に多自由度アクチュエータの位置精度の測定装置としてレーザ追尾式三次元座標計測装置を試作し、平成17年度に多極球面同期モータを試作した。平成18年度は多自由度アクチュエータの出力軸がどちらの方向に動いても出力トルクを測定することができるトルク測定装置を考案し、設計・試作を行った。また、平成17年度に試作した多極球面同期モータの軌道制御実験を行い、多極球面同期モータの出力軸がなめらかに動くことを確認した。平成19年度に3軸周りに無限回転可能な球面ステッピングモータを提案・設計・試作した。提案した球面ステッピングモータは非常に多くの種類が存在する。それらのモータについて、平成16年度に購入した電磁場・モーション連成解析ソフトウェアの解析モデルを作成し、動作の基本シミュレーションを進めている。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】多自由度、アクチュエータ、三次元座標測定

【研究 題 目】超高速全光スイッチの低エネルギー動作化と光信号処理デバイスへの展開

【研究代表者】石川 浩

（超高速光信号処理デバイス研究ラボ）

【研究担当者】物集 照夫、牛頭 信一郎、挾間 壽文、秋本 良一、永瀬 成範、河島 整、

Lim Cheng Guan

（常勤職員6名、他2名）

【研究 内 容】

InGaAs/AlAs/AlAsSb 超薄膜量子井戸を用いたサブバンド間遷移全光スイッチにおいて、ピコ秒領域で極限までの低動作エネルギー動作を実現するための基盤技術を確認することを目指している。これまでに、スイッチングエネルギーに直接的に関係する位相緩和時間やエネルギー緩和時間の評価を行い、さらに歪補償を含む結晶の高品質化を行ってきた。また、光閉じ込め効果を増大させる導波路構造設計のために、多元材料系の屈折率評価とこれに基づく導波路設計を行ってきた。19年度は、さらにフォトリフレクタンス法によるバンド間の遷移エネルギーの同定を行い、これにもとづいて伝導体のバンドオフセットの評価、伝導体電子の有効質量の評価を行った。本研究では、周期構造による光閉じ込めを用いる方法についても、検討している。多重量子井戸を含むメサ型の光導波路の両側面に回折格子を切り込んだ構造を、電子ビーム露光とドライエッチングを用いて製作し、周期構造特有のストップバンドの存在を確認した。低エネルギー動作化に資する全体の構造設計を進めており、この課題の最終年度である20年度には、これまでの検討結果と併せて、極限までの低エネルギー動作デバイスの基盤技術の確立を目指す。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超高速光スイッチ、サブバンド間遷移、量子井戸、屈折率、フォトリフレクタンス

【研究 題 目】電子線を用いた単粒子構造解析法の研究

【研究代表者】佐藤 主税（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】佐藤 主税、小椋 俊彦、柳原 真佐子、阿部 幸絵、丸山 雄介、川田 正晃  
（常勤職員3名、他3名）

【研究 内 容】

目標：

我々は細胞膜上に存在する受容体を通して、様々な情報を受け取って情報処理を行っている。ATP は生体内の主たるエネルギー源であるが、痛覚の細胞間情報伝達物質としても用いられている。その受容体である P2X2 の構造を解明し、痛覚異常等の遺伝病解明、臨床薬開発に貢献し、さらには痛みを抑える治療に貢献する。

研究計画：

P2X および P2Y の体内での分布は広い。痛みを受ける皮膚から中枢神経系までの経路に豊富に存在していて、その遺伝子群は十数種類にもおよび、super family を形成している。その中の P2X はそれ自体がイオンチャネルであり、ATP との結合によって開くが、構造は未だに解明されていなかった。P2X2を電顕により可視化して、その3次元構造を決定する。



年度進捗状況：

負染色電顕像のみならず、クライオ法を用いて P2X2 の2次元平均化による可視化に成功し、全体として花瓶の様な形の構造であることを解明した。その3次元構造を計算した。この3量体構造は、イオンチャンネルとして極めて新規である。本受容体種は我々の体内のほとんどの細胞に存在しており、その新たな機能の発見が期待されている。普通の接触が痛みに感じられる遺伝病や、通常の暖かさを暑さに感じてしまう遺伝病等、様々の遺伝病の原因遺伝子としてこの種類のチャンネルが同定されている。さらに3次元分解能を高めることで、関連疾患の治療に貢献していきたい。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、P2X2、イオンチャンネル

【研究 題 目】 神経回路と情報処理の統合的解析による、側頭葉における連合学習の解明

【研究代表者】 菅生 康子（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 菅生 康子、内山 薫  
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

視覚刺激に含まれる意味を読み取ることは、ヒトを含めた動物にとって生存に重要な能力である。サルを用いた破壊実験から、視覚刺激と行動の結果（報酬）の連合学習には、側頭連合野（内嗅・傍嗅皮質）、特にそのドーパミンの D2受容体が正常に機能することが必須であることが知られている（Liu et al, 2000, 2004）。一方、単一ニューロン活動の記録実験から（Liu and Richmond, 2000）、報酬スケジュール課題の遂行において、傍嗅皮質と TE 野の役割が異なることが示唆されている。

本研究課題では、マカクザルを対象にして、1) 下側頭皮質を中心とした視覚刺激と報酬の連合学習の神経回路、そして2) 学習に関わる情報処理を明らかにすることを目的とする。

本年度は、D1受容体あるいは D2受容体の mRNA の分布を in situ ハイブリダイゼーション法により調べた（基礎生物学研究所・山森教授、高畑研究員との共同利用研究）。その結果、蛋白質の分布と同様に、D2受容体の mRNA の発現強度は内嗅・傍嗅皮質のほうが TE 野に比べて強いことを確認した。さらに、D1受容体と D2受容体の mRNA の発現が、細胞層により異なることが分かった。D2受容体 mRNA を II から VI 層までの細胞が一様に発現するのに対し、D1受容体は II、III（浅）、V、VI 層の細胞が発現していた。D2受容体は様々な段階の情報処理を、D1受容体は主にフィードバックとして受け取る情報の処理を調整している可能性が考えられる。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 実験系心理学、脳・神経、神経科学、学習・記憶

【研究 題 目】 特定神経回路の機能を解析する新手法の開発と応用

【研究代表者】 長谷川 良平（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 長谷川 良平、長谷川 由香子  
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

目標：

哺乳類の行動発現機構を理解するためには、局所的な神経回路のみならず、脳領域間の機能的な神経結合を考慮に入れた統合的な研究が不可欠である。本研究の目的は、脳領域間をつなぐ投射線維によって構成される特定神経回路の働きを調べる統合的手法を開発することである。

研究計画：

本年度は、眼球や定位運動の制御に関して大脳皮質からの多様な入力を受け取る上丘における意思決定機能の神経回路に着目して以下の2つの研究を行った。

- ① 課題難易度の異なる左右レバー選択課題におけるラット上丘の働き
- ② 眼球運動の実行／抑制の意思決定過程におけるサル上丘の働き

本年度進捗状況：

①ではラット上丘が左右レバー選択課題において行う定位行動（首や体軀を左右のどちらかに向ける）に果たす役割を調べるために、上丘に対する電気刺激を行い、大脳皮質1次運動野に対する刺激と比較した。その結果、1次運動野に対する電気刺激が主として刺激と反対側の首の筋収縮を起こすものであるのに対し、上丘に対する電気刺激が対側方向への移動を伴う「まとまった」運動を誘発することを確認した。②では意思決定に関する脳内過程を視覚／定量化できるように独自に開発した「仮想意思決定関数」を拡張し、上丘における多次元情報（刺激位置および go/no-go 選択）の予測を行った。その結果、上丘では両者ともに脳内情報が反映されていること、かつ前者に関する予測が後者に対する予測より100ミリ秒ほど早く、同一ニューロン群内で2つの異なる情報が異なる時間において表現されていることがわかった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 高次脳機能、意思決定

【研究 題 目】 脳損傷後の上肢運動訓練がもたらす効果の統合的研究

【研究代表者】 肥後 範行（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 肥後 範行、村田 弓  
（連携大学院学生）

(常勤職員1名、他1名)

#### 【研究内容】

リハビリ訓練が機能回復を促進すると考えられているが、そのメカニズムは良く分かっていない。そこで、脳損傷後の運動訓練が上肢の機能回復に及ぼす効果を、行動解析と陽電子断層画像診断 (PET) を用いた脳活動イメージングの手法を用いて調べた。第一次運動野指領域の損傷後に積極的な運動訓練を行ったマカクザル個体群と運動訓練を行わなかった個体群の間に回復過程を比較した。全ての個体で損傷直後に指運動の完全麻痺が生じ、その後運動機能が徐々に回復した。損傷後2-3週間まで両群ともに指の動きが多く見られるようになり、把握運動課題の成功率は、損傷前の4-8割程度にまで回復した。ただ損傷前は拇指と示指の対向による指先での把握 (精密把握) が見られたのに対して、この時期には拇指と示指の対向が見られず、拇指の背側面で把持する代償的な把握が多く見られた。その後の1ヶ月間に訓練群では代償的な把握の割合が減少し、精密把握の割合が増加するのに対し、非訓練群では代償的な把握の割合が高いまま推移し、精密把握がほとんど見られなかった。以上のことから、特に第一次運動野損傷後の精密把握の回復には、損傷後の訓練が必要であると考えられる。陽電子断層画像診断 (PET) を用いて、上肢把握運動課題遂行中の脳活動イメージングを行ったところ、損傷前は第一次運動野に高い活動が見られたのに対し、運動機能回復後は運動前野腹側部に高い活動が見られた。この結果から、運動前野腹側部において、第一次運動野の機能が代償された可能性が示唆される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 リハビリテーション、霊長類、病態モデル、機能回復、神経可塑性

#### 【研究題目】 低電圧動作強誘電体ゲート不揮発 FET 作製プロセスの研究

【研究代表者】 高橋 光恵 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 高橋 光恵 (常勤職員1名)

#### 【研究内容】

本研究では、強誘電体ゲート不揮発電界効果トランジスタの実用化のために、強誘電体ゲート不揮発電界効果トランジスタの微細化とそれに伴う動作電圧の低減をめざしている。現在報告されている中でも最長のデータ保持時間33.5日を記録した当研究室の強誘電体ゲート不揮発電界効果トランジスタは金属 Pt/強誘電体 SBT/絶縁体 HAO/半導体 Si 構造を持つ。この Pt/SBT/HAO/Si 強誘電体ゲート不揮発電界効果トランジスタの良好な保持特性は維持したまま強誘電体層と絶縁体層の膜厚を現在の半分程度にし、その結果として書き込み電圧の振幅も低減することを目指している。しかし、SBT の強誘電性を得るための高温アニールにより  $\text{SiO}_x$  低誘電率遷移層が形成されるため、単純に SBT 層と HAO 層を薄膜

化しても強誘電体ゲート不揮発電界効果トランジスタの動作電圧を下げることは出来ない。

平成19年度は、 $\text{SiO}_x$  低誘電率遷移層を含めたゲート絶縁膜全体の換算膜厚を小さくすることを目的として Si 基板表面の窒化処理を行い、その上に Pt/SBT/ $\text{HfO}_2$  積層を製膜した MFIS FET を作製し電気的特性を評価した。具体的にはまず素子分離パターン付20 mm 角 Si 基板の洗浄直後に反応性ガス雰囲気中での急速加熱処理により 800 °C から 1190 °C の温度範囲で Si 表面の窒化処理を行い、その後、PLD 製膜装置を用いて  $\text{HfO}_2$  薄膜、続いて SBT 薄膜を積層させ、最後に電子ビーム蒸着装置で Pt を製膜した。FET のゲート電極およびソース・ドレインコンタクトホールはフォトリソグラフィとイオンミリングまたはプラズマエッチング装置によって形成した。半導体パラメータアナライザを用いて電気的特性を測定した。その結果、掃引電圧振幅5 V 時に1.3 V のメモリウィンドウを示しゲート絶縁膜全体の換算膜厚を小さくすることができたと考えられる窒化処理条件が得られた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 強誘電体、不揮発、低電圧

#### 【研究題目】 新規強磁性半導体 (Zn,Cr)Te を用いたスピン依存伝導素子の研究

【研究代表者】 齋藤 秀和 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 齋藤 秀和 (常勤職員1名)

#### 【研究内容】

強磁性半導体 (Ga, Mn)As はスピントランジスタ等への応用が期待されているが、未だにその電子状態は不明な点が多いことが応用上の課題となっている。そこで、我々が昨年度開発した Fe/ZnSe/(Ga, Mn)As “磁気トンネルダイオード” を用いたスピン依存トンネル分光により、(Ga, Mn)As の電子状態を特にスピン分極状態に注目して調べた。平成19年度は、次のような成果を得た。GaMnAs のスピン分極したバンドのエネルギー位置を定量的に決定することに初めて成功した。更に、新現象である異方性 TMR 効果のバイアス依存性をも明らかにした。これらの結果は、GaMnAs の強磁性発生のメカニズムの解明に繋がる成果である。また、上記以外の成果として、強磁性金属 Fe から半導体 GaAs 中へのスピン分極電子の注入を確認することができた。また、高効率のスピン注入を実現するために、MgO 等の酸化物絶縁体を用いることによる問題点を明らかにした。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 スピン依存伝導、強磁性半導体、エピタキシャル

#### 【研究題目】 木質材料の高機能化を可能とする超音波振動付加薬剤含浸・圧密技術の開発

【研究代表者】 三木 恒久

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当】 杉元 宏行、金山 公三  
(常勤職員2名)

【研究内容】

本研究では、持続的利用が可能であり、大気中の二酸化炭素の固定が可能である木質バイオマスの材料としての利用拡大のために、木材・木質材料の高機能化を可能とする超音波付加含浸・圧密技術の開発を目指す。そして、既存の含浸技術と比較して薬剤含浸量の向上が可能である超音波振動数や振動振幅、雰囲気温度などを変化させた実験的検討を行う。また、超音波振動を付加した圧密化技術に関して、超音波の作用下における木材の変形挙動の変化ならびに木材の乾燥や熱処理によって導入された木材構成分子の不規則な絡み合い（不安定状態）の解消への効果について検討する。さらに、含浸と圧密化の両方のプロセスを複合した、例えば積層強化木などの製造における超音波付加工の有用性についても検討する。この技術開発によって、既存技術によって得られる様々な木質材料の高機能と高品質化が実現でき、工業材料としての木材・木質材料の可能性を拡大できると考えられる。

本年度は、上記の目的の下、木材の微細構造変化によって生じる熱的变化を捉えるために、示差走査型熱流測定装置（DSC）を用いて、薬液含浸処理や圧密処理工程で生じる、乾燥時の昇・降温およびそれらの速度をパラメーターとした実験を行った。その結果、乾燥時には、徐冷工程を考慮することによって、木材の微細構造が安定化し、次の昇温時におけるエンタルピーレベルが低下することがわかった。さらに、その安定化の度合は、徐冷時の速度を緩やかに設定することによって、大きく生じた。このことは、いわゆる鉄鋼材料などの焼入れ効果のように、木材においても微細構造が温度（速度）変化によって大きく影響を受けることを示唆している。このように、微細構造を安定化させる熱処理を施すことによって、使用時に不安定な物性の変化を防ぐことにつながる。今後は、このような微細構造変化が関係する含浸処理や圧密加工に対して超音波振動の有用性について検討する。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 木質材料、微細構造変化、超音波振動、含浸処理、圧密加工

【研究題目】 半導体ダイヤモンドを用いた超高出力 RF 増幅及びスウィッチングデバイスの開発

【研究代表者】 梅澤 仁（ダイヤモンド研究センター）

【研究担当】 梅澤 仁（常勤職員1名）

【研究内容】

本年度はダイヤモンドトランジスタ特性の改善に向けて、以下の項目について研究を実施した。

1) キャリア伝導機構の評価

散乱要因やキャリア濃度制御の観点から、まず基板の面方位、特に(001)および(110)面が水素終端ダイヤモンドホール蓄積層の伝導性に及ぼす影響について調査を行った。単結晶(001)、(110)基板上に同一条件でホモエピタキシャル成長した正孔蓄積層のホール効果測定による評価では、移動度がほぼ同等であるのに対して、シートキャリア密度に大きな違いが見られた。(001)基板ではシートキャリア密度が $1.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ 程度であるのに対して、(110)基板では $2.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ 程度であった。これは、(110)面の C-H 結合密度が(001)面と比べ約1.4倍高いことに起因していると考えられ、表面キャリアの起源を C-H 結合電荷によるものとするモデルを裏付けている。

2) キャリア伝導機構解明による高利得化

(110)面方位単結晶ダイヤモンドを基板に用いた MISFET では450 mA/mm が、(110)高配向多結晶ダイヤモンドを基板に用いた MISFET では790 mA/mm の高電流密度動作を実証し、特に多結晶ダイヤモンドでは45 GHz の遮断周波数が得られた。 $f_{\text{max}}$  はプロセス技術に依存する寄生素子を排除することにより100 GHz を超える値が得られる事が解析的に示唆された。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ダイヤモンド、トランジスタ、高周波、高出力

【研究題目】 海洋生物が生成する温暖化気体の発生量と組成解明

【研究代表者】 鶴島 修夫（環境管理技術研究部門）

【研究担当】 鶴島 修夫（常勤職員1名）

【研究内容】

主に西部北太平洋、相模湾における過去観測データの解析を行った。いずれの海域においても夏から秋にかけて垂表層でメタン濃度が増大していたが、植物プランクトン色素、溶存酸素、粒状有機炭素、動物プランクトン量など、メタン生成に関連すると思われる生物化学パラメータと必ずしも相関があるわけではなかった。メタン生成の前駆物質と考えられる DMSP などの生成量は、植物プランクトンの種によって異なることから、増殖する植物プランクトンの種によって、メタン生成量が異なる可能性も考えられる。天然海水培養実験による海水中温暖化物質生成・吸収量の把握 西部北太平洋亜熱帯域と相模湾の海水を用いて、深層水添加あるいは栄養塩添加培養によって生物生産を活性化させ、生成する生物起源気体を測定した。メタンについては、昨年度までの結果と同様に植物プランクトン増殖の数日後に生成が確認されたが、これとは別に、クロロフィル濃度のピークと重なる形で、0.2-0.3 nM ほどの濃度上昇がみられた。植物プランクトンのみによるメタン生成の可能性もあるが、濃度増加は数日で速やかに解消されており、バクテ



リアの活動によるものである可能性が大きい。亜酸化窒素については、硝酸濃度との相関がみられた。SPME 法によるハロカーボンおよび炭化水素類測定によって、植物プランクトン種により発生する気体の組成が異なることが確認できた。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】海洋、温室効果気体、温暖化、生物

#### 【研究 題 目】超伝導ナノ細線構造による超高速単一光子検出技術の開発

【研究代表者】福田 大治（計測標準研究部門）

【研究担当者】福田 大治、藤井 剛、沼田 孝之、座間 達也（常勤職員3名、他1名）

#### 【研究 内 容】

量子ドットによる単一光子発生技術や量子光コンピュータの分野では、高精度に単一光子レベルの微弱な光パルスを検出・制御する技術が求められている。本研究では、この検出技術の実現と関連した計測標準技術の開発を目指し、局所的常伝導転移を用いた超伝導ナノ細線構造による超光速単一光子検出技術の開発を目指した研究を行っている。本年度は、本研究の初年度ということもあり、本デバイスを実現するための基礎的な知見を得るための試み、すなわち、超伝導体のナノ細線構造の試作と電流電圧特性の評価、および、高量子効率実現に向けた取り組みを行った。まず、単一光子入射に伴って局所転移を起こすのに必要な条件を求め、この結果を元に膜厚を5 nm 以下でナノ細線構造をもつ超伝導薄膜を電子線描画装置により作成した。作成した薄膜は、10 K 以下で超伝導特性を示し、また臨界電流も500  $\mu$ A 以上が得られ、光子検出器として良好な特性を持っていることを確認した。さらに、本薄膜をキャビティによる光閉じ込め構造によって挟みこむことにより量子効率がどの程度まで改善できるかの検討を行った。光学薄膜と超伝導体の複素屈折率を分光エリプソメータで求め、この材料データを元に汎用計算機コードにてキャビティ構造の最適化を行ったところ、反射率は0.1 %以下にまで抑えられることが分かった。今後、光検出素子と光ファイバーとの損失を低減できれば、99 %以上の量子効率が実現できることが分かった。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】超伝導材料、超精密計測、量子効率、超高速、低温検出器

#### 【研究 題 目】体性感覚-運動関連機能の評価方法開発とその神経生理学的機構の解明

【研究代表者】金子 文成（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】金子 文成（常勤職員1名）

#### 【研究 内 容】

これまでに確立した体性感覚機能と運動機能との連関によって達成される課題遂行の機能（体性感覚-運動連

関機能）評価方法が、運動経験や整形外科的疾患の罹患によって変化した機能を検出できるかどうかを調べた。平成19年度は、被験者を追加して昨年度と同様に2つの課題を検討した。

#### 1. 運動経験による体性感覚-運動連関機能の差異

体性感覚の選択的な機能評価には、関節運動検出閾値を計測した。また運動機能の計測は、一定の目標値に筋出力を合わせる軌跡追従課題を行なわせた。そして、体性感覚-運動連関機能については、我々が開発してきた装置を使用して行う運動平衡保持法、および従来から行われている再現課題を行わせた。この実験の結果から、運動経験者では体性感覚の成績が優れていること、体性感覚-運動連関機能の成績が優れていることを再度確認した。その原因については明らかにできなかった。

#### 2. 変形性股関節症症例における体性感覚-運動連関機能の評価

変形性股関節症症例の術前および術後回復期の体性感覚-運動連関機能の評価し、その経過を観察した。その結果、手術側膝の、体性感覚-運動連関機能は手術後徐々に回復するが、その原因が自然治癒によるものか機能回復訓練によるものかは、本研究では明らかにはできなかった。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】運動、体性感覚、神経生理学

#### 【研究 題 目】ヒトの心理生理反応の定量的計測による聴覚の動的処理機能解明

【研究代表者】添田 喜治（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】下倉 良太（常勤職員1名、他1名）

#### 【研究 内 容】

本研究の目的は、ヒトの聴覚情報処理メカニズムを解明し、ヒトの心理・生理反応に立脚した環境評価方法を確立することである。

今年度は以下の三点について検討を行った。

1. 両耳の周波数分解能に関連する聴覚誘発脳磁界反応  
音楽や音声の知覚に重要な周波数分解能に関して、両耳の周波数分解能を聴覚誘発脳磁界反応により調べた。二つの純音を用い（一つの純音をそれぞれ片耳に提示）、中心周波数と周波数差を変化させ脳磁界活動を計測した。解析の結果、周波数差が中心周波数の10 %以下の場合には周波数差にかかわらず脳磁界活動強度は一定で、周波数差が中心周波数の20 %を超えると脳磁界活動強度は周波数差の増大に伴い増加した。これは、両耳の周波数分解能が、中心周波数の約10～20 %であることを示している。

#### 2. 音の周期成分に関わるラウドネス

音圧レベル以外の要素がラウドネス（心理的な音の大きさ）に影響を与えることが知られている。本研究では、繰り返しリブル雑音を用いて、刺激音に周期成

分の含まれる度合がラウドネスに与える影響を調べた。実験の結果、周波数が125 Hz～1 kHz に相当するピッチを有する音に関しては、周期成分が多く含まれるほどラウドネスが上昇する傾向が見られた。

### 3. ピッチとピッチの明瞭性に関連する聴覚誘発脳磁界反応

音楽や音声の知覚に重要なピッチ（音の高さ）が聴覚皮質でどのように処理されているか調べるために、音のピッチとピッチの明瞭性を変化させて脳磁界反応を調べた。解析の結果、ピッチの知覚限界が脳磁界活動強度に反映されること、ピッチの明瞭な刺激とそうでない刺激とで大脳の処理部位が異なることがわかった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 聴覚、ラウドネス、ピッチ、周波数分解能、MEG

### 【研究題目】 鋳型非依存性 RNA 合成酵素の分子機構、進化の分子基盤研究

【研究代表者】 富田 耕造（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 富田 耕造（常勤職員1名）

【研究内容】

鋳型非依存的 RNA 合成酵素である CCA 付加酵素は核酸性の鋳型を用いることなく、定まった配列を定まった RNA プライマーに付加／合成するという点で非常にユニークな酵素である。我々は、昨年度、古細菌由来の CCA 付加酵素が CCA 配列を合成する過程、すなわち、合成開始、伸長、終結にいたるすべての状態のスナップショットの X 線結晶構造解析と生化学的解析を行ない、世界に先駆けて CCA 付加酵素による CCA 付加反応の動画の作製に成功し、30年来の謎を解明した。今年度は、さらに古細菌由来の CCA 付加酵素が正しい配列が合成されたか、否かを確認する Proofreading の機構の解析を行なった。3'末端に変異を導入した RNA と CCA 付加酵素の複合体、合計11種類の X 線結晶構造解析、さらに変異体 RNA を用いた生化学的解析をとおして、ユニークな Proofreading の分子機構が明らかになった。CCA 付加酵素は、最初のヌクレオチドが間違っただけで付加されても、そのヌクレオチドの確認を行わず、次の2番目のヌクレオチド付加の反応を行ってしまう。しかしながら、2番目の付加反応が進行し、最後のヌクレオチドの付加を行なう時に、最初と2番目に付加されたヌクレオチドの配列を確認し、3'末端領域配列が CCA 以外のものを合成できないにしていることが明らかになった。この最後の段階での“Proofreading”機構は、酵素が活性型の閉じた構造をとっており、RNA の最初のヌクレオチドが酵素のベーターターンと Watson-Crick 用水素結合をし、かつ2番目のヌクレオチドの大きさと、O2の有無によって行なわれていることが明らかになった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 RNA、合成、構造解析

### 【研究題目】 水電解による水素と過酸化水素の同時製造法の効率向上に関する研究

【研究代表者】 安藤 祐司（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 安藤 祐司（常勤職員1名）

【研究内容】

効率的・低コストな水素製造技術として期待される、水電解による水素と過酸化水素の同時製造法について、過酸化水素を効率的に製造するための諸条件を明らかにすることを目的として昨年度に引き続き検討を行った。昨年度までの検討により、効率的に過酸化水素を製造するための電解条件（反応温度、反応液組成、電解電圧等）は、ほぼ明らかになっている。本年度は、過酸化水素の製造効率を高めるため、過酸化水素製造電極に使用する炭素材料に表面官能基を付与し、電極触媒としての高性能化について検討した。炭素材料表面へ官能基を付与するために化学的 surface 修飾を施す場合、酸性水溶液や塩基性水溶液を用いると、炭素の骨格構造自体が破壊されることが想定される。そこで、炭素骨格を保持しつつ官能基を大量に付与できる化学物質としてペルオキシ二硫酸アンモニウムを選定し、この水溶液を用いて電極表面への官能基付与及び電解反応を試みた。その結果、本方式を用いることにより酸性水溶液や塩基性水溶液を用いた時に比べ過酸化水素の生成量を増加させることに成功したが、その一方で過酸化水素製造電極側の反応後の溶液が褐色に変化しており、炭素電極自体の分解等の副反応は抑制できないことも明らかとなった。

過酸化水素生成速度を高めると同時に副反応の抑制を達成するためには、官能基付与だけでは十分ではなく、触媒金属を電極上に担持する等、他の方式との複合化を進める必要があると結論した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素、過酸化水素

### 【研究題目】 色素増感酸化チタンナノ結晶光電極界面における逆電子移動の機構解明と抑制

【研究代表者】 柳田 真利（エネルギー技術研究部門）

【研究代表者】 柳田 真利（常勤職員1名）

【研究内容】

色素増感太陽電池(DSC)は、増感色素が吸着したTiO<sub>2</sub>ナノ結晶電極、I<sup>-</sup>とI<sub>3</sub><sup>-</sup>を含む電解液、対極で構成され、作製方法が容易（低製造コスト）、色彩豊かで、形状を自由に変えられることから次世代太陽電池として期待されている。DSCの効率を低下させる要因はTiO<sub>2</sub>から電子を失った増感色素(過程①)及び、TiO<sub>2</sub>からI<sub>3</sub><sup>-</sup>(過程②)への逆電子移動過程にあるとされている。本研究の目的は過程①や②の機構を詳細に検討し、抑制することである。これまでの3年間でTiO<sub>2</sub>中における電子の寿命や拡散過程を測定する装置を立ち上げ、過程②の

TiO<sub>2</sub>構造依存性、増感色素依存性、電解液依存性など系統的な測定と解析、逆電子移動の抑止を目指した増感色素の開発を行ってきた。過程②の検討により、還元電位が正（低エネルギー）である増感色素は TiO<sub>2</sub>中の電子を捕捉し、過程②を促進することが分かり、過程②における電子移動過程について新たな知見を得ることができた。還元電位が正（低エネルギー）である増感色素について、過程②の反応を抑制するため、電解液と増感色素間に長鎖アルキル基の導入した増感色素の開発を行ってきたが、現段階では逆電子移動の抑止までには至っていない。プロジェクトは終了するが、過程①や②を抑制する機能を伴った増感色素の開発は色素増感太陽電池の高効率化に直結するため、今後も検討を継続していきたい。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化チタン、ナノ結晶、色素増感、太陽電池

【研究 題 目】層状ルテニウム酸化物の圧力効果の研究  
(科学研究費補助金)

【研究代表者】吉田 良行(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】吉田 良行(常勤職員1名)

【研究 内 容】

層状ペロブスカイトルテニウム酸化物である Ca<sub>3</sub>Ru<sub>2</sub>O<sub>7</sub>は56 Kで反強磁性転移を示し、さらに48 Kで格子定数の変化をとともう一次相転移を起こすことが知られている。最近、電気抵抗の温度依存性に大きな異方性が存在し、面内抵抗は30 K以下で擬二次元的な金属性を示すことが報告されている。本年度は、一軸性圧力下中における磁化の測定を行い、一軸性圧力による効果が非常に異方的であることを明らかにした。c 軸方向での0.9 GPa までの磁化率の温度依存性から、約100 K以下で磁化率が減少し、56 Kの反強磁性転移の方が、48 Kの構造相転移よりも大きく影響を受けることを明らかにした。一方、ab 面内の一軸性圧力に対しては、磁化率にほとんど変化がないことを明らかにした。変化は微小であるが、56 Kの相転移よりも48 Kの構造相転移の方がより大きな影響を受けることが明らかにした。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ペロブスカイト酸化物、大型単結晶、擬二次元系、二段転移

【研究 題 目】直接電気化学法を用いた CYP のハイスループット薬物代謝活性計測ツールの開発

【研究代表者】三重 安弘(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】三重 安弘(常勤職員1名)

【研究 内 容】

目的:

薬物代謝に関わるシトクロム P450(CYP)酵素には多

くの種類があり、医薬品によって代謝に関わる CYP が異なる。さらに CYP には遺伝子多型による変種があるため薬物代謝能力の個人差が生じ、これが薬物副作用の大きな原因の一つと考えられている。副作用のない治療薬の開発および薬物投与設計のために、研究・開発現場において薬物に対する迅速・簡便・安価な CYP の活性計測が必要であるが、現在の代謝活性計測法は長時間・煩雑・高価な分析となっている。本研究では、これまで困難とされてきた CYP と電極との直接電子移動を実現することで、迅速・簡便・安価な測定が可能な電気化学検出を利用した活性計測ツールを開発することを目的とする。

研究計画:

CYP 分子の電極基板上への“直接電子移動計測”および“基質(薬物)結合”の両方に適した配向固定化の検討とその評価を行う。最も効率の良い代謝反応を示す固定化法を用いて、複数の CYP 分子種について薬物に対する代謝反応解析を行う。

年度進捗状況:

本年度は、まず昨年度に見出したポリイオン膜を用いる手法により、CYP2C9の電気化学的な薬物代謝活性計測を検討した。代表的な薬物、ジクロフェナック、に対して適切な K<sub>m</sub> 値を見積もることができたが、イオン強度等の条件により CYP 酵素が容易に電極界面から剥がれ、計測に対する安定性が不十分であることが明らかになった。そこで新たな固定化法の鋭意検討を行った結果、疎水性薄膜でコーティングした界面上に CYP 酵素が安定に固定化されることを発見した。また、前述の手法では不可能であった電極-CYP 酵素間の直接電子移動を観測する事ができ、これにより CYP 酵素の酸化還元物性評価を明瞭かつ迅速に調べることも可能となった。更に、アルゴン通気条件下では CYP2C9や CYP3A4についてその主要な代謝薬物に対する適切な K<sub>m</sub> 値を見積れることも確認され、安価な電極を利用した CYP の酵素反応評価を簡便な電気化学計測で行えることが示された。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】電気化学検出、シトクロム P450、薬物代謝活性、疎水性薄膜

【研究 題 目】分子間相互作用を利用した RNA 末端部位標識化試薬の開発

【研究代表者】小島 直(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】小島 直(常勤職員1名)

【研究 内 容】

目標、および研究計画:

DNA アレイ等による遺伝子の網羅的なプロファイリング解析研究では、サンプルの標識化量が mRNA の配列に依存してしまうため、mRNA を定量的に検出することは困難である。また microRNA に代表される non-



coding RNA の解析についても、同様に細胞内存在量変化の解析は困難である。本研究では上記問題点を克服すべく、標識分子により RNA の配列末端部位のみを選択的に標識化する技術の確立を目標とし、このための新規な RNA 末端標識化試薬の開発を進めた。研究2年目である本年度では、昨年度の研究結果を基に化合物の更なる改良を行い、より実用的な標識化試薬の開発を目指した。

年度進捗状況：

標的となる核酸分子との間に働くと予想される分子間相互作用を利用することで、効率的に RNA 末端部位を認識して標識化することが可能であると考え、新規標識化試薬の分子設計を行った。昨年度の研究では、標識化試薬への疎水性芳香族基の導入がその標識化効率を大きく向上させることを明らかにした。本年度は更なる反応効率の改良を目的に、標識化試薬へのグアニジノ基の導入を行った。続いて短鎖 RNA を用いて合成した化合物の標識化効率を調べた。その結果、グアニジノ基の導入が反応効率を大きく上昇させることを見出し、特に疎水性芳香族基と組み合わせた試薬が高い反応性を有していることを明らかにした。新規試薬による高い反応性は、期待した分子間相互作用（疎水性相互作用および静電的相互作用）が有効に機能したためと考えられる。また二本鎖 RNA との反応性の比較により、化合物の平面構造も重要であることが示された。以上の研究により優れた反応性を有する RNA 末端標識化試薬の開発を達成できた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子解析、標識化試薬、分子間相互作用、核酸化学

【研究 題 目】 ナノプローブ電極を利用した高機能電気化学顕微鏡の開発

【研究代表者】 平野 悠(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 平野 悠(常勤職員1名)

【研究 内 容】

目 標：

本研究は、走査型電気化学顕微鏡 (Scanning ElectroChemical Microscope SECM) をベースとしたバイオイメージングにおいて、検出感度の向上および高解像度化を実現するためのプローブ電極の作製と、プローブ先端における効果的な電気化学測定を実現可能な SECM システムを構築することを目的とする。

年度進捗状況：

SECM は微小な電極をプローブとし、試料表面に接近させて2次的に走査することによって表面の局所領域における電気化学反応を検出・誘起することが可能なシステムである。SECM 測定では、主に化学反応に伴うファラデー電流を測定する。そのため、プローブ電極―試料間の変化に起因する影響が大きく、電極―試料間

距離を一定に制御することが重要となる。しかしながら、電極―試料間距離を一定に制御しても、プローブである電極の微小化に伴う測定電流値の減少により、ナノメートルレベルの解像度を実現することは困難であった。そこで、今年度はプローブ電極における検出感度を大幅に向上させるため、電極電位を制御し、新規な走査方法で測定可能なシステムの開発を行った。特に局所におけるパルス測定法(Differential pulse voltammetry DPV など)の測定を実現し、DPV 法を用いた電気化学イメージングが可能なシステムを構築した。また、新たに開発した高機能電気化学顕微鏡を評価するために、局所反応の計測へ応用した。ここでは、測定対象の形状およびプローブ電位制御時の電流応答に着目し、得られたデータを基に測定法の改良を行った。プローブ電極における電位走査を行うことにより、二種類以上の電気化学活性種の同時測定が期待できる。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 走査型プローブ顕微鏡、走査型電気化学顕微鏡、電気化学

【研究 題 目】 層状珪酸塩を用いた新規ナノ多孔体の合成にむけた構造変化の動的観察に関する研究

【研究代表者】 池田 拓史 (コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】 池田 拓史 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

本研究では、層状珪酸塩のシリカ骨格をナノパーツに用いて新規ゼオライトを合成するための手法構築とメカニズムの解明を目指し、構造変化の過程を“その場観察粉末 X 線回折法”により明らかにすることを目的とする。ナノパーツの骨格トポロジーをそのまま生かし、幾何学的に相似なゼオライトを構築するこの新方法 (Topotactic Conversion Method (TCM)) では、層間の脱水重縮合反応がどう起きているかを理解することが、結晶性の良いゼオライトに変換させるためには重要である。よって、粉末 X 線回折によるその場観察は、単結晶の得られない層状ケイ酸塩を対象とする上で強力な測定手段となる。

本年度は、独自に制作したキャピラリー試料に特化した1,000℃の高温観察を可能にする半密閉型チャンバーを有する高温観察システムを用い、様々なシリケート化合物についての構造変化を時間分割測定により調べた。層状ケイ酸塩 PLS-1は TCM により高シリカ型ゼオライト CDS-1が得られる。その脱水重縮合過程における構造変化を調べたところ、層状シートが面内方向に沿ってずれるように動きながら、積層していき末端シラノール基の距離も徐々に近づいていくことが明らかとなった。約380℃付近で有機テンプレートの燃焼と脱水重縮合が起こり、非常に狭い温度範囲で CDS-1に構造変化する

ことがわかった。また層状ケイ酸塩 **PREFER** でも同様な高温観察を行ったところ、キャピラリー内への支燃性ガスの流れが結晶層間内にある有機テンプレートの燃焼に大きく影響し、それが脱水重縮合にまで影響をもたらすことが分かった。十分な支燃性ガスのもとで **PREFER** は徐々に層間距離を縮めながら脱水重縮合し、結晶性の良い **FER** 型高シリカゼオライトに転移することを明らかにした。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 新規ゼオライト、層状珪酸塩、ナノパーツ、構造解析、シミュレーション、構造予測

〔研究 題 目〕 **miRNA 標的遺伝子スクリーニング系の開発**

〔研究代表者〕 加藤 義雄  
(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 加藤 義雄 (常勤職員1名)

〔研究 内 容〕

2004年にヒトゲノムの概要が発表され、タンパク質をコードする遺伝子の数は従来の予想よりも遥かに少ないことがわかった。ノンコーディング RNA と呼ばれる、タンパク質をコードしない RNA が高等生物に数多く含まれていることが明らかになり、高次生命現象解明の鍵を握ると考えられている。ノンコーディング RNA として最も注目されているのが、マイクロ RNA (miRNA) である。miRNA は22塩基程度の小さな RNA であり、配列依存的に標的 mRNA の翻訳を抑制することで遺伝子発現を抑制している。現時点で数千種類の miRNA が見いだされており、これまでの解析から miRNA が生体の発生段階で時期・組織特異的に発現し、細胞の運命を左右することが分かってきている。しかし種々の miRNA がどの遺伝子の発現するのかは明らかになっておらず、また、明らかにするための方法論も確立されていない。本研究では画期的な miRNA 標的遺伝子スクリーニングシステムを開発し、個々の miRNA が有する機能について網羅的・系統的な解析を進めている。複数種類の蛍光タンパク質と miRNA の標的配列を用い、miRNA が導入された場合にその遺伝子発現制御の様子を生細胞で観察することに成功している。さらに標的配列ライブラリーを用いることによって、miRNA の標的遺伝子候補のリストアップとそのネットワーク解析を進めている。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 マイクロ RNA、蛍光、スクリーニング

〔研究 題 目〕 **生物発光を活用した細胞や組織の可視化技術に関する基盤研究**

〔研究代表者〕 呉 純  
(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 呉 純 (常勤職員1名)

〔研究 内 容〕

目標:

本研究において、ウミホタルルシフェラーゼの大量生産法の確立と改良することにより、ウミホタル発光系を活用した細胞や小動物個体内での非破壊的分析ツールを提供する。

研究計画:

まずウミホタルルシフェラーゼの大量生産法を確立する。次に、生きた細胞や動物個体内での非破壊的分析を実現するため生化学や分子生物手法でウミホタルルシフェラーゼを改変する。さらに生きた細胞や動物個体内でのイメージングの実用性を評価する。

年度進捗状況:

まず、ウミホタルルシフェラーゼ・Avi-Tag をシルクワームで発現させ、得られたタンパク質を種々のカラムにて精製した。次に、ルシフェラーゼの糖鎖を過ヨウ素酸ナトリウムで酸化させ、得られたアルデヒドにシアニン系蛍光色素を導入した。得られた改変ルシフェラーゼの発光スペクトルを調べた結果、ルシフェラーゼの発光エネルギーの一部が蛍光色素に移動し、660 nm 付近の長波長側で発光することが観測された。さらに、この660 nm 付近長波長側の発光はマウス血液をよく透過することが分かった。このことから、調製したルシフェラーゼ発光プローブはマウス個体で使用できることが分かった。現在、発光プローブの発光強度や生物発光共鳴エネルギー移動の効率の最適化を行っているところである。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生物発光、イメージング、ルシフェラーゼ

〔研究 題 目〕 **BAF を用いた1細胞レベルでのストレス応答性転写制御可視化システムの構築**

〔研究代表者〕 星野 英人  
(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 星野 英人 (常勤職員1名)

〔研究 内 容〕

1細胞レベルでのストレス応答性転写制御をモニターする系の構築を目標に、必要とされる基本技術の開発を行った。自己励起蛍光タンパク質・BAFについて、従来よりも極めて高い発光量を発揮するeBAF-Yの開発に成功した。eBAF-Yは従来の発光プローブの中で最高レベルの明るさを発揮する一方で、併用を想定していた赤色ルシフェラーゼとの発光量の差が余りにも顕著で、イメージングを行う際の両者間の明るさのバランスという新たな問題に突き当たり、より明るい赤色ルシフェラーゼの開発の必要性が生じた。甲虫系の赤色ルシフェラーゼの改良も検討しつつ、新たに赤色蛍光タンパク質・RFPを利用したBAFの開発を試み、BAF-Rを数種類開発した。細胞内局在レポーターについては、ストレス応答性

転写因子の局在制御責任ドメインをクローニングし、GFPと融合する形での検討を行い、絞り込みを行った。また、当該可視化システムの改良について、簡便な灌流システムの開発に関してATTO社の協力を得て、試行錯誤を繰り返しながら、細胞を付着させたカバーガラスを利用する灌流ステージ部の開発を行った。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 イメージング、生物発光、ストレス応答

【研究 題 目】 収縮環非依存的細胞質分裂機構の解明

【研究代表者】 長崎 晃

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 長崎 晃 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

一般に真核細胞は二分裂を繰り返すことでその細胞数を増加させる。細胞の分裂過程において最終プロセスとなる細胞質分裂は収縮環と呼ばれる細胞内装置によって行われている。収縮環は主にアクチン繊維とミオシン繊維から構成されており、モータタンパク質であるミオシンが発生する収縮力によって細胞の中央部がくびれると長年考えられてきた。しかし、当研究室では収縮環の収縮力を必要としない細胞質分裂機構が真核細胞において広く保存されていることを見いだした。この収縮環非依存的細胞質分裂機構は娘細胞の細胞運動によって生じる細胞中央部の受動的な収縮力によって分裂する方法であるが、そのメカニズムについては全く分かっていない。そこで、この分裂機構には細胞と基質間の接着が深く関与していると考え、私は細胞接着因子群に着目した。細胞接着因子の細胞質分裂における役割を明らかにするため以下の実験を行った。

- 1) 細胞の接着斑を構成しているタンパク質とミオシン II を欠失した二重変異株の樹立。

paxillin と vinculin の収縮環非依存的細胞質分裂機構への関与を明らかにするために、ミオシン II とのダブルノックアウト細胞を作成した。

- 2) 細胞分裂時における細胞内動態を生細胞における全反射顕微鏡観察によるイメージング。

蛍光タンパク質を融合した Paxillin、vinculin の全反射顕微鏡観察

この成果は現在、Cell Research 誌に投稿しリバイス中。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞質分裂、収縮環、細胞接着

【研究 題 目】 ウェアラブルセンサによる睡眠の質評価システムの開発とうつ病の早期発見への応用

【研究代表者】 三輪 洋靖

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 三輪 洋靖 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

近年、睡眠障害の増加が社会問題になっているが、自分の睡眠の質を手軽に計測する方法は開発されていなかった。本研究では、日常生活における生理信号を統合的に解析することで睡眠の質を定量的に評価するシステムを開発し、開発したシステムをうつ病の早期発見システムに応用することを目指した。

今年度は、(1) 非侵襲ウェアラブル生体信号計測装置 (SenseWear Pro2 Armband、BodyMedia 社) を用い、健常者4名、うつ病患者2名、統合失調症患者1名に対し、日常生活における生理信号 (熱流束、皮膚表面温度、皮膚周辺温度、皮膚電気伝導度、加速度) をのべ1400日以上計測した。(2) 自律神経系生理反応の規則性に着目し、メンタルヘルスの低下によって生理反応の規則度が低下すると考え、生理信号の平均値と標準偏差から推定した平常状態と日々の計測データの偏差に基づく「生理反応の規則度」を新たに提案した。入眠直後および起床直後の皮膚電気伝導度、皮膚表面温度、熱流束の規則度の平均値を健常者-うつ病患者間で比較した結果、75 %の割合でうつ病患者の方が健常者よりも優位に規則度が低下していることが明らかになった。(3) 寝返りの頻度に基づいて算出される睡眠の質得点の平均値は、健常者よりもうつ病患者の方が優位に低下していることが明らかになった。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 生理信号計測、睡眠、メンタルヘルス

【研究 題 目】 局所麻酔下手術における医師操作と患者反応との相互作用の解析とモデル化

【研究代表者】 酒井 健作

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 酒井 健作 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

本研究の具体的目的は、局所麻酔下で行なわれる内視鏡的鼻腔手術を対象とし、医師と患者間の心理・生理・行動の相互作用を解明し、それらを模擬できる計算機モデル、Digital Patient と Digital Surgeon を構築することである。本年度は、特に実手術中での患者の痛み知覚検知技術の開発を重点的に行った。

20例の実手術計測を行い、約6300区間分の手術操作データを収集した。同時に、患者の生理心理応答指標として、心電、連続血圧、脈波および呼吸の各波形データを収集した。医師については、手術進行アンケート (手術中の操作の移り変わり毎に、その理由をアンケート方式で記録) を5例実施した。

医師による患者の疼痛検知に関し、手術進行アンケート解析の結果、操作を中止した理由として、「疼痛発生存期による操作中止」が4 %に対し、「疼痛発生による中止」が13 %に上ることが明らかとなった。結果、術中の疼痛発生存期の困難性と、患者の疼痛検知技術の重



要性を示した。

前年度開発した息づかい特徴量を用い、特に患者間での息づかい特徴の出現特性について検証を行った。結果、特に呼吸間に挿入されるポーズ区間の平均長および呼吸高不安定度(呼吸振幅のバラツキ度)において顕著な患者間差を発見した。また、前者(呼吸振幅/ポーズ区間変化優位型)は、心拍数と連続血圧の変化量に高い相関が見られ、後者(呼吸不安定度優位型)では無相関となることを発見した。加えて、これらの差異の発生機序について血行力学的側面から実験的検証を行った。二つの息づかい特徴発生時における総抹消血管抵抗値(TPR)を比較した結果、単調な呼吸抑制やポーズ区間の延長が生じる場合、TPR 値の変化は小さく、単純な呼吸抑制効果による心拍数・血圧値の低下が見られ、呼吸高の不安定度が増加する場合は、TPR 値が急増し、その結果急激な呼吸抑制による心拍数減少と同時に TPR 値増加による血圧値の急増が見られた。この結果から、患者の刺激に対する対処方法(力み方法)の差異が、心拍数・血圧値変化の差異を生じさせ、その検知および判別指標としての息づかい特徴の有効性を示した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ストレス、患者シミュレーション

【研究 題 目】ヒューマノイドにおける歩行軌道の短周期生成更新による環境適応能力向上

【研究代表者】西脇 光一

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】西脇 光一(常勤職員1名)

【研究 内 容】

本年度は提案してきている短周期歩行軌道生成手法を用いて環境適応性能の高い歩行制御システムを実現するために、次の要素技術開発および総合実験を行った。

#### 1. ロボットの運動状態推定手法の開発

足部が角度既知の平面に滑らず接地している場合は絶対空間に対する運動状態は、ロボットに与えた運動指令より簡単に求められるが、不整地ではこの仮定が成立しない。そこで、開発した姿勢角センサ・加速度センサの情報からロボットの運動状態を推定する方法を開発した。また評価のため、現有の反射マーカ式3次元運動計測装置を用いてロボット胸部の絶対空間での位置、速度、加速度を計測するシステムを構築した。

#### 2. 短周期軌道更新に適したセンサフィードバックシステムの開発

歩行軌道生成がセンサフィードバック修正を反映することを利用して、積極的に運動軌道を変更して段差等になじむ等の安定化を行うセンサフィードバック層における制御法の開発を行った。具体的には、力センサを用いた着地高さ調節、姿勢角センサを用いた胴体姿勢回復、床反力中心制御による安定接地維持の開発を行い、開発してきた歩行制御システムで組み込み評価、改良を行っ

た。

#### 3. 全体システムの評価

開発した短周期歩行軌道生成法と同方法に適したセンサフィードバック部を用いて構成した歩行制御システムの環境適応性能の評価を行った。14[mm]程度の段差を含む路面で、段差の縁に着地しても歩行継続が可能なことを確認した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット、ヒューマノイド、歩行、動力学、姿勢角センサ

【研究 題 目】伝達関数同定に基づく人の把持力制御メカニズムの解明

【研究代表者】多田 充徳(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】多田 充徳(常勤職員1名)

【研究 内 容】

人の把持力制御メカニズムの解明を目的として、負荷力の増加に伴い指の接触面に発生する初期滑りと、把持力変化との関係を伝達関数で近似した。実験を行うために把持運動計測装置を開発した。この装置は指に任意の負荷力を伝達するための力制御可能なリニアステージ、接触面の指紋画像を計測するための高解像度カメラ、そして把持・負荷力を計測するための6軸力センサから成る。カメラから得た画像列を独自に開発した画像レジストレーションプログラムで処理することで、初期滑り(接触面内で局所的に発生する滑り)の発生部位を10 μm 程度の分解能で特定することができる。実験として、0.5 N のステップ状に増加する負荷力に対して、把持力を増加させることで相対的な滑りの発生を阻止するという Slip Prevention タスクを行った。被験者に関わらず、単位時間あたりの固着率(滑っていない領域の接触領域に対する割合)の変化と、単位時間あたりの把持力の変化との間に強い正の相関があることが分かった。これらの関係を、比例・微分・積分成分とむだ時間から成る伝達関数を用いて近似した。むだ時間の値は0.1から0.2 sec 程度となった。これは人の感覚フィードバック系に存在する遅れと同程度であり、妥当な値である。同定した伝達関数を用いて、別条件で計測した単位時間あたりの固着率の変化から、人が制御する把持力の変動を推定したところ、再現精度が60 %程度となった。定性的にはあるが、人の把握力制御特性を再現することができた。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】把持力制御、伝達関数、初期滑り

【研究 題 目】狭隘空間設計のための動作変動範囲理解

【研究代表者】川地 克明

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】川地 克明(常勤職員1名)

### 〔研究内容〕

狭隘な環境における人間の動作は、環境内の障害物や操作対象物の大きさや位置に影響を受けて変化する。本研究ではこのような動作の変動範囲の理解を支援する方法を開発することを目的とし、前年度に構築した動作類似度分布作成手法を拡張してより複雑な環境に対応した運動解析手法を開発し、これを動作分布提示システムとして実装した。さらに、本研究で開発した動作解析・可視化手法を応用し、自動車のペダル踏み変え動作、パーキングブレーキの引き動作についてもそれぞれ動作の計測と解析を行った。また、これらの動作特徴量定義を検証するために、より複雑な運動においても対話的に運動を合成する手法を実装して設計者が動作群を閲覧できるソフトウェアを実装し、実際の設計現場で用いられる車体寸法データベースと連動して動作するシステムとして統合した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 デジタルマネキン、仮想設計支援

### 〔研究題目〕 細線材の表層部付加的せん断ひずみ層が素材の引張り強度・延性に及ぼす影響

〔研究代表者〕 梶野 智史

(デジタルものづくり研究センター)

〔研究担当者〕 梶野 智史 (常勤職員1名)

### 〔研究内容〕

近年、電子精密機器の発展や、機械の小型化などにより、その構成部材や加工用材として細線材（ここでは細線の特徴が顕著になる線径0.4 mm 以下と定義）の更なる高強度化が強く望まれている。その課題として、最終到達強度に対する線径の影響すなわち「寸法効果」が挙げられる。この寸法効果の解決は、細線材の高強度化技術の前進に必須であるが、明確な説明はなされていない。そこで、本研究では、伸線加工においてダイスと線材間の摩擦により、線径によらず一定の深さで発生する「付加的せん断ひずみ層」（以下、せん断ひずみ層）が細線の引張り強さ向上に寄与していると考え、その詳細を力学的、結晶組織学的に検討し、寸法効果との関係を究明することを目的とした。

平成19年度は特に高強度化が求められている高炭素鋼線を対象として、せん断ひずみ層と細線材の引張り強さの関係を検討した。ダイス半角7 deg のダイスを用いて減面率16 %の伸線加工を施した高炭素鋼線 SWRM82を、電解研磨で表層部を除去しつつ引張り強さを測定した。その結果、表層部の引張り強さが中心部よりもかなり高い引張強さであることが示された。その上、前述のダイスを用いて総減面率58 %までの連続伸線を施した細線材では、伸線を重ねた場合の表層部の引張り強さ向上が、中心部と比較して非常に大きいことが確認された。また、総減面率58 %以上では、さらに引張強さが向上する可能性が示唆された。以上の結果より、せん断ひずみ層は

高炭素鋼線に対しても、引張り強さ向上の重要な要因となることが示され、せん断ひずみ層を利用した高炭素鋼線の高強度化技術の開発につながる知見を得ることができた。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 付加的せん断ひずみ層、引張り強さ、細線材、高炭素鋼線

### 〔研究題目〕 弾性高分子表面の自己組織化微小しわパターンの外場への応答

〔研究代表者〕 大園 拓哉(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 大園 拓哉 (常勤職員1名)

### 〔研究内容〕

シリコンゴム表面に密着する比較的硬い薄膜表面は側方応力下において固有な空間波長(200 nm-20 μm)を有するマイクロリンクル(シワ)が自発的に発生する。この微小スケールでのメカニカルな不安定性により形成した自発的凹凸構造は、パターンの鋳型、マイクロ流路、細胞の制御培養、光学材料などの幅広い応用が考えられる。本研究の目的は、FIB や EB などのナノリソ技術を用いて微小な凹凸構造の自己組織化をアシストすることで、欠陥のない凹凸構造(微小凹凸構造)を誘起させ、さらに空間波長と凹凸方向の制御すること、および、その制御された構造の外場応力への応答の調査である。

PDMS ゴムにナノパターンを作製し、その上に様々な材料で硬い層を形成させる：1)Pt を蒸着、2)エポキシナノ薄膜を別に作っておき、載せる、3)有機無機ハイブリッド膜を別に作っておき、載せる、という3種類の表面を作製した。その後に1軸の圧縮をかけることで人工トリガーパターンに依存した様々な規則的なマイクロリンクルが自己組織化した。つまり、ナノリソの助けを借りることで、欠陥のないマイクロリンクルを誘起させ、さらに空間波長とマイクロリンクル方向の制御を行なった。この技術によって、NEMS、MEMS などのメカニカルデバイスや薄膜デバイスの応用のための複雑な形状のマイクロリンクルを作製することが可能になる。さらにこの結果は自己組織化による自発的な長さスケールを人工的なパターンで制御するという一般的な問題についての代表的な一例となり、広範囲へのインパクトが期待できる結果を得た。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 マイクロリンクル、自己組織化、非線形、ストライプパターン、自己組織化誘導

### 〔研究題目〕 コロイド粒子／液晶複合系におけるナノ超構造の光制御

〔研究代表者〕 山本 貴広(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 山本 貴広(常勤職員1名)

### 〔研究内容〕

アゾベンゼン誘導体の光異性化反応に基づく液晶相転

移温度の空間光変調を利用した液晶配向場におけるコロイド粒子による規則構造の形成について検討した。試料には、コロイド粒子として表面において液晶分子の垂直配向を誘起するように配向処理を施したシリカ微粒子（粒径＝500ナノメートル）を用いた。コロイド粒子を分散させる液晶には、モル濃度で1 %のアゾベンゼン誘導体を混合した低分子ネマチック液晶を用いた。液晶コロイドを等方性液体相から冷却するとコロイド粒子はランダムに生成するネマチック相から排出され、凝集することによって3次元ネットワーク構造を形成する。ここでアゾベンゼン誘導体の光異性化反応によって生成するシス体による不純物効果に基づき相転移温度を空間変調すると、ネマチック相の発生ドメインを制御することができ、コロイド粒子を任意の場所に凝集させることに成功した。現在は、1光束の紫外光を用いて照射を行っているので、コロイド粒子はスポット状に凝集するが、2光束にすれば回折格子の形成が可能となり、固体微粒子と液晶の間の大きな屈折率差を利用することによって高回折効率を有するホログラムの作成が期待でき、フォトンクスにおける新しい材料の創製に繋がる成果を得ることができた。また、これと平行して粒径がマイクロオーダーのシリカ微粒子（粒径＝10ミクロン）を用いた2次元結晶構造の形成についても検討を行ったところ、コロイド粒子をネマチック相－等方性液体相界面にトラップし、相転移温度の空間光変調を利用して界面をゆっくりとスキャンすることによって、2次元結晶構造だけでなく部分的にコロイド粒子の積層により3次元結晶構造の形成も確認することができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 液晶、コロイド、アゾベンゼン

【研究 題 目】 ペプチドを用いた単一構造カーボンナノチューブの分離精製法の開発

【研究代表者】 田中 丈士(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 田中 丈士、金 赫華  
(常勤職員1名、他1名)

【研究 内 容】

前年度までに得られたカーボンナノチューブ (CNT) を安定に分散する耐熱性タンパク質であるプレフォルデインの詳細な解析を行った。その結果、本タンパク質は、生理食塩水濃度に於いても安定な CNT 分散能を示すことを明らかにした。さらに、異なる種類の CNT 分散能を有するタンパク質を探索し、耐熱性キチナーゼが分散能を示すこと、特に基質結合ドメインが重要な役割を果たしていることなどを解明した。

また一方で、生体分子の分離・分析に多用されている「ゲル電気泳動法」を CNT の分離に適用し、金属 CNT と半導体 CNT を分離することに成功した。特に、CNT をあらかじめゲル中に封入した状態で電気泳動を行うと、電気泳動に供した CNT 試料のほぼ全てを分離回収でき

ることを発見した。まだ改善の余地があるものの現時点ですでに高い純度を得ている点、・金属 CNT と半導体 CNT の両方を同時に100 %に近い回収率で分離できる点、・CNT の種類（合成法や直径分布）によらない点、・高価な設備や試薬を必要としない点、・短時間で分離できる点、・大量生産に向けたスケールアップ（大型化）が容易な点など、実際の産業化に際して問題となってくる点が解消される、既存の技術を凌駕する革新的な手法である。待ち望まれていた金属・半導体 CNT の量産に、現時点で最も実現性が高い手法であり、CNT の産業応用に与えるインパクトは極めて大きいと考えられる。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

【キーワード】 カーボンナノチューブ、ペプチド、タンパク質、ゲル電気泳動、金属・半導体分離

【研究 題 目】 ナノチューブ内に束縛された一次元  $\pi$  共役分子の物性

【研究代表者】 柳 和宏 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 柳 和宏(常勤職員1名)

【研究 内 容】

単層カーボンナノチューブ内に束縛された一次元  $\pi$  共役分子は様々な新奇な物性を示す。本研究の目標は、ナノチューブ内に束縛された一次元  $\pi$  共役分子の物性を明らかにすることで、カーボンナノチューブのデバイス応用において基盤となる知見を明らかにし、新たなデバイス設計指針を得ることになる。いままで、カーボンナノチューブ内部に  $\pi$  共役分子が内包可能であることを様々な手法（光吸収・ラマン・X 線粉末回折散乱）を用いて明らかにしてきた。しかしながら、電子顕微鏡による直接観察には成功していなかった。内包されていることを正確に確認する為、本年度では、一次元  $\pi$  共役分子の電子顕微鏡観察を目標に研究を行った。レチナール分子にフラーレン分子をくっつけた分子を有機合成の手法を用いて作成した。同分子を内包させることに成功し、フラーレン分子がマーカーとして働いた為、レチナール分子の電子顕微鏡測定に成功した。驚くべきことに、レチナール分子のシス型・トランス型の存在、およびその変化を電子顕微鏡による直接観察によって成功した。レチナール分子のシス・トランス異性化を電子顕微鏡によって明らかにしたことは、網膜内に存在する光受容蛋白質においておこるプロセスである為、基礎科学的に非常に重要な意味を持つ。得られた研究成果は学術論文において発表を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、分子内包

【研究 題 目】 強磁性体ジョセフソン接合を用いた量子



## コンピュータの理論

〔研究代表者〕 川畑 史郎(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 川畑 史郎 (常勤職員1名)

## 〔研究内容〕

本研究においては、強磁性絶縁体を用いたジョセフソン接合の量子ダイナミクスの解析を行い、その基礎的物性の理論的予測及び評価を行う。そして、強磁性絶縁体ジョセフソン接合を利用した超伝導量子ビットの理論提案を行う。今年度は、ジョセフソン電流の符号が反転する $\pi$ 接合が出現する条件を量子散乱理論に基づいて明らかにした。また、単一の $\pi$ 接合から構成される $\pi$ 接合位相量子ビットのアーキテクチャ提案を行った。そして、提案した $\pi$ 接合位相量子ビットの読み出し過程におけるデコヒーレンス解析を行い、従来の0接合の場合に比べて準粒子散逸の影響が著しく小さくなることを示した。これにより高い精度で量子ビットの読み出しが可能となることがわかった。

また、強磁性絶縁体のエネルギーバンド構造を考慮にいたしたジョセフソン電流の数値計算プログラムを作成し、大規模数値シミュレーションを行った。そして LSCO などの（アップスピンバンドとダウンスピンバンドがフェルミ面を境に完全分離した）完全偏極強磁性体を用いたジョセフソン接合の場合、 $\pi$ 接合が出現することを理論的に明らかにした。また、膜厚を増やしていくと $\pi$ 接合から0接合へ転移することも明らかにした。この結果を基に、電流をバイアスした強磁性絶縁体 $\pi$ 接合における巨視的量子トンネル現象の解析を行った。そしてトンネル確率は準粒子散逸によってほとんど減少しないことを明らかにした。これにより強磁性絶縁体 $\pi$ 接合は量子コンピュータとして非常に高いポテンシャルを有することが明らかとなった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 量子コンピュータ、強磁性絶縁体、スピントロニクス、ジョセフソン素子、巨視的量子現象、グリーン関数法

## 〔研究題目〕 塩害耐性植物創製のための耐塩性遺伝子の探索

〔研究代表者〕 深山 真史(バイオニクス研究センター)

〔研究担当者〕 深山 真史(非常勤職員1名)

## 〔研究内容〕

米国勢調査局によると、世界人口は2006年2月25日に65億人を突破し、2042年には90億人に達する。一方で食料供給の礎となる耕地の面積は、1960年以降横ばい傾向にあるが今後の減少が危惧される。不適切な灌漑によって耕作不能となった塩害地は世界の全灌漑農地の50%、全耕作地の25%にも達し、今後の増加が見込まれる。即ち食料の需給バランスは崩壊する危険性があり、その一因である塩害への対策は極めて重要な課題である。

耐塩性遺伝子を用いた分子育種によって有用穀物に耐

塩性を付与出来れば、塩害への有効な対策となり得る。これまで耐塩性に関して数多くの研究が精力的になされてきたが、多くはイネ、シロイヌナズナなどの耐塩性を持たないモデル植物を対象としたものであった。本研究ではマングローブ植物のオヒルギ(*Bruguiera gymnorhiza*)を研究対象として、耐塩性遺伝子の探索を試みた。オヒルギは海岸沿いに群落を形成するマングローブの一種であり、高塩濃度下で生育し、耐塩性遺伝子源として魅力的である。

既に14,842個のオヒルギ cDNA と配列情報(DDBJ accession nos. BP938635 - BP953476)を取得し(*Plant Sci.*,171, 234-241(2006))、7,500個のオヒルギ cDNA を搭載した cDNA マイクロアレイを開発して、遺伝子発現情報を一括して解析するシステムを構築していた。本研究ではこれを用いて塩ストレス下のオヒルギの遺伝子発現プロファイルを解析したところ、塩ストレスに応答する数十の耐塩性候補遺伝子を見出した(*Plant Sci.*,172, 948-957(2007))。次に塩生植物のオヒルギと非耐塩性植物のイネ、シロイヌナズナの塩ストレス下における遺伝子発現プロファイルを網羅的に比較解析して、塩生植物特有の耐塩性遺伝子の推定を行った。

以上のように耐塩性遺伝子の探索を実施した結果、塩害耐性植物の分子育種のための有用な情報源を提供出来た。なお、DNA マイクロアレイを用いた耐塩性遺伝子の探索に関して、本研究を含めて俯瞰して総説とした(*Plant Stress*,1, 118-122 (2007))。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 マングローブ、マイクロアレイ、塩害、耐塩性遺伝子

## 〔研究題目〕 環境関連電気化学デバイスのための錯体系電極酸化触媒の開発

〔研究代表者〕 山崎 眞一

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 山崎 眞一(常勤職員1名)

## 〔研究内容〕

電気化学的酸化プロセスは有害な酸化剤を使わないクリーンな酸化プロセスであり、環境・エネルギー分野において大きな関心を集めている。特に C2もしくは C3化合物の電気化学的酸化プロセスは有害物質のセンシング及び除去・電解合成・燃料電池などへの利用が国内外で精力的に研究されている。しかしながら、現状の触媒では十分な反応速度を得るためには高い過電圧が必要であり、このことはセンシングにおいては感度の低下・電解合成においては投入電力の増大・燃料電池においては出力の減少などの問題を招いている。以上のことを鑑み、本研究では C2もしくは C3化合物を低過電圧で酸化できる新規な錯体系電極触媒の開発を進めた。これらの化合物の電気化学的な酸化においては、C-C 結合の切断がもっとも困難なプロセスである。そこで、本年度はまず

C-C 結合を電気化学的に酸化できる新規な錯体系触媒の開発を進めた。本年度中に大環状配位子を有するロジウム錯体からなる新たな低過電圧シュウ酸酸化電極触媒を発見した。この触媒は従来のロジウムオクタエチルポルフィリン系触媒と比べて、酸化電流値が10倍ほど大きい。この触媒反応の生成物は  $\text{CO}_2$  であり、低過電圧で高速に C-C 結合を切断できることがわかった。酸性電解質を用いる固体高分子形燃料電池で  $\text{C}_2$  化合物を燃料として利用する場合、C-C 結合を低い過電圧で切断することが重要である。この触媒はシュウ酸という特殊な化合物ではあるものの C-C 結合を低過電圧で完全に切断できるという点で興味深いと考えている。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 電極触媒、錯体化学、C-C 結合

〔研究 題 目〕 有価物回収型排水処理技術の基盤となる細菌硫黄飢餓応答機構の解析

〔研究代表者〕 羽部 浩（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 羽部 浩（常勤職員1名）

〔研究 内 容〕

ジメチルスルホキシド（DMSO〔化学式  $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$ 〕）は各種無機物や有機物に対して高い溶解性・浸透性を有するため、有用な有機溶媒として様々な産業において使用されており、国内だけでも年間7000トンの需要がある。特に近年では、微細加工などにより高純度・高品位が要求される電子部品製造分野において、フロンや有機塩素系に代わる剥離剤や洗浄剤として使用されており、5000トン／日程度の洗浄純水と合わさることで多量の DMSO 含有排水が発生する。そこで本研究では、単に生物学的排水処理法により DMSO を分解するのではなく、細菌が有する硫黄代謝メカニズムを上手く制御することで、排水中の DMSO をファインおよびコモディティケミカルズといった有用物質へと変換し、さらにこれら有価物を効率良く回収するような資源循環型廃水処理システムの構築を目指している。平成19年度は、排水中の DMSO を基質として生育可能なシュードモナス属細菌を用いて、DMSO をファインケミカルであるメタンスルホン酸（MSA〔化学式  $(\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H})$ 〕）へと効率的に変換させるための基盤研究を行なった。シュードモナス属細菌の DMSO 代謝に関わる酵素遺伝子群に関して発現調節機構の詳細な解析を行なった結果、CysB と呼ばれる転写調節タンパクがこれら硫黄を含む有用物質の生産に直接関与し、重要な役割を果たしていることを明らかにした。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 廃棄物処理、有機硫黄化合物、バイオプロセス

〔研究 題 目〕 ナノポーラスカーボン膜を利用したバイオエタノールの高効率分離濃縮技術の開

発

〔研究代表者〕 吉宗 美紀（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 吉宗 美紀（常勤職員1名）

〔研究 内 容〕

本研究は、疎水性で優れた耐酸性を有するナノポーラスカーボン膜を用いて、バイオマス由来の発酵エタノールをより効率的に分離濃縮するプロセスの開発を目的とする。

まず、細孔径を制御したナノポーラスカーボン膜について詳細な構造解析を行った。レゾルシノールと触媒のモル比が200と400の製膜液から作製したナノポーラスカーボン膜（RC200、RC400と略す）について、TG-DTA測定から RC200と RC400は類似した熱分解挙動を示すことが分かった。1000℃焼成後の炭素残量は約40%であり、元素分析から炭素含有率は92-93%であることが分かった。SEM 像から、作製後の膜は欠陥のない緻密層で成り立っており、その膜厚は165-178  $\mu\text{m}$ であることを示した。吸着測定の結果、RC200および RC400はIV型の吸着等温線を示し、細孔径がそれぞれ5.5 nm と14 nm に高度に発達したメソ孔を持つことを明らかにした。 $\text{H}_2 \cdot \text{He} \cdot \text{CH}_4 \cdot \text{N}_2 \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{CF}_4$ の6種類の気体について透過特性の評価を行ったところ、RC 200および RC 400は、気体の透過速度が平均圧に依存せず、透過気体の分子量の $-1/2$ 乗に比例する理論的な Knudsen 式と一致した透過挙動を示すことを明らかにした。

浸透気化分離によるエタノール選択分離について、ナノポーラスカーボン膜の表面特性および細孔特性が透過挙動に与える影響を解明するために、蒸気／ガス混合透過測定を行い、ナノパーம்பロメトリ法による解析を行った。測定には、蒸気として水および疎水性モデル物質としてヘキサンを選択し、混合ガスとしてヘリウムを用いて行った。細孔径の小さいナノポーラスカーボン膜は、ヘキサンを蒸気とした場合に毛管凝縮現象が水の場合より低い相対圧で開始し、ナノポーラスカーボン膜が疎水的であり、浸透気化分離におけるエタノール選択性が高い傾向があることを明らかにした。また、浸透気化分離における有機酸の影響を評価したところ、膜性能の低下は見られず、ナノポーラスカーボン膜はバイオエタノールの分離濃縮に適していることを確認できた。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオエタノール、膜分離、カーボン膜

〔研究 題 目〕 電気化学活性団修飾核酸プローブに基づくラベル化フリー遺伝子検出法

〔研究代表者〕 青木 寛（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 青木 寛（常勤職員1名）

〔研究 内 容〕

本研究では、遺伝子発現を指標とした化学物質の生体評価法の確立のため、検出対象の核酸の蛍光ラベル化が必要な従来の遺伝子検出法に対して、ターゲット核酸を

ラベル化することなく検出可能な、より簡便な電気化学的遺伝子検出法の開発を目指す。そのため、ハイブリッド形成に伴う立体構造変化に基づき電気化学信号が変化するプローブ核酸の開発を行う。具体的には、末端に電気化学活性団を修飾した核酸をプローブとして設計・合成し、ハイブリッド形成イベントを電気化学信号に変換するセンサを開発する。また、検出信号の増幅および高感度化を試みる。

本年度は、ペプチド核酸（PNA）をターゲット DNA 認識部位とし、一端にフェロセン他端にシステインを有するプローブ（Fc-PNA）を電極表面上に固定して作製したセンサに対し、フェロセンへの電子供与体である  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-}$  を測定溶液に加えることで、これを加えない場合と比較してハイブリッド形成の有無での信号変化を約2倍増幅することに成功した。また、この検出機構は、ハイブリッド形成後に末端フェロセンのメディエータ能が大きく減少することに基づくものであることも電気化学的に明らかにした。同時に、ミスマッチ DNA に対しては応答が観測されなかったことから、配列特異性を有することも明らかにした。検出後のセンサを再生することにより、複数回の使用に耐えることも確認した。更に、ハイブリッド形成の更なる高感度検出のため、ハイブリッド形成後に電気化学信号を発生する“signal-on”型のプローブ核酸の開発に着手し、プローブ核酸の構成要素である機能性核酸モノマーの設計・合成を行った。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 電気化学測定、センサ、遺伝子、DNA

【大 項 目 名】 ゲノム創薬加速化支援バイオ基盤技術開発

【中 項 目 名】 モデル細胞を用いた遺伝子機能等解析技術開発

【小 項 目 名】 細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発

【研究代表者】 浅井 潔（生命情報工学研究センター）

【研究担当者】 浅井 潔、秋山 泰（平成19年12月まで）、堀本 勝久、富永 大介、油谷 幸代、中川 康二（平成19年9月まで）、孫 富艶、井口 富久美、谷村 直樹（常勤職員3名、他6名）

【研究 内 容】

生命情報工学研究センターおよび京都大学の研究課題は、細胞アレイによって観測された時系列データからネットワーク・ダイナミクスを推定する創薬支援技術を開発することである。そのために、1) 細胞アレイ観測装置(TFA)による画像データを処理し個別細胞を認識、追跡し数値化する技術の改良、2) 共同研究先でのネットワーク動態解析実験支援のための、文献データに基づくアポトーシス経路における siRNA ターゲット遺伝子の

選定、3) 観測データ解析に基づくネットワーク動態推定に関する新規技術の性能評価と改良、の3つの課題について研究を遂行した。詳細については、以下の通りである。

1) 18年度開発した、TFA から得られる撮影画像データから各細胞を追跡しその変化を自動的に計量するソフトウェアを改良し、データの連続性及び数値化の頑強性の点からダイナミクス解析が可能な数値データへの変換を実現した。この際 TFA のハイスループット性を損わない処理性能を維持できるように処理アルゴリズムの改良も行った。

2) 文献データに基づいて絞り込んだネットワーク動態解析実験対象とする157のターゲット遺伝子について、遺伝子機能による共通パスウェイの探索を行った。現在このパスウェイ情報に基づく新規ターゲット遺伝子探索が共同研究先で進行中である。

3) ネットワークモデルを表微分方程式をラプラス空間の代数方程式系に変換して隠れ変数を含むネットワークの動態を解析する方法を開発し、部分的なアポトーシス経路の構成要素の遺伝子に関する試験的な計測データに適用し、活性化経路の同定を行った。さらにグラフ理論に基づく最適なレポータータンパク質配置の探索法を実装し、アポトーシス経路全体に適用した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 画像処理、文献情報、遺伝子発現、時系列解析、ネットワーク、微分方程式モデル、記号計算、数値解析、動力学的定数

【研究 題 目】 次世代汎用 CFD のための安定成層 SGS モデル・植生キャノピーモデルの開発

【研究代表者】 飯塚 悟（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 飯塚 悟（常勤職員1名）

【研究 内 容】

平成19年度は、次世代汎用 CFD（Computational Fluid Dynamics）として多大な期待を集める LES（Large-Eddy Simulation）のための植生キャノピーモデルの開発を行った。LES における植生キャノピーモデルの開発は気象分野で先駆的に行われてきているが、比較的複雑な式体系に基づく一辺倒な方法（SGS（subgrid-scale）運動エネルギーの輸送方程式を解く LES に基づく植生キャノピーモデル）が研究されているのみである。汎用性を意図した簡易なモデル化という点に関しては、これまで十分な検討に至っていない。本研究ではまず、簡易な式体系に基づく LES のための植生キャノピーモデル（物理量の輸送方程式を解く必要のない LES に基づく植生キャノピーモデル）を導入した。さらに、LES の植生キャノピーモデルにおける問題点（植生キャノピーモデルに含まれる抗力係数の最適化に関する問題点）を回避する一方策として、キャノピー層に RANS（Reynolds-Averaged Navier-Stokes）モデル



を適用し、それよりも上層部に LES を適用する、RANS/LES ハイブリッドモデルを開発した。本研究で開発した RANS/LES ハイブリッドモデルの適用は非常に簡易で汎用性の高いものと考えられるが、一方で、RANS と LES の切替位置付近で速度分布に不整合が生じてしまうという問題点も明らかになった。この問題点の改善については、現在様々な方策を検討しているところである。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】流体力学、大気現象、モデル化、ラージ・エディ・シミュレーション、植生キャノピーモデル

【研究 題 目】界面動電現象を用いた複合汚染土壌の原位浄化に関する研究

【研究代表者】澤田 章（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】澤田 章（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究では、土壌内で発生する界面動電現象を利用した土壌浄化方法において、効果的な浄化剤を土壌に送り込むことで、安全かつ効率的な複合汚染土壌の浄化方法へ発展させることを目標とする。本年度は昨年度に引き続き、浄化剤としての利用が期待できる錯形成剤 DMPS（2-3-dimercaptopropane-1-sulfonate）・DMSA（meso-2,3-dimercaptosuccinic acid）についてさらに調査した。その結果、EDTA などと比較し、鉛などの有害金属の溶出能力は半分程度であり、最適な pH 範囲が狭く、使用するにはかなり問題があることが分かった。一方、有害金属と同時に溶出してくるアルミニウム・ケイ素・鉄といった土壌主要成分は pH3~8において少なく、特に pH>5においてアルミニウムをほとんど溶出させないことを明らかにした。また、有害金属除去後に溶出試験を行なったところ、EDTA などは溶出基準をはるかに超えたが、DMPS の場合は鉛の溶出がほとんど確認されなかった。さらに、BCR 逐次抽出による溶出分画を精査した。その結果、銅については交換性・還元溶出性・酸化溶出性・残留性と溶出しづらくなる分画のうち、酸化溶出性まで抽出させ、同様に、亜鉛・鉛については、還元溶出性の分画まで抽出させることが分かった。以上のことより、調査を行った錯形成剤は従来のものより有害金属の抽出能力は劣ることは明らかである。しかしながら、植物の生育に害をもたらすアルミニウム溶出量が少ないことから、一次元モデルに汚染物質・浄化剤の移動速度の計測を行い、植物を用いた浄化方法の併用について今後検討を進めていきたい。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】土壌、浄化、修復、原位置、重金属、動電、電気、複合汚染

【研究 題 目】CFRP 接着構造部材の損傷モニタリング

システムの開発

【研究代表者】遠山 暢之

（計測フロンティア研究部門）

【研究代表者】遠山 暢之（常勤職員1名）

【研究 内 容】

炭素繊維強化プラスチック（CFRP）製航空機翼は、スキンと呼ばれる表層部にストリンガーと呼ばれる補強材を接着させた構造となっており、疲労荷重によってスキン/ストリンガー接着界面に剥離が発生・進展する可能性が指摘されている。そこで、本研究では航空機翼構造の信頼性を確保し、保守作業の高効率化を実現するための構造ヘルスマニタリング技術を開発することを目的とした。具体的には、航空機翼構造を模擬した CFRP 擬似等方積層板製のスキン/ストリンガー接着構造部材を作製し、ラム波によるアクティブセンシング手法を利用して、スキン/ストリンガー接着界面の剥離長さを定量的に検出する手法の開発を行うこととした。

本年度は、対象とした CFRP 構造部材の剥離検出に適したラム波モードの選定およびその励起・受信を行う圧電素子最適形状設計を行い、計測条件の最適化を図った。さらに超音波伝播可視化試験を実施することで、一対のラム波励起/受信素子を用いて剥離を検出するための最適な素子配置を選定した。以上によって得られた知見を基に、剥離部を伝播するラム波伝播挙動のモデル化を行い、剥離長さとラム波到達時間を定量的に結びつけ、実証試験を通じて本手法の妥当性を検討した。実証試験の結果、剥離長さの増加に伴って、ラム波の到達時間に明確な遅れが確認された。さらに、得られた到達時間の遅れから剥離長さを計算した結果、10~50 mm の剥離長さに対して誤差2 mm 以内の精度で剥離長さを定量評価できることが明らかになった。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】非破壊検査、構造ヘルスマニタリング、超音波、剥離、繊維強化プラスチック

【研究 題 目】フェムト秒顕微拡散反射分光システムの開発と光機能デバイスへの応用

【研究代表者】古部 昭広

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】古部 昭広（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究では、実際の動作環境に限りなく近い状態、しかも光散乱の強い光機能デバイスにおける、光誘起高速反応を時間的・空間的に分解して測定するための、フェムト秒顕微拡散反射分光システムを作製し、それを光触媒および色素増感太陽電池デバイスに応用する。このような光機能デバイスの高効率化には、その原理、つまり光誘起化学反応の理解が不可欠である。そのために、高速で進む反応を直接観察することが重要になるが、多くのこれまでの研究では分光実験を行いやすいように調整し

たモデル試料が扱われており、実際のデバイスに多い光散乱材料を扱えないという欠点がある。さらに実際のデバイスに見られる空間的不均一性を評価するためには顕微測定が必要になる。本提案研究では、この問題・課題を解決するため、顕微鏡下の試料に集光照射した時に拡散反射光として戻ってくる光を検出する新しいタイプの過渡吸収顕微鏡を開発し、実際のデバイスの反応特性を明らかにする。

本年度は、フェムト秒拡散反射過渡吸収分光システムを新たに構築し、紫外～可視光励起下で、粉末試料の過渡吸収スペクトルを測定できるようにした。検出器の高感度化によって検出光強度の低下をカバーした。通常レンズを用いているため空間分解能は100ミクロン程度であるが、今後対物レンズを用いたシステムに発展し目標のサブミクロン分解能を達成する。時間分解能については、試料の厚さや、励起波長の効果を検討し、数100 fsの分解能が十分得られていることを確かめた。また、次年度扱う実デバイス（太陽電池および光触媒）のモデル系において、基礎的な反応ダイナミクスのデータを取得し、学会や論文で発表を行った。次年度は実際のデバイスに応用し空間不均一性の評価を行う。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 超高速分光、顕微鏡、光機能デバイス、過渡吸収、フェムト秒レーザー、太陽電池、光触媒、光散乱体

【研究 題 目】 溶液中の大質量陰イオンの負イオンビーム化と二次イオン質量分析（SIMS）への展開

【研究代表者】 藤原 幸雄（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 藤原 幸雄（常勤職員1名）

【研究 内 容】

近年、クラスターイオンを二次イオン質量分析（Secondary Ion Mass Spectrometry: SIMS）における一次イオンビームとして用いることで、高精度かつ高感度な SIMS 分析が可能となることがわかり、 $\text{Au}_3^+$ （分子量 591 u）や  $\text{C}_{60}^+$ （分子量 720 u）などを用いた Cluster SIMS に大きな関心が集まっている。

クラスターイオンビーム照射の特徴を一層顕在化させるためには、より原子数が多く、より大きいクラスターイオンを利用することが望ましい。また、マイナスの電荷を有する負イオンビームは、分析試料が絶縁性材料の場合であっても、深刻な問題となるチャージアップが発生しないことが知られており、大質量の陰イオンを負イオンビーム化する技術の開発が求められている。

そこで本研究では、イオン性の化合物を溶液中に溶解し、陰イオンとして存在するイオン種をビーム化する技術に関して研究開発を行っている。本年度は、イオン性の化合物を有機溶媒中に溶解し、電離状態のイオン種を気相中に取り出す技術に関して実験を実施した。実験で

は、電気導電性キャピラリー内部に試料溶液を送液し、高電圧を印加した際に気相中に放出されるイオン電流を調べた。その結果、正および負イオン両モードにおいて、数10 nA を超えるイオン電流を生成可能であることを確かめた。これにより、溶液中の大質量イオンを用いたイオンビーム技術の実現に対して、明るい見通しを得ることができた。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 大質量陰イオン、クラスター、イオンビーム

【研究 題 目】 エバネセント励起法によるナノ空間の粘性率・拡散係数センシング

【研究代表者】 山本 泰之（計測標準研究部門）

【研究担当者】 山本 泰之（常勤職員1名）

【研究 内 容】

ナノテクノロジーとバイオ・化学分野の技術を融合した流体マイクロデバイスの進展と共に、ナノ・マイクロ空間中の特異な液体物性の定量化が可及的課題となっている。本申請課題は、ナノ領域の固液極近傍における液体分子の運動量輸送性（粘性率）および物質輸送性（拡散係数）を数 % 以下の不確かさで測定可能なセンシング手法を開発し、ナノ・マイクロ空間における流体物性の特異性の有無を測定することを目的としている。

本年度は、ナノ空間拡散係数・粘性率測定装置の開発を行った。具体的には以下に示す進展が得られた。

(1) ピエゾを用いたナノギャップの制御機構の構築

本年度に導入したピエゾ（PI 製 P753）を用いてナノギャップの制御機構を構築した。ギャップの検出に差周波 AOM による光ヘテロダイン干渉計を用いた。

(2) エバネセント励起フォトリソ法によるナノ空間拡散係数測定法の開発

フォトリソ分子をエバネセント波で励起するナノ空間拡散係数測定法を開発した。屈折率の変動は臨界角近傍の反射率変化を利用するエリプソメトリー法を採用した。

(3) 測定装置の健全性の確認

500 nm 程度のギャップ間隔に設定し、構築した測定装置を用いて、水中のフォトリソ分子（メチルレッド）の拡散係数測定を行った。測定値は、バルク空間での値と比較して相対偏差10 % 以下で一致した。

500 nm ではバルク物性と変化ないと考えられることから、測定値の一致は測定装置の健全性を示すものと判断された。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 拡散係数、粘度、粘性率、ナノテクノロジー

【研究 題 目】 数値シミュレーションを併用した流体計測モニタリングシステムの構築

【研究代表者】 船木 達也（計測標準研究部門）

【研究担当者】 船木 達也（常勤職員1名）

【研究内容】

昨年度構築した流体モニタリングシステムの機能向上を目指し、オリフィス流れ場に対する計算アルゴリズムの最適化および可視化装置による流れ場計測との比較検討を行うことを目標とした。研究計画には、シミュレーション解析における乱流モデルの導入と流体モニタリングシステムの有用度評価の実施、および可視化装置による流れ場との比較検討による流体モニタリングシステムの機能向上を進めることを掲げた。年度進捗状況として、昨年度構築した流体モニタリングシステムの機能向上を目指し、まず乱流モデルの導入による計算アルゴリズムの最適化を試みた。その結果、測定対象が乱流場における本モニタリングシステムの再現性は向上したが、獲得した結果の精度が十分でない場合があることを確認し、課題点として明示した。次に、管路内にオリフィスを含む流れ場を対象として、可視化装置による測定結果と流体モニタリングシステムによる流れ場再現の結果を比較した。その結果、大枠での流れ場把握は可能であることを確認した。しかしながら、流体モニタリングシステムに必要なリアルタイム性確保と測定精度の向上には、計算負荷低減と解析メッシュの細分化の相反する要求を実現する必要があると、両方の改善を獲得するまでには至らなかった。最後に、本システムの応用例として、環境分析を実施するクリティカル環境内の流動場リアルタイムモニタリングシステムの構築を目指し、解析を試みた。その結果、本システムが運用可能であることを確認したが、オリフィスなどの流れ場と異なり、急激な圧力変化を有しない測定対象であったため、温度変化による影響を補償する機能の追加が必要であることを明示した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 流体計測、数値シミュレーション、モニタリングシステム、可視化、非定常流れ

【研究題目】 プラズモン増強を用いた単一分子電子共鳴レーザ散乱分光

【研究代表者】 伊藤 民武（健康工学研究センター）

【研究担当者】 伊藤 民武（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究で開発した顕微分光システムを用いることで同一の銀ナノ粒子凝集体の LSPR レーザ散乱スペクトルと SERS スペクトルの分光測定を可能とすることに成功した。この結果、単分子 SERS の最も有力な発現モデルである2段階電磁場増強機構を実験的に検証することが可能となった。

SERS2段階電磁場増強機構は、励起光と散乱光が共に LSPR に結合することによるラマン増強モデルである。よって、SERS スペクトルが LSPR レーザ散乱スペクトルと分子の通常ラマン散乱スペクトルの掛け算で再現

できることを予言している。開発した顕微分光システムは SERS と“SERS を引き起こしている” LSPR を選択的に測定できるため初めてこの予言の検証が可能となった。検証の結果、2段階電磁場増強機構が正しいことが実証された。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

【キーワード】 単分子分光、分子認識、プラズモニクス、表面増強ラマン散乱、生体試料、健康

【研究題目】 熱帯熱マラリア原虫における膜輸送蛋白質の同定と機能解析

【研究代表者】 八代 聖基（健康工学研究センター）

【研究担当者】 八代 聖基、片岡 正俊、日野 真美、赤峰 理恵、渡邊 政博（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

原虫外膜系の形成と赤血球膜へのタンパク質輸送はマラリア原虫における寄生を支える重要な膜分子基盤を構成すると考えられるが、その形成機構に関しては不明点が多い。そこで本研究では、マラリア原虫の赤血球内寄生時における原虫外膜系の形成機構と赤血球膜へのタンパク質輸送機構を分子（蛋白質）レベルで解明することを目的としている。

今年度はその中でも、真核生物において膜融合（出芽）に関係している蛋白質群の一つとして広く知られており、これまでの研究で我々が同定した N-ethylmaleimide-sensitive factor マラリア原虫ホモログ (*Pf* NSF) を足がかりにいくつかの原虫由来の膜融合装置関連蛋白質についてを同定することを目指し、数種類のマラリア NSF (*Pf* NSF) 特異的抗体を作成するとともに、無細胞強制発現系を用いてマラリア NSF (*Pf* NSF) を大量に発現させ、免疫沈降法を用いて膜融合装置関連蛋白質の候補をいくつか選び出している。今後はこれらの蛋白質の同定、生化学的、構造生物学的解析を行っていくことを考えている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マラリア原虫、感染症、小胞輸送、膜融合タンパク質

【研究題目】 量子論における不確定性原理の情報理論的表現とその応用

【研究代表者】 宮寺 隆之

（情報セキュリティ研究センター）

【研究担当者】 宮寺 隆之（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究においては、量子論の基本原理解である不確定性原理とその情報理論との関係についていくつかの考察を行った。

不確定性関係は、「非可換な物理量は同時に定まった



値を取りえない」という量子論特有の事情を表すものであり、量子情報セキュリティをはじめさまざまな量子現象の基本となる原理である。この関係は、確立分布のあいまいさをあらわす指標のとり方によりいくつかの指標があるが、 $\min$  エントロピーに基づく表現として Landau-Pollak 型不確定性関係と呼ばれるものがある。これはその簡便さから、量子紛失通信など、いくつかの重要な応用を有している。しかしながら、その指標の単純さにもかかわらず、今まで、この不確定性関係の扱える物理量はきわめて限られたものであった。具体的には、射影演算子測定と呼ばれる最も単純な測定が二つある場合のみが扱うことのできる対象であった。我々は、この関係を、正作用素値測定と呼ばれる最も一般的な測定が任意の個数ある場合へと一般化することに成功した。またこの応用として、量子情報理論において重要な役割を果たすエンタングルメント状態を見極める entanglement criterion の新たな方法を開発した。不確定性関係を応用した従来の criterion は qubit 系 (2次元) にしか適用できなかったのに対して、我々の criterion は素数次元の量子系に適用できるものであり、不確定性関係の応用に関する新たな可能性を示唆するものである。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 量子暗号、量子情報

【研究 題 目】 量子情報技術を頑強にする符号化技術の研究

【研究代表者】 萩原 学

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 萩原 学 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

本研究テーマは、量子力学的性質をもつ物質の情報に発生したノイズを除去する技術、いわゆる、量子誤り訂正符号の研究である。

量子誤り訂正符号の主流の1つとしては、CSS 符号とよばれる符号がある。これは、古典誤り訂正符号の対で構成されるため従来の符号の研究が活用しやすいという長所がある。一方で、ねじれ関係という特別な条件をみたす古典符号の対でなければ、量子誤り訂正符号の構成に用いることができない。本研究では、古典符号として LDPC 符号に着目し、ねじれ関係をみたす LDPC 符号の対の構成を目標としている。つまり、量子 LDPC 符号の構成を目的とした研究である。

これまでに得られた重要な成果として、準巡回 LDPC 符号の組が量子符号の要素となる条件を、組合せ論的にシンプルな用語で与えることに成功している。本年度はこの成果を ISIT2007という国際研究集会で発表した。また、発表成果のうち、具体的に重要な符号をホームページに例として公開した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 量子暗号、量子符号、LDPC 符号

【研究 題 目】 量子情報セキュリティ技術を取り入れた情報基盤設計のための基礎研究

【研究代表者】 今福 健太郎

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 今福 健太郎 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

実際に実現可能な物理パラメータにより実装された BB84システムを用いて鍵配送センター網を構築し、既存の情報通信システムへの鍵供給センターとして組み込むことにより、全体として広域情報セキュリティ基盤を構築していこうとするアイデアが、既にいくつかの視点から提案されている。このアイデアの実用的利点は、暫定的には無条件安全性を達成しないまでも、現在調達可能な量子暗号技術を有効に活かすことにより高度な安全性を提供しつつ、今後達成されるであろう技術革新に応じてシステム全体のアップグレードを行うことにより、無条件安全性を満たす情報セキュリティ基盤への段階的な移行を穏やかに促進することができる点にある。一方、このようなアイデア、特に暫定的に達成された状況について、暗号学的位置付けを行うことは、きちんとした安全性の根拠を与えるために必要不可欠な課題である。そこで、現在国内外で開発が進められている BB84プロトコルや類似のプロトコルを調査し、攻撃者の現実的な攻撃能力に依存した「条件付」安全性について量子情報理論的な立場から定義を与える。さらにその安全性を保証する物理パラメータの最適化を行う。以上のタスクにより、量子暗号技術の発展的組込みによる情報セキュリティ基盤の設計という大きなゴールに向け、暫定的で実用的な状況について、理論的な裏打ちのある安全性基準を与えることが本研究の目的である。

平成19年度は、現在国内外で開発が進められている BB84プロトコルや類似のプロトコルを調査し、攻撃者の現実的な攻撃能力に依存した「条件付」安全性について量子情報理論的な立場からセキュリティ要件の考え方についてまとめた。さらにその安全性を保証する物理パラメータの抽出を行い、実装された量子暗号技術を健全な環境で用いるために必要な技術課題を整理した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 量子情報セキュリティ、量子暗号、安全性基準

【研究 題 目】 形式仕様開発支援環境の研究

【研究代表者】 清野 貴博 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 清野 貴博 (他1名)

【研究 内 容】

本年度は、これまでに提案したツールの発展として、証明譜に基づくテスト生成手法について提案した。本研究では統合開発環境 Eclipse を用いて、ソフトウェアの

仕様を記述し、その仕様が望ましい性質を持つことを証明するための支援環境を開発・提案している。しかし、その仕様から実際のソフトウェア開発には距離がある。

そこで、仕様記述、証明、およびソフトウェア開発を Eclipse 上で一貫して行うことを目的とし、テスト駆動開発のためのテスト生成手法を提案した。テスト駆動開発とは、ソフトウェアが正しく動作することを確認するためのテスト群を先に開発し、そのテストをパスするようにソフトウェアの開発を進める手法であり、Eclipse はこの手法をサポートするツールとしても有名である。

本研究において提案したテスト生成手法は、既に提案した手法で作成した証明を用いて、テスト群を自動で生成できる。この手法では、生成されたテストにパスしないソフトウェアが開発されると、証明済みの性質を満たさないことが保証される。このため、ソフトウェア開発を形式仕様に基づいて行うことができ、本研究の成果は科学的アプローチに基づく開発手法として、ソフトウェア開発の効率化・安定化につながると期待できる。

本年度は、引き続き提案したツールの実装および改良を行った。より、実装を洗練するために多くの改良を行った。これによって証明譜のモデルが整理されたため、同種のソフトウェア開発が容易になると期待される。なお、本補助金による支援終了後も、引き続きツールの改良・保守を行っていく予定である。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ソフトウェア開発効率化・安定化、ユーザインターフェース、形式手法

【研究 題 目】錘によるパターン識別方法に関する研究

【研究代表者】小林 匠（情報技術研究部門）

【研究担当者】小林 匠（常勤職員1名）

【研究 内 容】

パターン認識では、入力パターンからの特徴ベクトルの抽出と、そのベクトルの識別という2段階に大きく分けられる。例えば顔認識では、入力画像から顔の見える特徴づける情報をベクトルの形で抽出し、抽出されたベクトルを各個人に対応づけられたベクトルと比較することで、入力画像の個人を特定する、という処理を行う。本研究では、パターン認識における「識別」に注目し、ベクトル空間内の錘構造を用いて特徴ベクトルの識別を行う新たな識別方法を提案する。

まず、今年度は錘に基づくパターン識別の基本的な理論を完成させ、新たなパターン識別手法として「錘制約部分空間法」を提案した。特徴ベクトルは非負制約を受けることが多く、そのような性質を持つ分布は原点を頂点とする錘として表現される。提案手法はそのような錘構造を陽に取り入れた手法であり、錘の方向に沿ったスケール倍や加法などの特徴ベクトルの広い変動を許容する一方で、原点周りの広がりを錘により精度よく近似することにより識別性能が向上している。また、次元の設

定といったパラメータが不要となることも利点の一つであり、パターン識別装置の設計が容易となる。さらに、識別にかかる計算量が小さいことからリアルタイム処理も可能となり、監視カメラによるサーベイランスシステムに適用することも出来る。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】パターン認識、識別器

【研究 題 目】なめらかな粒度の情報を扱うユビキタス・インタフェースの研究

【研究代表者】塚田 浩二（情報技術研究部門）

【研究担当者】塚田 浩二（常勤職員1名）

【研究 内 容】

実世界のインタラクションで扱う情報がユーザの意識の中心にあるか否かという視点から、それらはアンビエント情報と詳細情報に区分できる。たとえば、一般的なディスプレイは詳細情報を扱う。ここでは、多くの情報を一度に伝達できる反面、ユーザは画面を注視する必要があるため、日常生活のタスクを妨げる可能性は大きくなる。一方、空間の光など周辺感覚で捉えることのできる情報は、アンビエント情報である。一度に伝達できる情報量は少ないが、日常生活のタスクとの並列性が高いため、ユーザは気軽に情報を受け取ることができる。

このように、両者はそれぞれ一長一短の特徴を持つため、状況に応じた使い分けが重要となる。たとえば、モバイル環境の情報提示手法においては、ユーザの意識を占有することは危険が伴うため、日常的にはアンビエント情報を利用し、必要に応じて詳細情報を利用するような手法が有効である。一方、こうしたアンビエント情報と詳細情報は、それぞれ独立したメディアとして提供されることが多く、両者をなめらかに連携させる手法についてはさほど考慮されてこなかった。本研究では、モバイル／ユビキタス環境において、なめらかな粒度の情報を傍受／操作できる新しインタフェース技法の構築を目指す。

まず今年度は、「なめらかな粒度の情報を伝える傘型情報提示機構：PhantomParasol」と、日常的な動作で情報の粒度を制御するインタフェース技法：AfterTouch」の提案を行った。PhantomParasol では、傘をさした状態では上から淡い光が降るようなアンビエント情報を、くくりまわした状態ではグラフィカルな詳細情報を提示するといったなめらかな粒度の情報提示機構を実現する。AfterTouch は、ID 認識装置とさまざまなセンサを組み合わせ、ID を認識した後にユーザの日常的な動作（押す、まわす、踏む...etc）を続けて行うことで、単機能の ID システムから複雑な操作へと、情報の粒度をなめらかに切り替えられる入力インタフェース群である。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ヒューマンインタフェース、ユビキタスコンピューティング

〔研究題目〕ソーシャルネットワークを用いた情報推薦

〔研究代表者〕濱崎 雅弘（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕濱崎 雅弘（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究ではソーシャルネットワークを用いた情報推薦技術に関する研究を行う。利用者にとって価値のある情報を発見し届けるには、情報の価値を計量する方法、情報の発信者と受信者との関係を捉え利用する方法が重要であると考え。そこで本研究ではソーシャルネットワークに着目し、これを用いた推薦技術の研究開発を行った。本研究において取り組む課題として、情報推薦のためのソーシャルネットワークの分析と、ソーシャルネットワークを用いた情報推薦アルゴリズムおよびシステムの研究開発の二つを挙げる。

平成19年度は、ソーシャルネットワークをベースとしたコミュニティ支援システムを6月に開催された第21回人口知能学会全国大会にて運用した。ここにおいてソーシャルネットワークを用いた推薦システムの試験運用を行った。また、人と人との多様な関係性をシステムが理解するための一手法として、ユーザによる人へのタグ付けを利用する方法についても検討した。

さらに平成18年度に試験運用した人による紹介を支援するシステムについて、特に人と人の社会的関係に着目して分析を行った。本システムはソーシャルネットワークを利用して新しい出会いを希望する人に対して紹介者を推薦するシステムであるが、このとき、どのような人が紹介者として適しているのか、また、その支援はどのように行われるのが望ましいのかという点について、紹介を希望する人、紹介を行う人、そして紹介される人によって構成される三者関係のパターン（今回は特に三者が属する所属の関係を利用）を元に分析を行った。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕情報推薦、ソーシャルネットワーク、Web マイニング

〔研究題目〕動的分類画像法を用いた詳細な顔情報処理時空間特性の可視化とその応用

〔研究代表者〕永井 聖剛（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕永井 聖剛（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では動的分類画像法という最新の実験手法を用い、顔に関する視覚情報処理の特性を可視化することを目的とする。研究成果から、認知されやすい顔刺激、あるいは顔刺激の提示法が明らかとなり、産業場面への応用が期待される。平成18年度は成人健常者を被験者として、アイコン顔の表情を弁別する際の処理方略を調べた。その結果、「眉」よりも「口」の形態情報にウェイトをおくこと、さらに倒立顔提示ではその傾向が強くなることが明らかとなった。これらの結果は写真顔を用いた表

情弁別と同様であり、情報量をかなり落としたアイコン顔でも同様な処理が行われているという興味深い結果を得た。平成19年度は成人自閉症者を対象として同様の実験を行った。実験結果から、アイコン顔の表情弁別に関しては、成人自閉症者でも成人健常者と同じ処理方略を取ることが明らかとなった。成人自閉症者では、写真顔が提示された場合、表情弁別、個人弁別を行うときには成人健常者とは異なる方略を用いることから、成人自閉症者はアイコン顔、写真顔の認知で異なる方略を使っているものと考えられる。おそらくは、アイコン顔では口角が上がっていれば笑顔というような、知識で表現できるルールベースの方略が使えるので、見かけ上、成人健常者と同様のデータ傾向を示しているものと推測された。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕顔情報処理、時空間処理特性、分類画像法

〔研究題目〕意識的知覚のゲートウェイとしての心的構えの維持と非意図的制御に関する研究

〔研究代表者〕河原 純一郎

（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕河原 純一郎（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究は、心的構えが意識的知覚におよぼす影響を調べるとともに、どの心的構えの制御方略を調べた。特に、注意の瞬き (attentional blink) 現象を用いることによって、意識的知覚の欠落を実験的に生じさせる方法をとった。これまでの研究では、時間的に先行して呈示される第1標的に注意資源が占有されるため、その後に呈示される第1標的の知覚が損なわれると考えられてきた。

本研究では、3つの標的を連続して呈示し、第3標的の知覚成績が第2標的よりも高いことを示し、従来の説明では不十分であることを示した。加えて、こうした意識的知覚の欠如としての見落としは常に起こるわけではないことを示した。これまで、短い時間で2つの標的を検出するとき、2つめの標的は見落としされやすいことがわかっていて、観察者が知覚的構えを維持したまま2つの標的が時間的に連続して呈示される場合は見落としが激減する（見落とし回避）。本研究では、この現象を知覚的構えの指標として利用し、同時に2箇所位置に注意の構えを向けることができることを示した。また、標的カテゴリが複数でも見落とし回避は同時に2箇所で行うことを示した。この結果は、注意分割を調べる手続きとして注意の瞬き減少が利用できることを示した点で新しい視点を提供したといえる。また標的の視覚探索事態において、注意を向ける位置についての意識的な構えがなくても、視空間的文脈を反復して経験することによって探索が速くなる効果について調べた。従来の研究では視覚的な文脈の学習が起こることが知られていたが、本研究では聴覚刺激と標的位置の対連合を無意識的に学



習できることがわかった。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】知覚的構え、注意の瞬き、高速逐次視覚  
呈示、認知制御

【研究 題 目】日常生活の生理行動計測に基づくストレス評価手法の開発

【研究代表者】吉野 公三（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】吉野 公三（常勤職員1名）

【研究 内 容】

ストレス／疲労社会の中で、心の健康を適切に管理するためには、日常生活の中で心の状態を評価する技術の開発が必要となる。そこで、本研究では日常生活の心拍変動から人の気分の状態を推定する技術を開発することを目的とする。平成19年度は40名の被験者（20代および30代の健康男性）に対して、日常生活の心拍変動、気分変動、生活活動度（身体加速度）変動を同時に計測する実験を行い、データの蓄積に努めた。被験者は心拍変動と身体加速度を計測する装置を装着した状態で3日間通常通りの日常生活を行った。その間、睡眠時を含めて常時装置を装着した（入浴時を除く）。被験者は、1時間に1回（睡眠時を除く）、その時の落ち込み感、疲労感、幸福感、緊張感、混乱、活気、不安感、怒りの8種類の気分状態を Visual Analog Scale 上に回答した（簡易気分評価）。これに加えて、日常の基本行動（歩行、入浴、食事等）、体姿勢（立位、座位等）を記録した。これらの他に、被験者は印象的な出来事の内容とその発生時刻をメモ帳に記入した。以上のデータを数値解析し、気分状態との相関性がある心拍変動指標を明らかにし、それらを組み合わせた気分状態評価指標を構築することが平成20年度の課題である。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】気分、心拍、自律神経系、日常生活

【研究 題 目】生体と人工心臓のインタラクティブ治療制御法を核とした左心補助人工心臓の開発

【研究代表者】小阪 亮（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】小阪 亮（常勤職員1名）

【研究 内 容】

長期・永く埋め込みを目的とした人工心臓では、血栓や溶血などの血液ポンプ由来の問題は解決されつつある。しかし、人工心臓の制御方法については、未だ研究段階にある。本研究では、人工心臓による生体心臓の治療制御手法の開発を目的に、心臓・血管系の非線形モデルに基づいて、人工心臓と生体心臓がインタラクティブに適応する制御機構を組み込んだ左心機能補助人工心臓を開発する。

本年度は、生理挙動に適応して治療制御する人工心臓を実現するため、埋め込み型センサから計測可能な血圧

と血流量を入出力信号として利用した非線形体循環生理モデルを構築した。そして、計測情報から体循環系のインピーダンスを最小にする共振周波数を逐次同定し、人工心臓の制御信号としてフィードバックする治療制御法を開発した。本制御法の有効性を評価するため、模擬循環回路を使用して、人工心臓の拍動数を固定した従来の制御法と、共振周波数を使用した提案の制御法を比較した。その結果、模擬循環回路の末梢血管抵抗を増加させたとき、固定の拍動周波数を用いた制御法では、体循環系のインピーダンスは0.417 mmHg s/ml から0.435 mmHg s/ml へ増加した。一方、共振周波数を用いた提案の制御法では、循環回路の変化に追従して、インピーダンスは0.417 mmHg s/ml から0.370 mmHg s/ml へ減少した。つまり、共振周波数を用いた制御法を適用した人工心臓では、循環回路の変化に適応して、体循環系のインピーダンスを最小にし、効率よく流体を流すことが確認できた。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】生理モデル、人工心臓、治療制御

【研究 題 目】骨格筋の不活動に伴って変化する心循環調節機構の解明

【研究代表者】小峰 秀彦（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】横井 孝志、片山 理恵、遠藤 恵  
（常勤職員2名、他2名）

【研究 内 容】

寝たきりなどの身体不活動に伴う筋力低下が注目される一方で、筋の不活動が循環調節に与える影響は注目されてこなかった。本研究は、筋の不活動が骨格筋から生じる反射性循環調節に与える影響を明らかにし、不活動後のリハビリテーションプログラムの構築に寄与することを目的とした。

右側の靴底を補高した状態で松葉杖歩行を行い、左側の下肢を免荷状態にすることによって左下肢骨格筋を不活動にした。不活動1週間後、不活動下肢の筋萎縮は起こらないが最大筋力は低下した。不活動1週間後の不活動下肢を用いた運動時の心拍数、血圧応答は、不活動前と比べて変化は見られなかった。筋代謝物質が刺激となって起こる循環調節反射として知られる筋代謝受容器反射を調べるために、不活動下肢運動終了後に運動肢を阻血して、その時の心拍数および血圧応答を調べた。不活動1週間後の筋代謝受容器反射性昇圧応答は、不活動前と比べて変わらなかった。不活動3週間後、不活動下肢の筋萎縮と最大筋力低下が観察された。運動時の心拍血圧応答は、不活動前と比べて減弱した。また、筋代謝受容器反射によって起こる血圧上昇についても不活動前と比較して減弱した。

以上の結果から、筋量低下が生じない程度の短期間の骨格筋不活動では、筋代謝受容器反射は変化しないことが明らかになった。一方、不活動期間が長くなって筋萎

縮が生じると、筋代謝受容器反射によっておこる昇圧応答は減弱することが明らかになった。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 筋不活動、心循環調節

〔研究 題 目〕 超音波加振に基づく MR マイクロエラストグラフィ技術の開発

〔研究代表者〕 新田 尚隆（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 新田 尚隆（常勤職員1名）

〔研究 内 容〕

癌など疾病部の超早期検出を目的とした検査・診断システムにおいては、細胞レベル程度の微小疾病部を検出でき、かつ、その浸潤範囲を正確に同定できるような技術開発が求められており、そのための物理特性として組織の力学的特性が注目されている。癌など疾病組織はその進行に伴って硬さが変化するため、硬さ分布は癌の進展範囲を同定するのに重要な情報を与える。組織の硬さ分布を無侵襲で可視化するエラストグラフィは組織への変形印加技術と、超音波や MRI を用いた変形検出技術との組み合わせからなる。これら変形印加技術と変形検出技術を各々高度化・高感度化して、微細領域を標的変形でき、その変形を高感度に検出して硬さ分布を可視化できれば、細胞レベルでの疾病部の超早期発見につながる。そこで本研究では、音響放射力により組織の標的変形が可能な超音波と、その変形により生じる位相差を高感度に検出可能な MRI に着目して両技術を組み合わせ、マイクロレベルで組織の力学的特性を計測可能とする技術確立を目的とした。

本年度の重点課題とした計測の高精度化・高感度化のために、昨年度製作した MRI 受信コイルにおいて、電磁気的な干渉を抑制して超音波プローブ配置を行うための MRI ファントムフォルダを導入した。これらの組み合わせにより、寒天ファントムを対象とした撮像が妥当に行われることを確認した。さらに、最適な計測アルゴリズム構築のために、超音波による音響放射力印加時の MR 信号成分から測定対象内部の変位成分を検出する信号処理方式を試みた。数値実験の結果、数  $\mu\text{m}$  程度で与えた変位が検出されたことから、マイクロレベルでの力学特性計測の可能性が示された。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 MRI、音響放射力、変位、弾性

〔研究 題 目〕 日常刺激の視覚探索における記憶の働きに関する研究

〔研究代表者〕 武田 裕司（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 武田 裕司（常勤職員1名）

〔研究 内 容〕

目標：

これまでの視覚探索研究の多くは、幾何学図形や文字など、抽象的なオブジェクトを実験刺激として使用して

きた。このため、日常生活場面における注意制御様式に関してはほとんど明らかにされていない。日常生活場面を模した実験刺激（以下、自然画像と呼ぶ）を用いて視覚探索中の注意制御における記憶の働きを明らかにする。研究計画：

視覚探索における視覚的長期記憶および視覚的短期記憶の働きを実験的に検討する。視覚的長期記憶に関しては、どのような情報が学習されているのか明らかにするための実験的研究を行う。また、視覚的短期記憶に関しては、一度注意を向けた妨害項目に対する抑制機能の研究を行う。

年度進捗状況：

自然画像を288シーン作成し、シーン内に提示されている標的の探索課題を実験参加者に課した。その結果、シーンに固有の探索難易度が存在すること、シーン固有の探索難易度は標的の提示位置や大きさなどの物理変数では十分に説明できないことが明らかになった。また、各シーンを繰り返し提示し、シーンの学習効果を検討した結果、自然画像における文脈学習の記憶容量は非常に大きいこと、学習が生起しても相対的な探索難易度はほとんど変化しないこと、学習によって情報処理速度のばらつきが小さくなることなどが明らかになった。これらの成果から、日常生活場面における注意制御には多くの人に共通のパターンがあり、学習によってもほとんど変化しないことが示された。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 注意、日常シーン、視覚探索、記憶

〔研究 題 目〕 電極表面における金属配位結合を利用したナノキャビティデザインとそのサイズ制御

〔研究代表者〕 吉本 惣一郎（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕 吉本 惣一郎（常勤職員1名）

〔研究 内 容〕

近年、ボトムアップの思想に基づいた機能を持ったナノ構造体や作製が盛んに試みられている。ナノスケール・分子レベルで分子の相互作用の制御が可能となり、走査型プローブ顕微鏡や分光学的手法を用いた表面構造解析も積極的に進められている。特に水素結合や配位結合などの超分子形成を利用した手法は、新しい機能を発現させる上で重要である。そこで本研究では、ポルフィリンやフタロシアニンなどの誘導体を構成部品として用い、電極表面において水素結合や金属配位結合を利用した種々のナノキャビティサイズを持ったナノ構造体の形成を電気化学的に制御することを目指した。平成19年度は、水素結合を利用したナノ構造体制御に的を絞って走査型トンネル顕微鏡を用いてナノ構造形成の条件を探索した。電気化学界面での電位制御による水素結合の形成を誘起しつつ、配位させるコバルトや鉄などの金属イオンを溶存させ、金属配位結合の形成を試みたが、金属配

位結合に起因する特徴的なナノ構造体の形成は得られなかった。一方、無金属体ポルフィリンのカルボン酸誘導体について、ポルフィリン骨格のプロトン化を利用して、硫酸イオンと水による共吸着構造上でポルフィリンのカルボン酸誘導体がナノキャビティを形成することを示す結果が得られた。これらの結果は、ポルフィリンのカルボン酸同士の水素結合ばかりではなく、硫酸イオンと水の共吸着構造との静電的な相互作用も影響を与えることを示しており、電極界面における超分子形成は、基板との静電相互作用も利用することで精密に制御されることを見出した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 水素結合、超分子化学、走査型トンネル顕微鏡、ポルフィリン

【研究 題 目】 社会性アブラムシの兵隊階級にみられる  
ゴール修復の分子基盤の解明

【研究代表者】 杓掛 磨也子（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 杓掛 磨也子（常勤職員1名）

【研究 内 容】

目 標：

一部のアブラムシは、ハチ、アリなどと同様に社会を形成し生活する昆虫である。アブラムシ社会には、繁殖を行う普通個体と、自己犠牲的な社会行動を示す兵隊階級が存在し、兵隊は巣内の清掃、外敵への攻撃といった社会行動を示す。我々はこの兵隊アブラムシを対象に、分子から生態にわたる幅広いアプローチにより、社会性の成立・維持機構や社会行動の進化について解明したいと考えている。本研究では、モンゼンイスアブラムシ兵隊にみられるゴール（巣）修復という社会行動に着目した。本種は宿主植物であるイスノキに完全閉鎖型のゴールを形成するが、捕食者によってゴール壁に穴が開けられると、兵隊が穴に集合し、角状管から多量の分泌液を放出した後、脚でかき混ぜる行動を示す。すると分泌液は次第に固化して、穴は完全に塞がれてしまう。本研究では、分泌液凝固に関わるメカニズムに着目することにより、ゴール修復の分子基盤について解明する。

研究計画：

兵隊分泌液のタンパク質成分について、その遺伝子の同定、酵素活性の測定、発現組織の同定などを中心に解析を進めてきた。今年度は、これらについて、より詳細な解析を行うとともに、分泌液凝固の過程における機能についても解析する。

年度進捗状況：

分泌液の主な構成成分として、メラニン合成に関わるフェノール酸化酵素、体液凝固に関わるトランスグルタミナーゼ、トランスグルタミナーゼによる架橋反応の基質となる体液凝固タンパク質が同定された。よって兵隊は、体表にできた傷を修復するための体液凝固系およびかさぶた形成のメカニズムをうまく利用することにより、

ゴール修復を行っていることが明らかになった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 社会性昆虫、兵隊アブラムシ、ゴール修復行動、体液凝固

【研究 題 目】 終止コドンに欠失した mRNA の特異的  
分解に関与するヒト遺伝子群の網羅的検  
索と解析

【研究代表者】 秋光 信佳（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 秋光 信佳（常勤職員1名）

【研究 内 容】

転写エラーやプロセッシング段階での反応失敗により、細胞内では多種多様な異常メッセンジャーRNA が産出されている。細胞のホメオスタシス維持の観点から、このような異常分子を監視し、修復あるいは排除することが生物学的にきわめて重要である。

これまで、研究代表者は、終止コドンに欠失した異常なメッセンジャーRNA (mRNA) であるノンストップ mRNA の哺乳動物細胞における細胞内運命について解析してきた。これまで、ノンストップ mRNA の翻訳が強く抑制されていることを見出し、ノンストップ mRNA の3'側ポリ (A) 中でのリボソームの停止が翻訳停止の引き金となり、未同定のフィードバック機構で上流のリボソームの脱離が促進されているというモデルを提唱した (Akimitsu, N. et al. (2007) EMBO J.). さらに解析を進め、19年度では、ポリ A でのリボソームの停滞が翻訳抑制の引き金となるメカニズムとして、AAA トリプレットコドンにコードされるリジンアミノ酸が連続して賛成されることが翻訳抑制の原因となっていることを強く示唆する知見をえた。さらに、リジン以外の塩基性アミノ酸の連続配列の産生も翻訳抑制を引き起こすことが判明した。これらの知見から、現在、塩基性アミノ酸の連続配列を利用した新しいタイプの翻訳制御機構が存在する可能性を考え、解析を進めている。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 翻訳、RNA

【研究 題 目】 tRNA チオ化修飾経路における硫黄転移  
反応メカニズムの解明

【研究代表者】 沼田 倫征（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 沼田 倫征（常勤職員1名）

【研究 内 容】

tRNA アンチコドン一文字目の塩基修飾は、コドンの適正な縮重を制御しており、正確なタンパク質合成にとって重要である。グルタミン酸、リジン、グルタミンをコードする tRNA のアンチコドン1文字目のウリジンは、全ての生物種において修飾を受け2-チオウリジンとなる。アンチコドン1文字目のウリジンに導入される硫黄はシステインに由来しており、反応性に富む過硫化硫黄中間体となって硫黄リレータンパク質 (IscS、TusA、



TusBCD、TusE) を移動し、tRNA チオ化修飾酵素である MnmA に引き渡される。本研究では、tRNA への硫黄転移反応を解明するために、IscS・TusA 複合体、TusA・TusBCD 複合体、TusBCD・TusE・MnmA 複合体、TusE・MnmA・tRNA 複合体の結晶構造解析を目指している。これまでに、IscS、TusA、TusBCD、TusE、MnmA の大腸菌を用いた大量発現・精製系、および T7 RNA ポリメラーゼを用いた *in vitro* における tRNA の大量調製系を構築し、それぞれの複合体の結晶化条件の初期スクリーニングを行った。現在までに、いくつかの複合体に関して予備的な結晶を得ており、現在、結晶化条件の最適化を行っているところである。TusE・MnmA・tRNA からなる三者複合体結晶については、大型放射光施設にて回折強度を測定し、分解能5Å 程度の回折データを収集した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 蛋白質、酵素、核酸、RNA

【研究 題目】 ポリ A ポリメラーゼの構造基盤

【研究代表者】 須藤 恭子 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 須藤 恭子 (常勤職員1名)

【研究 内容】

生体内における核酸の伸長反応において、DNA あるいは RNA 合成酵素は、一般的に核酸性の鋳型を用いてそれに相補的な配列を合成する。ポリ A ポリメラーゼは、鋳型として核酸を用いることなく、決まった配列を付加・伸長する。ポリ A ポリメラーゼは、そのアミノ酸配列の相同性から、真核生物由来のポリ A ポリメラーゼのグループと真正細菌由来のポリ A ポリメラーゼのグループに分けられる。現在までに真核生物ポリ A ポリメラーゼの X 線結晶構造解析は行われているが、真正細菌由来のポリ A ポリメラーゼの構造は未だに決定されていない。本研究では、真正細菌由来のポリ A ポリメラーゼを題材として、構造を基にした生化学的手法により、この酵素が鋳型を用いずに RNA を合成する分子機構を明らかにすることを目的としている。

前年度に大腸菌および緑膿菌由来のポリ A ポリメラーゼ結晶化を試みたが、良い結晶は得られなかった。今年度は、同じく真正細菌に属する *Chromobacterium* 由来と、*Geobacter* 由来の2つのポリ A ポリメラーゼについて、クローニングと大量発現、精製を行い、結晶化条件の探索を行ったが、良い結晶は析出しなかった。2年間に4つの菌に由来するポリ A ポリメラーゼを扱ったが、いずれもやや溶解度が低いために結晶が得られないのではないかと考えた。そこで、大腸菌のポリ A ポリメラーゼを使って、溶解度の高いコンストラクトの作成を試みた。その結果、C 末欠損させるよりも、tag の位置の変更が効果的で、最終的には溶解度が10 mg/ml を超えるコンストラクトが得られた。このコンストラクトを使用して、結晶化のスクリーニングを行った。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ポリメラーゼ、タンパク質、結晶構造解析

【研究 題目】 時計遺伝子変異によるメタボリックシンドローム発症機構の解明

【研究代表者】 大石 勝隆 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 石田 直理雄 (常勤職員2名)

【研究 内容】

目 標 :

血液の線溶活性には概日リズム (サーカディアンリズム) が存在し、心筋梗塞などの血栓症の時刻依存的な発症の一因と考えられてきた。その一方で、肥満や糖尿病などの生活習慣病やメタボリックシンドロームは、血栓症のリスク因子であることが明らかとなっている。当該研究では、血液凝固線溶系の概日制御機構と体内時計との関連性を解明することを目標とした。

研究計画 :

当該研究においては、時計分子 PERIOD2の血液線溶系における役割を明らかにするために、PERIOD2を過剰に発現するトランスジェニックマウスを作成した。血液線溶系において中心的な役割を果たしている PAI-1の遺伝子発現量を指標として、PERIOD2のトランスジェニックマウスに高脂肪食を負荷した際の、血液線溶系への影響について検討を行った。

年度進捗状況 :

我々は、PERIOD2の過剰発現マウスでは、線溶系の阻害因子である PAI-1の発現を指標とした血液線溶活性の日内リズムが減衰していることを明らかにした。さらに、高脂肪食を負荷した際の糖・脂質代謝系への影響を調べ、PERIOD2の過剰発現は、体重の増加や血中脂質濃度の増加には影響がなく、糖負荷試験による耐糖能にも野生型マウスとの差異は認められないことを明らかにした。その一方で、PERIOD2の過剰発現は、肥満に伴う PAI-1の発現増加を有意に抑制していることが明らかとなった。時計分子 PERIOD2は、肥満に伴う血栓傾向に対して、代謝系への影響とは独立して、直接的に抑制因子として機能している可能性が示された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 体内時計、メタボリックシンドローム、時計遺伝子

【研究 題目】 水質浄化プロセスの高度化を志向した迅速・簡便・正確な微生物モニタリング技術の開発

【研究代表者】 野田 尚宏 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 関口 勇地 (常勤職員2名)

【研究 内容】

ACE(Affinity Capillary Electrophoresis)法を基盤とした新規な複合微生物群解析手法の開発を行った。

*Escherichia coli* および *Pseudomonas putida* からそれぞれ抽出した total RNA の5' 末端をビオチンで標識した。続いて2種類の RNA の合計を4  $\mu\text{g}$  とし、その混合比率を段階的に変化させて、2種微生物からなる模擬混合複合系を構築した。

模擬混合複合系中の RNA をストレプトアビジン標識マグネティックビーズと結合させた。調製したマグネティックビーズ溶液をキャピラリー管内に導入し、磁石で保持した。*E. coli*、*P. putida* のそれぞれの16S rRNA をターゲットとした特異的プローブ Eco 997および PSMG を供試し、測定を行った。定量には、ホルムアミドでプローブを解離させた時のピーク面積を用いた。繰り返し測定については、ビーズをキャピラリー管内に保持させた状態で、Eco 997プローブおよび PSMG プローブを交互に供試し、検討を行った。

その結果、いずれの16S rRNA をターゲットとした場合においても、total RNA の混合比率の増加とともにプローブの解離ステップで検出されるピーク面積が増加し、5-50 %の範囲において定量的に検出可能であることが示された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 DNA 定量、キャピラリー電気泳動、複合微生物、rRNA

【研究 題 目】 自由エネルギー地形解析による異常プリオンタンパク質のフォールディング原理の解明

【研究代表者】 関嶋 政和(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 関嶋 政和(常勤職員1名)

【研究 内 容】

本年度は、生体分子の自由エネルギー地形解析システムの開発を行い、次の(A)(B)を実装した。

(A) 自由エネルギー地形を表現するのに適した軸を多次元空間から抽出する機構の実装

自由エネルギー地形は、ある温度における多次元空間での自由エネルギーの分布を表示したものである。本提案では、フォールディング過程を解析する為に次の4つの指標を用いた。

(A-1) コンタクト数と慣性

半径に対して自由エネルギーをプロット (立体構造形成とタンパク質の充填プロセスの解明)

(A-2) 水素結合数とコンタクト数に対して自由エネルギーをプロット (構造転換状態の解析)

(A-3) 水素結合数と二次構造を構成する水素結合数に対して自由エネルギーをプロット

(A-4) 水素結合数と慣性半径に対して自由エネルギーをプロット

(B) 自由エネルギー地形を隠れマルコフモデルで比較する機構の実装

本提案では、タンパク質のフォールディング経路を解

析するために、確立モデルの一つである隠れマルコフモデルを用いた。隠れマルコフモデルは、「システムがパラメータ未知のマルコフ過程である」と仮定し、観測可能な情報からその未知のパラメータを推定することができる。本提案においてはシミュレーションにおけるタンパク質の状態遷移を確率的なモデルとして可視化した。

上記の(A), (B)を用いて分子動力学シミュレーションのトラジェクトリデータを解析することで、アミノ酸配列が似ているタンパク質でもフォールディング経路の違いを示すことが出来ることを明らかにした。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生命情報工学、バイオインフォマティクス、分子動力学シミュレーション、タンパク質、隠れマルコフモデル、フォールディング

【研究 題 目】 ペロブスカイト型アルミニウム複合酸化物を用いた高性能シンチレータ材料の開発

【研究代表者】 原田 祥久(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 原田 祥久(常勤職員1名)

【研究 内 容】

近年、X 線・ $\gamma$  線などの放射線を利用した診断技術が急速に拡大している。特に、医療分野において医療用画像診断装置が注目されており、従来から使用されている $\gamma$  線検出機能を上回る高性能シンチレータの開発が必要とされている。そこで本研究では、大きな電子分極率を持ち、高性能なシンチレーション機能が期待されるペロブスカイト型アルミニウム複合酸化物を対象に、その最適な単結晶育成条件の探索、ナノ・ミクロレベルに至る観点から実験的・理論的にシンチレーション機能・機構を明らかにすることを目的とした。

平成19年度は、単結晶育成化に関する研究において、Ce を添加したペロブスカイト型アルミニウム複合酸化物をフローティングゾーン(FZ)法により作製した。その結果、成長速度3-5 mm/h、回転数20 rpm の条件下において良質な単結晶を育成することが可能であり、X 線方位解析では<001>に成長していることが分かった。シンチレーション機能特性評価においては、X 線励起スペクトル測定装置および $\gamma$  線発光量測定装置を構築した。また、最近国内で使用されている GSO の結晶を用いてスペクトルを測定し、従来報告されているデータと同様なスペクトルが取得できた。さらに、本研究により作製したシンチレータ結晶を用いて測定を行っている。電子状態の解析では、平面波基底擬ポテンシャル法を用いて構造最適化を行った。その結果を用いて、相対論 DV-X $\alpha$ 法を用いてエネルギーレベル構造を調べ、そのバンドギャップ構造を明らかにした。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 結晶成長、構造・機能材料、セラミック

ス、光物性、放射線

〔研究題目〕フェーズフィールドモデルに基づくマイクロ流路内二相流の界面追跡計算法の開発

〔研究代表者〕高田 尚樹(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕高田 尚樹(常勤職員1名)

〔研究内容〕

物質検出・生成や製薬において超微量の流体(気体や液体)の反応・分離・混合の新しいプロセスを実現する生物・化学分析システムや化学反応装置は、環境・エネルギー・医療分野等で近年注目されており、それらの設計では、機能を用途毎に最適化するため、1～数百マイクロメートル幅の微細流路内の二相(気体-液体、液体-液体)の接触面(界面)を伴う流体現象を詳細に解明・予測できる数値実験(コンピュータシミュレーション)が不可欠となっている。そこで本研究は、従来よりも高精度の界面追跡能力、高い安定性と計算効率を有し、かつ従来同様に製品開発のニーズへ柔軟に対応できる、新しい二相流体力学計算法の基盤開発を目的として平成18年度から実施された。

平成19年度は、本研究者が提案する非平衡熱力学に基づく界面モデル(フェーズフィールドモデル)を導入した二相流体界面追跡計算法の予測精度を検討するため、密度比約800(空気-水相当)の条件で試験的な数値実験を実施した。まず、気液二相と固体壁表面との接触性(濡れ性)を考慮する簡素な境界条件によって接触角を約45～135度で任意に設定できることを確認した。そして、固体表面上の二相流体挙動の数値実験を通して、毛細管力を適切に評価できることを確認した。最後に、濡れ性が不均一な場合の数値実験で、①室内実験同様、矩形流路内で親水性固体表面では界面だけでなく二相流体全体が瞬時局所的に加速される、②固体面に付着する液滴は撥水面上から親水面上へ移動し、液滴の速度と分裂発生の有無は接触角変化と表面張力の大きさに依存する、等が分かり、二相流体数値実験への本計算法の基礎的適用可能性を確認した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕マイクロデバイス、マイクロリアクタ、マイクロ統合化学分析システム、コンピュータシミュレーション

〔研究題目〕人との対話に基づくロボットの逐次的行動ネットワーク構成法

〔研究代表者〕Neo Ee Sian(知能システム研究部門)

〔研究担当者〕Neo Ee Sian(常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、常に変化するダイナミックな日常生活の環境で、予想できない状況に直面したときでも、自ら人や別のシステムの介入を求め、作業を遂行し、そこで得

られた“経験”を蓄え、自律機能を向上させるロボットシステムの実現を目標とする。そのために、ロボットが自ら教示を求める“双方向”のインタラクティブな教示法を実現し、以下の二項目を明らかにする：

1、作業の逐次記憶方式：

作業遂行時の選択行動、注目点、ロボットの身体情報、行動情報および感覚情報を一時的に格納し、これらの情報の評価に基づき必要な情報をシステムの作業データベースに、システムが自ら再利用できる形で、記憶する方式を明らかにする。

2、デッドロック打破のメカニズム：

前項で開発した作業の逐次記憶方式を利用し、構造化された作業データベース空間内で保持された情報を必要に応じて効率的に検索、新たに獲得された環境情報と関連付け、新たな状況と関連付けできないときのエラー検出、人の介入を求めるメカニズムを確立する。

本年度は、作業を遂行するためのもっとも基本的な動作単位を行為と定義し、多種多様な作業に共通に必要なとされる行為を知覚行為、身体行為および発話行為に分類した行為記述フレームワークを構築し、記述された行為を格納した行動データベースを用いて、作業を計画するシステムを実現した。これにより、人との対話に基づくロボットの逐次的行動ネットワーク生成の実現に向けて、多種多様な作業に共通に必要なとされる一般的な行動の記述法の評価を行うことが可能になった。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕知能ロボット、インタラクティブ教示、行動計画、行動記述手法

〔研究題目〕ロボット飛行体の力学的安定化と知能制御に関する研究

〔研究代表者〕岩田 拓也(知能システム研究部門)

〔研究担当者〕箱島 秀昭(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

前年度は、主翼と胴体が電動アクチュエータによりジョイントされた構造と軽量の主翼とぶら下がるように下に配置された胴体の振子安定構造により、振子安定機能を発揮する1剛体構造と、俊敏な安定制御と姿勢変化の双方を可能にする2剛体構造を瞬時に使い分ける全く新しいロボット飛行体を考案し、実験結果の解析から新しい離陸理論を導出し、第15回日本機械学会交通・物流部門大会において、優秀論文講演表彰を受賞した。

今年度は、その新しいロボット飛行体の空中で力学的に安定化する制御を生かした、新しい乗り物の設計を行い、市場調査を含む検討を行い、前年度実験を行った実証実験機を改造し、新しい乗り物のロボット版プロトタイプ機の製作を行い、テクニカルショウヨコハマ2008にて特別展示を行った。

また、今年度はその新しいロボット飛行体の空中で力学的に安定化する制御のための動力に関する研究を行っ



た。

コンピュータ制御による力学的安定化は、操舵の電動アクチュエータのみならず、推力の電動化を行うとより精密な安定化アルゴリズムが構築可能である知見を得て、双発型電動推進器の試作を行った。

電動推進器は、静翼、動翼、モータ、モータドライバからなり、静翼、動翼ともにカーボン製で非常に軽量高強度な設計となっている。ダクトファン構造となっているため、ダクト内の動翼と静翼及び静翼の固定されるダクトとのクリアランスは小さくする必要があり、高い製作制度が要求される。

電動推進器は、推力10 kg 級の設計で従来の小型電動ファン推進器を大型化する方向で開発を行った。推力10 kg 級の根拠は、現在のターボジェットエンジンは双発であるが、電動モーターはオンオフが容易なため4発の動力を搭載し、巡航時に双発、離陸時に4発などと効率よく動作基数を制御して飛行する設計とした。

今年度はとりあえず双発分を開発した。その結果、動翼とダクトのクリアランスが1 mm 以下とすることに成功した推力10 kg 級大型電動ファン推進器が完成した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】飛行ロボット、ロボット飛行体、無人航空機

【研究 題 目】ヒューマンエラーと向き合う次世代ロボットののためのリアルタイムの人間信頼性評価機能

【研究代表者】尾暮 拓也（知能システム研究部門）

【研究担当者】横塚 将志（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

本研究は、ロボットと人間が一緒に作業する場合に人間が誤りを犯す可能性があるかどうかをロボットに認識させるための基礎技術を研究するものである。

将来、ロボットと人間と一緒に作業する場合には、その安全確保が最重要課題となる。ロボットそのものに起因する危険性に対する安全技術については、これまでさまざまな研究が試みられているが、人間の側に起因する危険性に対する安全技術についての研究も、これと並行して進められる必要がある。

一般に機械側の限界を超えるような人間の誤った判断や行動は、ヒューマンエラーと呼ばれる。危険をもたらすようなヒューマンエラーについて、その様態は状況に応じて様々であるが、しかしヒューマンエラーが発生しやすい条件は一般的に議論することができ、客観的な検出が可能である。

このような、人間の信頼性を決定する要因をパフォーマンスシェーピングファクターと呼ぶ。これは例えば、人間の性向や熟練度、疲労などである。このようなパフォーマンスシェーピングファクターをロボットのセンサ系によって評価することによって、ロボットの動作速度

など、効率と安全性のバランスを決定するような種々の設定値をリアルタイムで調節することができるようになる。

本研究ではパワーアシスト型の次世代ロボットを想定して既存のパワーアシスト機器の操縦履歴をサンプリングし、これの統計的な分散を分析した。この結果、個人個人の操作の熟練度を客観的に観測できることがこれまでに確かめられた。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット、安全、ヒューマンエラー、センシング

【研究 題 目】天然黄鉄鉱を用いた残留性有機塩素化合物の解毒化

【研究代表者】原 淳子（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】原 淳子（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究は遷移金属を含有する天然黄鉄鉱を用い、難分解性の有機塩素系化合物を化学反応によって脱塩素化し、汚染物質の無害化を図ることを目指した。昨年度までの研究により、黄鉄鉱の脱塩素反応は、揮発性の有機塩素系化合物に関して有用な効力を有し、クロロベンゼン類およびダイオキシン骨格を有する難分解性有機塩素系化合物に関して構造的に安定な1, 2, 4, 5-（クロロベンゼン類）、2, 3, 7, 8-（ダイオキシン類）に配位する塩素の離脱が困難で十分な無害化ができないことが明らかとなっている。そこで本年度は電化的な偏りがあり、残留農薬として農地に広域に分布する可能性のあるドリノ類について、特に難分解性のディルドリンをターゲットとした分解および分解促進試験を行い、汚染物質の分解速度、共存する微量金属の影響および分解メカニズムの解明を試みた。

難分解性のディルドリンは、黄鉄鉱の適切な表面処理により1週間で約半減し、30日後には初期濃度の0.08 % 以下まで減少する結果を得た。反応終了後、ドリノ類の有する構造は分解された。分解生成物としては水溶液中にスルファミン酸化合物やコハク酸クロリド等と同定される生成物が確認され、完全な解毒化が進むことが明らかとなった。ディルドリンの分解に関して、微生物分解、金属触媒を用いた手法が報告されているが、1～2塩素の還元分解にとどまり完全な分解は困難とされてきた。本手法ではこれらとは異なる酸化的な分解機構で解毒化されることが明らかとなっている。また、黄鉄鉱を用いた分解では系内が酸性環境（pH≒ 4.2）になってしまうことが問題であったが、微量金属として還元銅を用いることで反応終了後は弱アルカリ性に変化し、分解速度も促進されて解毒化が行われることが確認した。

【分 野 名】地質・環境・エネルギー

【キーワード】自然浄化、硫化鉱物、有害化学物質、農薬

# 〔研究題目〕陸上・海底堆積物における細胞外 DNA の分布とその重要性の解明

〔研究代表者〕竹内 美緒（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕竹内 美緒（常勤職員1名）

## 〔研究内容〕

沖積層の粘土層内において、過去の環境である海洋環境を反映する微生物遺伝子が検出され、さらに堆積物中の DNA の多くが細胞外 DNA として存在することが明らかになった（細胞内 DNA の24-120倍）。そこで、堆積物から抽出した細胞外 DNA を用いた微生物相解析を行なった。その結果、ほとんど1-2種類の微生物遺伝子しか検出されず、全 DNA を用いた場合と比較し、著しく多様性が低いことが明らかになった。これは、細胞外 DNA の多くが加水分解などの損傷を受けている状態であり、PCR 反応により増幅できない可能性を示している。その結果、過去の環境を反映する微生物遺伝子の多くはアクティブに活動してはいない細胞内にある状態で存在している可能性が最も高いと考えられた。得られた結果については国際誌（*Geomicrobiol J*）に論文投稿中である。

〔分野名〕地質、環境・エネルギー

〔キーワード〕微生物、遺伝子解析、メタン生成、沖積層

# 〔研究題目〕詳細な小地震解析による地殻内応力場の推定

〔研究代表者〕今西 和俊（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕今西 和俊（常勤職員1名）

## 〔研究内容〕

大地震の発生予測精度を向上させるためには、断層の走向や深さに沿って応力がどのように変化しているのかを調べ、応力蓄積過程を明らかにすることが鍵となる。本研究では、臨時地震観測や解析手法の開発・改良により小地震の震源メカニズム解や応力降下量を高精度に推定し、地殻内応力場の情報を抽出することを目的としている。前年度までに解析手法の開発・改良は終えている。今年度では、以下の成果を得た。

### 1. 複数のテストフィールドにおける応力場推定

昨年度まで、振幅値を用いたメカニズム解推定法を複数のテストフィールド（跡津川断層、新潟県中越地域、糸魚川―静岡構造線）のデータに適用してきたが、今年度はそれらの結果のとりまとめを行った。特に、跡津川断層で見られた応力場の深さ変化は、断層深部におけるすべりを与えることで説明可能であることをモデル計算により示し、論文化への目処が立った。

### 2. 余震を用いた本震発生後の応力場推定と本震破壊過程との関係

2007年能登半島地震と2007年新潟県中越沖地震の余震のメカニズム解から推定された応力場は、本震時に特に大きなすべりが生じた領域の周辺で広域応力場と

異なっていることを示した。さらに、余震から推定された応力場は、本震の断層モデルによる応力変化で概ね説明できることを示した。

### 3. 微小地震の応力降下量の空間分布

米国パークフィールドで発生している微小地震の応力降下量は深いところで大きくなる傾向が見られることを示した。さらに、震源距離100 m 程度での地震観測により、M-3を下回るような地震が発生していることを確認し、その応力降下量は通常の地震と変わらないことを明らかにした。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕小地震、臨時観測、メカニズム解、応力場、跡津川断層、新潟県中越、応力降下量

# 〔研究題目〕付加体堆積物の初期変形-物質進化とその水理特性変化

〔研究代表者〕山本 由弦（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕山本 由弦（他1名）

## 〔研究内容〕

地震発生機構の解明を目指す従来の研究では、浅部付加体変形が与える影響についてはほとんど無視されていた。しかしながら工学分野では、岩石には粒子の定向配列やクラック密度分布などに起因する強い透水異方性や力学的異方性があることが古くから知られており、堆積物粒子の回転やバルク密度の大きな変化を伴う付加過程初期の堆積物変形が付加体深部や地震発生帯における変形と水理特性に大きな影響を与えていることは明白である。

本研究は、未変成付加体を唯一陸上で研究することができる三浦―房総付加体に注目し、詳細な地質、工学的検討から付加過程初期に被る堆積物の変形と物性変化について様式を確立すること、さらに採取した試料の封圧下透水試験と物性測定を行うことで、沈み込み初期に被った物性変化が原位置や付加体深部、それに地震発生帯における変形と水理特性にどのような影響を与えるのかを評価することを目的としている。

平成19年度は、三浦・房総半島南部の付加体を対象に、地質調査と透水試験用泥質岩サンプリングを実施し、得られた試料を用いて京都大学理学部地質鉱物学教室において透水試験を開始した。現在のところ12試料の測定を行った。

現在までの現地調査、構造解析、それに透水試験の結果、付加体形成初期の変形にともなう物性変化を被っている堆積物は、肉眼や顕微鏡下で変形構造が確認されないものの、粒子の配列様式と透水特性が大きく異なることが判明した。変形に伴って物性変化を被った堆積物は、被っていない堆積物に比べ最大1/4にまで透水係数が小さくなった。また、物性変化を被った堆積物は、地震発生帯上限付近に対応する封圧80 MPa 付近において、間

隙率が急減することが確認され、その深度領域において間隙水を急激に排出し、周辺の強度低下をもたらしている可能性を示した。

平成20年度は、さらに多くの測定を行い、地震発生領域上面深度において排出される間隙水量の定量、及び、排出された間隙水によってどの程度堆積物の剪断強度を低下させるのか、検討を行いたい。

【分 野 名】地質

【キーワード】付加体、地震、三浦、房総、ガス圧式試験器

【研究 題 目】ネットワークフィルターによるゆっくり地震の検出とその時空間分布のマッピング

【研究代表者】大谷 竜（地質情報研究部門）

【研究担当者】大谷 竜（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本年度はプレート運動による歪変動の自動分離と、ゆっくり地震時での歪変動場の同時再現のためのネットワークフィルターのアルゴリズムの高度化を行った。昨年に引き続き米国南カリフォルニア地域に展開されているGPS 観測網である SCIGN ネットワークの観測点配置に基づき、シミュレーションデータを使ったテストを繰り返して、デザイン行列が良好な条件となるように最適なウェーブレット関数の設定を行なった。特に大きな問題となっている、歪場再現の精度向上に重点を置いた解析技術の開発を行った。条件を様々に変えたシミュレーションの結果、SN 比が大きな時にはある程度の再現性が見られたが、SN 比が小さいと全体的な再現も難しくなることが分かった。但し変位場の再現について良好な結果が得られており、本手法の能力と適用限界を明らかにすることができた。また日本におけるケーススタディーを目的に、特に将来の南海地震前の前駆的地殻変動検出を想定したシミュレーションデータの作成を開始し、そのためのプログラム開発も行った。

本手法の実データでのパフォーマンスを調べるため、日本の GPS 連続観測網である GEONET で見つかったゆっくり地震である、1996年5月に発生した房総半島沖のイベントを記録した GPS データに本手法を適用した。その結果、ゆっくり地震に伴う変位場を良く分離できることが分かった。本イベントはイベントの時定数も1週間程度と比較的短かったためにプレート運動の寄与が小さかったこともあり、プレート運動を考慮しなかった解析にも関わらず、ゆっくり地震の発生している期間に面積歪・剪断歪の急激な変化が明瞭に現れており、前述したように、SN 比の高いケースについては、ネットワークフィルターによるゆっくり地震の高い検出能力が実証される事例となった。

【分 野 名】地質

【キーワード】GPS 連続観測網、ウェーブレット関数、

カルマンフィルター、時空間相関、ゆっくり地震

【研究 題 目】衛星搭載合成開口レーダによる氷河・氷床の季節変動と年々変動の研究

【研究代表者】中村 和樹（地質情報研究部門）

【研究担当者】中村 和樹（他1名）

【研究 内 容】

SAR データにより氷河の流出速度を求める手法として、SAR インターフェロメトリ (InSAR) を適用することにより、干渉画像から氷河の流速ベクトルが求められてきた。しかし、白瀬氷河のように流動が速い対象では干渉性が悪くなるため、この手法を用いて流速を求められるのは、ERS のタンデムミッションおよび ice mode のように回帰日数が1日から3日と極めて近いものに限定される。これは、InSAR を適用する grounding line の検出についても同様の限定を受ける。一方、白瀬氷河の2つの SAR の振幅画像のペアに画像相関法を適用し、主にクレバスの移動から流速推定の有効性が示されている。このことから、画像相関法を白瀬氷河周辺域が集中的に観測された1996年から1998年の運用停止に至るまで取得された JERS-1/SAR データに適用して、氷流の流速ベクトルを求め、季節変動と年々変動を明らかにしてきた。さらに、求められた流速ベクトルから、せん断歪みを計算することにより、白瀬氷河の grounding line の抽出可能性を調べた。白瀬氷河の中央流線における、せん断歪みを計算した結果、grounding line において極大となることが分かった。また、最大せん断歪みは、氷流の屈曲が大きくなる領域で大きくなることが分かった。

【分 野 名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】合成開口レーダ、白瀬氷河、画像相関法、流速

【研究 題 目】ホタテガイ殻の酸素同位体比温度計の確立と鮮新世以降の季節変動の高精度復元

【研究代表者】中島 礼（地質情報研究部門）

【研究担当者】中島 礼（常勤職員1名）

【研究 内 容】

酸素同位体比は海洋生物の炭酸塩骨格に記録される水温の指標の一つとしてよく用いられる。骨格に含まれる酸素同位体比は、水温と周囲の海水の酸素同位体比組成に依存する。そのため、海水の温度および酸素同位体比と骨格の酸素同位体比との関係式（酸素同位体比温度計）を作り、この関係式を現世および化石の生物骨格に適用することにより、過去の水温が推定できる。本研究は18-19年度において、モニタリングされて飼育・養殖されているホタテガイなどの貝類について、海水の温度および酸素同位体比と骨格の酸素同位体比との酸素同位体比の関係に基づき、過去の季節変動を明らかにするこ



とを目的とする。

昨年度は北海道の網走沖、サロマ湖、青森県の陸奥湾で半年以上養殖モニタリングされた現生ホタテガイなどの貝類をマイクロサンプリングし、自動炭酸塩前処理装置付き安定同位体比測定装置を用いて測定を行った。今年度は、ホタテガイの生息場の海水の酸素同位体比の測定を行ったが、測定が終了できなかったため、ホタテガイの酸素同位体比温度計を定式化することはできなかった。ただ、ホタテガイ以外の貝類である、アワビやアコヤガイ、クロチョウガイ、イケチョウガイ貝殻の安定同位体比についても測定し、これらの貝殻にも水温の季節変動や生態変化の情報が記録されていることが明らかとなった。今後これらの貝類についてもホタテガイと同じような酸素同位体比温度計の定式化を進める予定である。

【分 野 名】地質

【キーワード】二枚貝、酸素同位体比、季節変動

【研究 題 目】地質時代の地形変遷ダイナミクスを地層から高精度に復元するための基礎研究

【研究代表者】田村 亨（地質情報研究部門）

【研究担当者】田村 亨、村上 文敏、渡辺 和明  
（常勤職員3名）

【研究 内 容】

外洋に面した沿岸域に形成される堆積物には、堆積当時の海面や堆積物供給量の細かい変動を反映して形成された、不連続面や顕著な侵食面が見られることがある。これらの地層中の構造の特徴を明らかにし、過去の地史の変動を読み取ること、堆積物形状の予測精度を高めることに資するため、仙台平野および九十九里浜平野の沖積層において地中レーダー探査を行う。今年度は、両地域においての過去数千年間に形成された海浜堆積物の地中レーダー探査を、複数の電波周波数を用いて行った。九十九里浜、仙台ともに、電波周波数250 MHz に比べて、100 MHz では探査深度は大きい、分解能は低い。またそのことにより、海浜堆積物の構造のうち侵食面の見え方に多少の違いが出ることが分かった。九十九里浜ではさらに、前浜の海側への前進に対応する海側に傾斜した反射面以外に、ウォッシュオーバー堆積物のものと解釈される、陸側に緩く傾斜する反射面を示す記録も得られた。

【分 野 名】地質

【キーワード】海面変動、堆積物、沿岸、平野、地球環境、地中レーダー

【研究 題 目】内湾における河川プリュームの挙動と貧酸素水塊の形成過程に関する研究

【研究代表者】馬込 伸哉（地質情報研究部門）

【研究担当者】馬込 伸哉、高橋 暁、谷本 照己、  
山崎 宗広、湯浅 一郎  
（常勤職員4名、他1名）

【研究 内 容】

初年度の夏季に観測された河川プリューム周辺の密度場と流れ場の支配要因を数値モデルにより調べた。まず、再解析データと今年度公開された海上風データから、観測時の吹送流を気象データから再計算した。昨年度、アメダスの陸上データから補間された風データを用いたものと比べ、吹送流が強く評価された。次に、海面熱フラックスによる循環流を数値モデルにより計算した。係留期間中の冷却と加熱の反復は、海面熱フラックスを大きく変動させ、汀線方向に往復流を発生させた。このことは、係留期間中の汀線方向の流れに、海面熱フラックスの変動が大きく関与していたことを意味している。さらに、船舶観測から算出された残差流から熱フラックスによる密度流、吹送流、潮流の成分を分離し、河川プリュームの循環流を含む、その他の流れ成分を算出した。その結果、洪水時期を除く期間で、潮流の次に海面熱フラックスによる密度流が卓越していることが明らかとなった。観測時の貧酸素水塊は洪水後に河口周辺に形成されたが、その後徐々に解消されていた。この原因は、海面熱フラックスの変動に伴う流れで酸素の豊富な海水が輸送されたことに起因すると考えられる。本研究では漂流物挙動の簡易な定量化手法を考案した。

【分 野 名】地質

【キーワード】河川プリューム、貧酸素水塊、循環流、密度成層、遠隔撮影定量化手法

【研究 題 目】アナログ実験による脱ガス機構の解明

【研究代表者】並木 敦子（地質情報研究部門）

【研究担当者】並木 敦子（他1名）

【研究 内 容】

シリカ成分に富む粘性の高いマグマ（珪長質マグマ）は時として1980年のセントヘレンズの噴火のように噴煙柱が成層圏に届くほど激しい爆発的噴火をする。一方で1990年に始まった雲仙普賢岳の噴火のように殆ど同じ組成を持つマグマが爆発はおこさず、溶岩ドームを形成する事もある。このような噴火様式の多様性は「脱ガス」が決めていると考えられているがその詳細は良くわかっていない。爆発的噴火は被害の範囲が大きい為、噴火予知において爆発の有無を指摘する事は重要である。しかし、現在の噴火予知の方法では爆発の有無を指摘する事は難しい。それは脱ガスのメカニズム、および脱ガス出来なかった気体が起こす爆発のメカニズムが良くわかっていなかったからに他ならない。本研究ではまだ解明されていない前者の脱ガスのプロセスに着目する。

平成19年度は気泡を含む高粘性流体周辺の圧力を変える実験を行い、気泡を含む流体が膨張出来る限界の測定を試みた。その結果ゆっくりとした膨張では気泡を含む高粘性流体は気泡体積分率がおよそ90 %程度まで膨張出来る事がわかった。これは研究代表者が以前に行った高速の減圧過程とは異なる結果である。高速の減圧過

程では気泡の体積分率がおよそ70 %で気泡を含む流体の気泡壁に穴があき、気泡中に閉じ込められていた気体が大気中に開放される。この結果により気泡を含む流体が膨張できる限界（＝脱ガスが起こる条件）が減圧速度に依存する事がわかった。

また、実際の火道では減圧膨張の他に火道内のせん断が脱ガスに影響していると考えられる。よってこの効果を検証する為の実験装置を設計・開発した。

【分 野 名】地質

【キーワード】脱ガス、噴火様式、せん断、気泡

#### 【研究 題 目】ブレイン・マシーン・インターフェイスのための課題切り替え機構の解明

【研究代表者】松本 有央（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】松本 有央（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究では認知機能に重要な役割を果たしている前頭葉の神経細胞の活動を定性的に説明する人工神経回路網を構成することを目的とする。特に課題を切り替えているサルの前頭葉の神経細胞活動を説明する人工神経回路網を構成する。これは前頭葉を損傷している患者に対して、認知機能を回復するためのブレイン・マシーン・インターフェイス（BMI）を構成するのに役に立つ。平成19年度は人工神経回路網の開発をおこなった。BMI研究において外界の変化によって、脳内のニューロン活動が変化することが知られている。例えば、ニューロン活動から腕の運動軌道の情報を抽出して、それを用いてロボットアームを操作するときに、始めはうまくロボットアームを操作できないが、次第にニューロン活動が変化してロボットアームを操作できるようになる。このときニューロン間のシナプス結合が動的に変化したと予想される。これは、高頻度のシナプス入力ニューロンに入った時に、シナプス荷重が減少するシナプス減衰と呼ばれる現象により示唆されている。このようにシナプス減衰現象は重要な役割を果たすと予想されているが、その機能的な役割はよく分かっていない。そこで人工神経回路モデルである連想記憶モデルにシナプス減衰モデルを組み込んで、シナプス減衰が連想記憶モデルにどのような影響を与えるかを調べた。その結果、連想記憶モデルの引き込み領域は拡大した。これは、入力により多いノイズが入ったときでも、正しくパターンを想起できることを意味している。先行研究において、連想記憶モデルを用いて脳内の神経細胞の挙動を定性的に再現できることが分かっている。それゆえ、今回のモデルを発展させることで、課題の切り替わりという外界の変化によって、シナプス結合が動的に変化したときの人工神経回路モデルを開発でき、課題切り替え機能を補填する人工神経回路モデルの開発につながる。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】前頭葉、人工神経回路網、神経活動解析

#### 【研究 題 目】側頭葉の階層的情報処理メカニズムの解明

【研究代表者】菅生 康子（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】菅生 康子、内山 薫  
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

本研究では、大脳皮質の神経回路網の構造とそれが機能するメカニズムを明らかにすることにある。そのため、既存の研究による知識の蓄積がある、視覚系の情報処理に関わる神経回路網を解明する。視覚情報は網膜に点のように敷きつめられた視細胞にとらえられ、点の情報として分解される。その後、外側膝状体を経て大脳皮質の視覚1次野へと伝えられる。大脳皮質で処理されるにしたがって、ニューロンが応答する視覚刺激も、線あるいは輪郭やエッジなど、点を統合した形になってくる。そして側頭葉の下側頭皮質では、ニューロンがさらに複雑な図形に応答することが知られており、形態知覚の最終段階の情報処理が行われるとされてきた。近年、応募者らは、顔を視覚刺激とした実験で、サル側頭葉の単一ニューロンがまずヒトかサルかという情報を処理し、それから個体や表情の違いについての情報を処理していることを明らかにした。さらに、最近応募者ら独自の理論的研究により、この時間的なダイナミクスを持った階層的な情報処理を可能にする神経回路をモデル化した。本年度は、この独自のモデルの妥当性を神経科学的研究によって検証するため、連合記憶条件下でのニューロン活動にモデルを適用するための基礎的データを収集した。霊長類（サル）に連合記憶課題をトレーニングし、行動実験および、単一ニューロン活動の記録実験を行った。下側頭皮質でニューロン活動を記録したところ、視覚刺激の物理的特徴をコードするニューロンと記憶情報をコードするニューロンが存在することを明らかにした。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】実験系心理学、脳・神経、神経科学、学習・記憶

#### 【研究 題 目】哺乳類運動ニューロンの中核及び末梢における神経伝達の機能発達

【研究代表者】西丸 広史（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】西丸 広史（常勤職員1名）

【研究 内 容】

（目標）

本研究課題では脊髄運動ニューロンの軸索終末から放出されるグルタミン酸の生理学的役割、特にシナプス結合の強化、選択およびその効率の変化とその発達様式を明らかにすること及びその機能的意義を調べることを目的とする。

（研究計画・進捗状況）

GABA 作働性ニューロンが GFP を発現する GAD67-GFP ノックインマウス新生児の脊髄摘出標本において

GFP を発現する腰髄腹側に細胞体が局在するニューロンからホールセル記録し、近傍の腰髄前根の電気刺激に対して単シナプス性興奮性応答の性質を明らかにすることを計画した。腰髄前根の刺激強度を上げるとこの応答の振幅と持続時間が増大し、約70-130 Hz で連続発火する。NMDA 型受容体拮抗薬の AP5の灌流投与によりその持続時間は短くなり、連続発火は抑制される。このことはこの運動ニューロンから Renshaw 細胞へのシナプス伝達経路において、グルタミン酸受容体は運動ニューロンが強く興奮した際に Renshaw 細胞の発火を持続させる役割を担っていることを示唆した。また脊髄後根の電気刺激によって脊髄反射経路を活性化すると、Renshaw 細胞に応答潜時の短い興奮性応答と応答潜時の長い持続的な抑制応答がみられた。このことから、脊髄の運動中枢が活動する際、Renshaw 細胞は運動ニューロンからの興奮性入力を受けるだけでなく、脊髄運動中枢を構成する介在ニューロンから主に抑制性にその活動を調節されていると考えられた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳・神経、動物

【研究題目】 神経活動による眼球運動の予測

【研究代表者】 渡辺 由美子 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 渡辺 由美子 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では神経活動から実際に行う眼球運動の方向を予測することを目指す。平成19年度は、主に脳の複数領域から記録された神経活動のデータを比較することによって、神経活動による眼球運動方向の予測が脳の領域毎にどのように異なるかを検討した。具体的には、眼球運動が必要な行動課題を行っているサルの視床背内側核から記録された複数の神経活動から算出したポピュレーションベクトルの時間変化を、同様の課題を行っているサルの前頭連合野背外側部から記録された複数の神経活動から算出したポピュレーションベクトルの時間変化と比較した。両領域とも、視覚刺激が提示された方向と眼球運動の方向が同じ課題条件では、視覚刺激の提示と眼球運動の開始までの間の待ち時間(遅延期間)にポピュレーションベクトルの方向は視覚刺激および眼球運動の方向を表現し続け、視覚刺激と眼球運動の方向が異なる課題条件では、遅延期間に視覚刺激の方向から眼球運動の方向へとポピュレーションベクトルの方向が変化した。しかし、ポピュレーションベクトル方向が変化し始めるタイミングは前頭連合野背外側部に比べて、視床背内側核の方が早いことが明らかになった。以上の結果から、前頭連合野背外側部よりも視床背内側核の方が、視覚情報から運動情報への変換が早く始まっていることが示唆される。また視床背内側核、前頭連合野背外側部ともに、ポピュレーションベクトルの時間変化を調べることにより、実際に行う眼球運動の方向を予測できるが、視

床背内側核の方がより早い段階で予測できる可能性が示された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳神経、眼球運動、視床

【研究題目】 指運動の生後発達にともなう神経回路変化の解明

【研究代表者】 肥後 範行 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 肥後 範行、村田 弓

(連携大学院学生)

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

人を含めた霊長類の生後発達過程において、手指の巧緻動作の発達は比較的遅いことが知られており、第一次運動野から脊髄運動ニューロンへと至る単シナプス性経路(皮質運動神経投射)が生後に形成されることがその発達の構造的基盤となっていると考えられている。しかし、脳内神経回路の変化に関してはこれまであまり注目されてこなかった。手指の動作発達の基盤となる脳内神経回路変化を明らかにするために、神経突起の構造変化にかかわる神経成長関連タンパクに着目し、その発現をニホンザルおよびアカゲザルにおいて調べた。その結果、神経成長関連タンパクの一つである GAP-43の発現は生後数ヶ月の運動皮質(第一次運動野、運動前野、補足運動野)において一過性に上昇することが明らかになった。発現の上昇は皮質運動神経投射の起始する5層の大型錐体細胞だけでなく、主として皮質間結合を担う3層の錐体細胞においてもみられた。さらに GAP-43の運動関連領域、特に運動前野腹側部における遺伝子発現は、実験的に大脳皮質損傷を作成したのちの運動機能回復にともなっても上昇することが明らかになった。これらの結果から、GAP-43の関わる神経回路形成が生後数ヶ月の運動皮質内で生じ、これが手指の巧緻動作が発達するための神経基盤となっている可能性を示すものである。また脳損傷後の運動機能回復と生後発達とは共通のメカニズムがあることが推測される。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 幼児、運動皮質、霊長類、巧緻動作、遺伝子発現、神経可塑性

【研究題目】 リーマン幾何的最適化法の信号処理への応用

【研究代表者】 西森 康則 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 西森 康則 (常勤職員1名)

【研究内容】

目 標

独立成分分析等の統計的信号処理を行う学習機械のパラメータ集合は曲がった空間(多様体)と捉えられる。この学習機械のなす多様体上の適切なリーマン構造を考慮した最適化法に基づく新しい学習アルゴリズムを開発



し、それを用いた f-MRI などの脳データの解析を目指す。  
研究計画

研究代表者が独立部分空間分析を解く際に導入した旗多様体上のリーマン幾何的最適化法を主に以下の点で発展させる。

1. 自然勾配法だけでなく共役勾配法、ニュートン法を導出し、性能解析・比較を行う。
2. 実旗多様体だけでなく複素値独立部分空間分析を解くのに必要な複素旗多様体上でのアルゴリズムの導出、性能解析を行う。
3. 旗多様体は、固定した個数、次元の直交した部分空間全体のなす多様体と捉えられるが、この部分空間の個数、次元を様々に変えることは、旗多様体の族を考察することに等しい。独立部分空間分析を最も一般的な設定で解くにはこの旗多様体の族の上での最適化を行う必要がある。この問題を幾何的手法とジャンプ拡散過程、ノンパラメトリックベイズ法等を組み合わせることで解く手法を開発する。
4. 旗多様体上の状態空間モデルの解析を行う。

また、旗多様体の異なる部分空間の間の直交性を緩和して得られる空間（部分空間配置）や、独立成分分析等の行列分解による手法を一般化して、テンソルの分解によって現れる多様体（variety）上の最適化法について調査研究を行う。

年度進捗状況

#### 1. MCMC ハイブリッド測地線法

実旗多様体上の最適化における局所最適解の問題を克服するために、自然勾配に基づくリーマン幾何的最適化法に、MCMC 法と類似のアニーリング過程を組み合わせた MCMC ハイブリッド測地線法を提案した。この手法により高確率で独立部分空間分析の大域的最適解が得られることを数値実験により示した。

#### 2. 複素旗多様体上のリーマン幾何的共役勾配法

昨年度まで取り組んでいた複素シュティーフエル多様体を一般的した複素旗多様体上のリーマン幾何的最適化法を提案した。昨年度までは自然勾配法のみを考察していたが、今年度リーマン幾何的共役勾配法を提案した。これを複素値独立部分空間分析の学習アルゴリズムとして用い、自然勾配法よりも優れた性能を持つことを数値実験により示した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス、ライフサイエンス

【キーワード】統計的信号処理、最適化、脳データ解析

【研究 題 目】嫌気性廃水処理におけるバルキング原因微生物の網羅的解析と迅速モニタリング技術創成

【研究代表者】成廣 隆(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】成廣 隆(他1名)

【研究 内 容】

UASB プロセスにおける嫌気性バルキングを予防するためには、汚泥が流出するなどの致命的な事態に陥る前に、バルキングの原因となる微生物の増加を検知し対策を講じる必要がある。このような現場レベルでの微生物モニタリングに用いられる微生物群検出技術は、可能な限り簡便かつ迅速に実施可能であることが望ましい。そこで本研究では、RNA を検出の指標とする迅速かつ簡便な新規微生物群検出技術として開発された配列特異的 rRNA 切断法 (RNase H 法) の適用を考えた。40種類のオリゴヌクレオチドプローブからなる嫌気性廃水処理プロセス微生物群検出用プローブセットを、6種類の嫌気性汚泥に適用した結果、メタン生成条件下における有機物分解で重要な役割を担う嫌気性共生細菌や、メタン生成古細菌が検出された。その構成種はリアクターの運転条件により異なり、例えば中温プロセスでは *Methanosaeta* 属が 6-49 %、高温プロセスでは *Methanosarcina* 属が 40 % の割合で検出された。また、嫌気性バルキングが頻繁に見られるリアクターでは、*Chloroflexi* 門、KSB3門に属する細菌が高い割合で検出された。これらの結果から、本研究で作成したプローブセットは嫌気性廃水処理プロセスの微生物群解析に適用可能であることが示された。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】嫌気性廃水処理プロセス、嫌気性バルキング、クローンライブラリ、T-RFLP、RNase H 法

【研究 題 目】ホタルルシフェリン生合成酵素の単離

【研究代表者】丹羽 一樹

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】丹羽 一樹 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

ホタルに代表される光る生物は、生体内の化学反応で光を作り出している。このような発光反応は、簡便で高感度な分析ツールとして、臨床検査や食品衛生検査などいろいろなところで応用されている。新しい発光反応系が発見されると、その反応を利用した新しい分析ツールの応用開発が可能になる。我々はこれまでに、ホタルルシフェリンが L-システインより生合成されることを見だし、生合成反応を利用した発光反応系を開発し、その有用性を検討してきた。本研究ではこの生合成経路に着目し、ホタル発光反応のメカニズムや進化的起源についての研究を行う。具体的には、生合成関連酵素などの遺伝子単離を目指す。ルシフェリンの生合成には複数の酵素が必要であるが、それら全てがホタルのみに特異的なわけではなく、どの生物にも含まれる酵素も利用している。実際に、脂質代謝に関連する酵素がルシフェリン生合成に関与することが予想される。生合成酵素の遺伝子を利用することで、発光効率の改善や、新しい分析ツールの開発などに繋がることが期待される。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生物発光、生物機能、バイオイメージング

〔研究 題 目〕 無機炭酸利用能を持つ細菌群集の海洋物質循環過程への関わり

〔研究代表者〕 山田 奈海葉（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 山田 奈海葉（常勤職員1名）

〔研究 内 容〕

海洋では、植物プランクトンの光合成による有機物生産を始点とし、これを動物プランクトンなどの高次栄養段階者が順次捕食していく「古典的食物連鎖」と、従属栄養細菌による有機物の分解・利用を中心とする「腐食食物連鎖（微生物ループ）」の2種類が物質循環を駆動している。細菌群集は表層から（光の届かない）深層まで、現場の物理的環境を問わず広く存在し、物質循環駆動の上で極めて重要な役割を担っている。一方、海水中には、炭素量換算すると大気中の二酸化炭素の60倍にも相当する大量の無機炭酸が存在しており、海洋細菌の中には、有機物（だけ）ではなく無機炭酸を餌（基質）として取り込み、自身の体（有機物）に変換する能力を持つ細菌が存在することが明らかになりつつある。このような未知の食物連鎖が海洋の物質循環に潜在的に寄与している可能性を検討することは非常に重要である。そのため、無機炭酸利用能を持つ細菌群集の存在量、無機炭酸の取り込み速度やプロセスなどについて知る必要がある。無機炭酸利用能を持つ細菌の存在量については、過剰量の重炭酸塩を添加し、細胞分裂阻害剤と共に培養したときに、細胞が肥大・伸張する細菌をその指標とする方法を考案した。さらに、無機炭酸を取り込んで有機物に変換する速度とプロセスを知るために、放射性同位体標識した重炭酸塩を細菌細胞全体へ取り込む速度および細菌細胞のうちタンパク質画分へ取り込む速度を調べる方法を検討した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 海洋物質循環、無機炭酸、海洋細菌

〔研究 題 目〕 電場勾配型高精度 TOF-MS 装置の開発

〔研究代表者〕 全 伸幸（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 大久保 雅隆（常勤職員2名）

〔研究 内 容〕

プロテオミクス研究が対象としている生体分子は事実上無数にあり、特に大きな質量を持つ生体分子の構造・機能の解明が急務である。飛行時間型質量分析装置（TOF-MS: Time Of Flight・Mass Spectrometer）において通常用いられる検出器が測定できる質量は高々数十万 Da であるが、検出部に超伝導トンネル接合素子（STJ: Superconducting Tunnel Junction）を組み込むことによって、数百万を超える質量を有する生体分子の観測をも可能にする。ただし、STJ は接地電位で動作

させる必要があるため、負の高電圧にフロートされている TOF-MS の飛行管を接地し、その代わりにイオン加速部に高電圧パルスを印加し、生体分子イオンを検出部まで到達させる必要がある。単純な生体蛋白質のひとつであるリゾチーム（分子量: 14,351）に対して7,500 V 程度の高電圧パルスを印加して加速させ、検出器に汎用的な MCP を用いたところ、信号を取得することに成功した。得られた質量分解能は100であった。

一方、本研究では質量分解能の向上も目指しており、電場勾配型イオン加速法を提唱している。電場勾配型イオン加速法とは、イオンの加速方向と逆勾配の高電場を印加することによってイオンの初期エネルギーおよびに初期位置を強制的に揃えてやり、高い質量分解能の実現を目指したものである。当該加速法は、高速な立ち上がり時間と立下り時間を有する高電圧パルスが必要であるが、高電圧パルス発生器に改造を施すことにより、立ち上がり時間100 ns、立ち下がり時間30 μs の高電圧パルスを実現している。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 質量分析、超伝導検出器、TOF-MS、プロテオミクス、計測工学

〔研究 題 目〕 米試料中農薬類のモニタリング調査

〔研究代表者〕 大竹 貴光（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 大竹 貴光（常勤職員1名）

〔研究 内 容〕

近年、BSE(牛海綿状脳症)や食中毒、農薬混入事件等により、食品の安全安心に対する関心が高まっている。特に食品中の農薬については、わが国において一定量を超えて農薬等が残留する食品の販売等を禁止する「ポジティブリスト制度」が平成18年5月に導入されたこともあり、一般の消費者からも注目されている。農薬は病気や害虫などから農作物を守る等の目的として使われているが、使用量を適切にしなければ食品に農薬が残留することもあり、それを食すことによって食品経由で農薬に曝露することが考えられ、場合によってはヒトの健康に悪影響を及ぼすこともある。しかし、食品経由の農薬曝露については十分に評価が行われていないのが現状である。そこで本研究では、消費量が多い食品の1つである米を摂食することに伴う農薬類曝露に着目し、将来的に曝露量評価を行うための下地として、国内で流通する米の農薬類の濃度レベルモニタリングを行うことを目的とする。

今年度は、モニタリング調査のための準備、検討を予定通り行うことができた。具体的には、論文などの情報を元に対象農薬類および米試料を選定した。さらに、加圧流体抽出法(PLE)を用いた分析法において、条件の最適化を行った。対象農薬は、種類によっては熱に弱いなどの理由で分析中に分解し、高温、高圧条件下で抽出を行う PLE を用いると正確な分析値を得られない可能性

があった。そこで添加回収試験を行ったところ、良好な結果を得ることができ、対象農薬について PLE を用いた分析法が有効であることを示した。来年度は、今年度最適化した分析法により、実際にモニタリング調査を進める予定である。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】残留農薬、食品、分析、米、モニタリング

【研究 題 目】メタゲノムライブラリーを利用した未知遺伝子スクリーニング法の開発

【研究代表者】内山 拓（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】内山 拓（常勤職員1名）

【研究 内 容】

近年、新規な有用酵素遺伝子を獲得する方法として、微生物の分離・培養のステップを経ない、メタゲノムライブラリーを利用した手法が注目を集めている。研究代表者も新しいメタゲノムライブラリースクリーニング法として、SIGEX (Substrate Induced Gene EXpression) 法を考案し発表をおこなっている。しかしながら同法には、クローン化される遺伝子群が宿主の転写システムとの相性に依存するという欠点があった。そこで研究代表者は、SIGEX の原理を活かしつつより多様な微生物群から遺伝子を取得するために、本研究において SIGEX の宿主範囲の拡張を行うこととした。新たな宿主の候補として、産業有用微生物であり、またモデル生物としても研究が盛んな枯草菌 *Bacillus subtilis* を利用する系の構築と、また産業上有用性の高い耐熱性酵素の取得を考慮し、好熱菌 *Thermus thermophilus* に関しても系を構築することを試みることにした。

平成18年度は、*T. thermophilus* の至適生育温度である 75 °C 付近でも安定に蛍光を発する事のできる、耐熱性緑色蛍光タンパク質 (Green Fluorescence Protein; GFP) を保持した好熱菌オペロントラップベクターの作製を行った。その結果、発現が不安定ではあるが、75 °C 付近でも蛍光を発する事のできる、好熱菌オペロントラップベクターの作製に成功した。また中等度高熱菌であり、遺伝子組換え系が確立されている *Geobacillus thermodentrificans* を宿主として、65 °C 付近で安定に蛍光を発する事のできる中等度高熱菌オペロントラップベクターの作製にも成功した。*B. subtilis* を利用した系に関しては、*B. subtilis* と *Escherichia coli* のシャトルベクターに *gfp* 遺伝子を組み込み、両方の宿主で使用可能なオペロントラップベクターの構築に成功した。このようなベクターを用いることにより、宿主の違いにより得られる陽性クローンの相違が明確になると考えている。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】メタゲノム、メタゲノムライブラリー、スクリーニング

【研究 題 目】塗布光反応法を用いた室温動作巨大磁気抵抗薄膜の開発

【研究代表者】中島 智彦（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】中島 智彦（常勤職員1名）

【研究 内 容】

記録面密度を飛躍的に向上させた次世代磁気ディスク装置の実用化には非常に高感度な磁気抵抗材料が必要となる。そこで本研究は室温動作巨大磁気抵抗 (CMR) 効果を示すペロブスカイト型マンガン酸化物の製膜を目標とする。平成18年度、室温巨大磁気抵抗を示す材料の母物質となる A サイトイオンが層状秩序した  $\text{SmBaMn}_2\text{O}_6$  のエピタキシャル薄膜の作製に世界で初めて成功した。製膜手法はエキシマレーザ照射を用いる塗布光照射法を用いた。平成19年度は製膜条件の最適化とイオン置換による磁気抵抗効果の発現を目標として研究を行った。最適製膜条件は基板温度が 500~600 °C であり、雰囲気制御できる炉内において Ar ガスを 200 ml/min 以上の流量で流し、KrF レーザのフルエンスを 140 mJ/cm<sup>2</sup> 以上に設定してレーザ照射を行うことで A サイト秩序構造が得られることが分かった。還元雰囲気での処理によって発生する酸素欠損は 500 °C で 1 時間酸素アニールを行うことによって解消することが出来る。また、空気中におけるレーザ照射、または 900 °C 程度で酸素アニールによって A サイト秩序型構造は容易に無秩序化してしまうことが分かった。これはバルク体において観測された結果を再現している。次に A サイトイオンの Sm を La で全置換した物質の製膜に取り組んだ。層状秩序させた  $\text{LaBaMn}_2\text{O}_6$  の製膜は Sm と同条件で行うことができ、こちらも  $\text{SrTiO}_3$  基板上にエピタキシャル成長させることに成功した。この単結晶膜について磁気特性を調べたところ 330 K で強磁性転移を示し、バルク特性を再現したことを確認した。また、室温で 135 % の磁気抵抗率が発現した。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】磁気抵抗、塗布光照射法、ペロブスカイト型マンガン酸化物

【研究 題 目】ナノケージ材料からの気相 O<sup>-</sup>イオンの生成と応用

【研究代表者】西岡 将輝（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】西岡 将輝、山本 光夫、内田 雅樹（常勤職員1名、外部機関2名）

【研究 内 容】

本研究の目的は、ナノゲージ材料である  $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$  ( $\text{C}_{12}\text{Al}_7$ ) を O<sup>-</sup>生成源として、 $\text{C}_{12}\text{Al}_7$  の環境・医療技術、半導体プロセスなど、あらゆる分野への応用を検討することにある。

今年度は、これまでに改良を進めてきた大気圧中でのイオン分析技術を利用し、 $\text{C}_{12}\text{Al}_7$  から発生した O<sup>-</sup> の大



気中での形態を調べることで生成や反応メカニズムの検討を行った。また、大気中に生成した  $O^-$  および、水中に溶解した  $O^-$  を利用することで、排気ガス浄化など環境プロセスへの応用研究を行った。具体的には下記の通りである。

#### 【 $C_{12}Al_7$ から発生する $O^-$ の大気圧条件化での挙動】

大気圧下で  $C_{12}Al_7$  から生成する  $O^-$ 、負イオン種の測定を四重極質量分析計を用いて行った。これまで20 Torr までの負イオン種の測定を行ったが、装置改良・測定条件の最適化を行った結果、 $C_{12}Al_7$  から生成する負イオン種を大気圧下で初めて測定することができた。大気圧付近の測定では、 $O^-(H_2O)_n$  や  $O_2^-(H_2O)_n$  などの酸素負イオンを核にした水クラスタ構造を取ることが確認された。また負イオンのみならず、 $H^+$  や  $H^+(H_2O)_n$  のクラスターなど正イオン種の生成も確認された。このことから、大気圧中では、酸素負イオンクラスタと正イオン種との再結合により中性のクラスタとして  $OH(H_2O)_n$  のような活性化学種が関与する反応機構を提案することができた。

#### 【気相 $O^-$ を利用した応用用途】

表的なシックハウスガスであるホルムアルデヒドあるいはアセトアルデヒドを含むガスを、400 °C の  $C_{12}Al_7$  粒子充填層を通過させることにより  $CO_2$  に変換することが出来た。また、排ガス中の  $SO_2$  を除去する脱硫プロセスにおいて、 $C_{12}Al_7$  由来の負イオン種を添加することで脱硫率を高めることがわかった。

#### 【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】 活性酸素、揮発性有機溶媒、VOC、促進酸化法（AOP）、アセトアルデヒド、マイエナイト、吸着剤

#### 【研究 題 目】マルチメディア型会議録の構造化に関する研究

【研究代表者】 浅野 太（情報技術研究部門）

【研究担当者】 浅野 太、麻生 英樹、緒方 淳、河本 満、松坂 要佐、山本 潔（常勤職員3名、他2名）

#### 【研究 内 容】

企業における顧客とのミーティングや公的機関における委員会など、会議録を作成する需要は非常に多いが、小規模の会議では、議事録を作成するにはコストがかかりすぎ、ビデオなどで収録した場合は、会議の内容を把握するために、収録した内容をすべて再生する必要がある、効率が悪い。本研究では、会議において、だれがいつどういう内容を発言したかを解析し、これに基づいて、視覚化・構造化されたマルチメディア・コンテンツを自動的に作成する。これにより、会議を収録したデータの中から必要な情報に効率的にアクセスしたり、会議録のダイジェスト版を作ったりすることが容易にできるようになる。平成19年度は、マイクロホンアレイを用いて、会議中に移動する人物の軌跡を推定するアルゴリズムを

開発した。この手法は、パーティクルフィルタを用いて、複数人物の移動した軌跡を推定するものである。特に発話の ON/OFF により、音源数が動的に変化した場合でも、音源数を推定しながら、同時に軌跡を推定できる天が、従来の手法と大きく異なる点である。会議中の人物位置を計測し、これを真値として、評価実験を行った。この結果、従来法に比べ、二乗平均誤差が3分の1程度に減少し、実用レベルに近い性能に達したものと考えている。画像処理においては、前年度より引き続き、人物行動認識アルゴリズムの改良による精度向上に取り組んだ。人物位置認識アルゴリズムは、確率的な焼き鈍し処理を加えることで誤検出の多い実環境においても、高い精度で人物位置の推定を可能にした。また収録した顔方向データベースを用いて人物の視線方向を推定する認識器を作成した。視線方向などの表層の情報だけでなく、会話の文脈に関する情報を持つことで、誰が誰に対して喋っているかを推定するアルゴリズムを開発した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ヒューマンインターフェース、マルチメディア

#### 【研究 題 目】機能的結合に基づく神経情報ダイナミクス・デコーディング

【研究代表者】 工藤 卓

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 工藤 卓、清原 藍

（常勤職員1名、他3名）

#### 【研究 内 容】

目標：

神経細胞間の機能的結合性の時間変動に着目し、時間方向の情報を入れ込んだ新しいダイナミクス・デコーディング解析を、生物学的知見と情報工学的手法とを融合することにより実現することを目標とする。

研究計画

- (1) 安定的培養条件の確立と電気活動経時変化のキャラクタライズ一段階として、培養細胞の密度に依存した機能的結合状態の経時変化の様態を解析し、本提案解析が最も有効に働く培養条件を確立する。
- (2) 機能的結合の空間パターンの識別（研究代表者、分担者、研究協力者1）

習型 T-ノルム演算子、T-コノルム演算子を用いて神経細胞間の結合構造を表現し、空間パターン特徴量データから、ノルムの結合パラメータを勾配法などの非線形探索手法で学習、同定する。

そのパラメータ推定によって、特徴的な機能的結合の空間パターンの論理性・規則性を抽出する。

年度進捗状況

安定的培養条件の確立と電気活動経時変化のキャラクタライズを行った。培養条件を7 mm 径のリング中に30万細胞を培養する密度で固定し、100日以上 of 長期間培

養細胞を維持した。この培養条件下で、ラット海馬分散培養系において神経細胞間の機能的な結合の分布は一樣ではなく、多数の入力を受けるハブ的な神経細胞が存在し、これらは神経回路網に於ける自発的な電気活動により自律的に構成されることが示唆された。これは、神経回路網の部位を切り替えながら電流刺激することで誘導活動電位の空間分布を解析することでも確かめられた。また、自発的活動電位の高頻度バースト活動後に、活動頻度の空間分布が不均一化すると言う興味深い知見を見いだした。培養細胞の密度に依存した機能的結合状態の経時変化の様態を免疫組織化学的手法で解析し、グリア細胞が増殖するが、培養後数十日で安定してくること、神経細胞の脱落は培養開始の早い時期に起こり、その後は比較的安定して維持されることを確認した。機能的結合の空間パターンを識別するためのアルゴリズムを開発した。学習型 T-ノルム演算子、T-コノルム演算子を用いて神経細胞間の結合構造を表現し、空間パターンの特徴量データから、ノルムの結合パラメータを勾配法などの非線形探索手法で学習、同定する手法である。これを培養神経回路網の電気生理学的データから計算するソフトウェアを開発した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 複雑系、T-ノルム、神経工学、BMI、神経情報コード

【研究 題 目】 視覚障害者の立体認識機構の研究および立体幾何学教材の開発

【研究代表者】 手嶋 吉法

(デジタルものづくり研究センター)

【研究担当者】 手嶋 吉法、池上 祐司(産業技術総合研究所、理化学研究所)、大内 進(国立特別支援教育総合研究所)、金子 健(国立特別支援教育総合研究所)、藤芳 衛(大学入試センター)、山澤 建二(理化学研究所)、渡辺 泰成(帝京平成大学)(常勤職員1名、他6名)

【研究 内 容】

2006年度より5年計画で、(a)視覚障害者の立体幾何学習の世界を広げる為の新教材開発、(b)視覚障害者の立体認識を高める学習方法の開発、(c)視覚障害者と晴眼者の立体認識機構の違いの解明や特徴づけなどに取り組んでいる。

今年度の主な活動内容として、(1)視覚障害者向けの触覚教材の各種開発、(2)全国の盲学校に対する立体教材アンケートの実施、(3)米国の博物館の視覚障害者アクセシビリティ調査、(4)「第2回幾何学教材と視覚障害者の立体認識シンポジウム」の開催、などである。以下、(1)の教材開発について補足する。

(1) 様々な視覚障害者向けの触覚教材を開発している。

今年度特に重点的に取り組んだものを挙げる。

(1-1)多面体教材各種：正多面体、準正多面体、双対多面体などを光造形法により試作した。また、そのうちの幾つかを粉末造形機(Z406 System)を用いてモデル作成を行い、触察に適したサイズを検討した。

(1-2)クラインの壺：2つに分割可能なクラインの壺を作った。これにより、視覚障害者は面と面が交差する部分を触って確認できるようになった。

(1-3)惑星儀(地球儀、火星儀、金星儀、月儀)：衛星探査などにより得られた実際の地形データを用いて、粉末造形機により直径約20センチの惑星儀モデルを作成した。従来モデルと比べ、細かな形状が触察し易くなった。

(1-4)有殻原生生物の実体モデル：放散虫および有孔虫の微化石を試料として、X線マイクロCT技術と積層造形法を用いることにより、実形状を精確に反映した三次元モデルを作成することに初めて成功した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 視覚障害、触覚、立体認識、幾何学教材、触わる教材、投影図、数学曲面、多面体

【研究 題 目】 ナノチューブ内に束縛された原子・分子の構造制御と物性研究

【研究代表者】 片浦 弘道

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 真庭 豊、宮田 耕亮、伊奈 真吾(常勤職員1名、他3名)

【研究 内 容】

カーボンナノチューブ(CNT: Carbon NanoTube)は、直径1.5 nm程度の炭素の筒であり、その内部には1 nm程度の細い空間が存在する。CNTの生成直後は、内部は真空であると考えられているが、CNT両端のキャップを除去する事により、気体分子をはじめとする様々な分子を内部に取り込むことが可能になる。これまでに、同じ炭素のみからなるフラーレン( $C_{60}$ や $C_{70}$ 等)や、水分子、ベータカロテンなどの有機分子が挿入可能であることが示されて来た。特に、水分子の場合は興味深く、温度を下げるとCNT内部で水は氷になるが、その際通常の氷ではなく、筒状の氷、つまりIce-Nanotube(Ice-NT)が形成されることがわかっている。

本研究課題では、これらCNT内部に形成される新たな構造体に着目し、その構造制御とそこに現れる新たな物性を明らかにする事を目標としている。今年度は、上記Ice-NTの物性について調べるとともに、電子顕微鏡による生体分子の直接観察を目指した研究を行った。なお、この研究課題は首都大学東京及び筑波大学との共同研究である。

CNTに内包された水分子は、室温ではランダムな構造で、液体状態として存在するが、低温にすると、Ice-NTを形成する。こういった新たな秩序相の出現は、ナノスケール固有の現象であり、マクロな系からの外層で

は理解できない。本年度は、太い単層 CNT を用いて詳細な実験を行い、ミクロな現象とマクロな現象の中間的な状態の検出に成功した。その領域では、これまで知られていなかった特殊な wet-dry 転移が観測された。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、アйсナノチューブ、分子内包

【研究 題 目】 硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌による堆積物からの硫化物の溶出抑制機構

【研究代表者】 左山 幹雄（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 左山 幹雄（常勤職員1名）

【研究 内 容】

富栄養化が進行し底層水の貧酸素化が進行している東京湾の堆積物表層には、細胞内に硝酸態窒素を高濃度に蓄積する硫黄酸化細菌（NA-SOB）が、広範囲にわたり高密度に生息している。本研究では、NA-SOB による堆積物からの溶存硫化物（ $\Sigma\text{H}_2\text{S}$ ）の溶出抑制機構を定量的に解明することを目的として、青潮が頻発している東京湾を対象海域として、現場調査及び培養実験系により NA-SOB、 $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  及び鉄（Fe）の動態を解析し、NA-SOB を組み込んだ物質代謝数理モデルを開発する。平成19年度は、平成18年度より継続して、NA-SOB の動態と、堆積物からの  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  の溶出、及び堆積物表層における S 循環・Fe 循環との関係について現場調査を行った。現場調査では、東京湾湾央部水深20 m の1地点において、堆積物表層における NA-SOB の biomass、population、intracellular- $\text{NO}_3^-$  濃度、 $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  の濃度プロファイル、堆積物からの  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  の溶出速度、 $^{35}\text{S}\text{-SO}_4^{2-}$  トレーサー法による硫酸還元速度（ $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  生成速度）、及び堆積物中の Fe の形態別（ $\text{FeOOH}$ 、 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{FeS}$ 、 $\text{FeS}_2$ ）濃度プロファイルの測定を行った。Fe の形態別の測定は、間隙水成分、アスコルビン酸抽出成分、塩酸抽出成分、オキザレイト抽出成分、及びダイサイアナイト抽出成分に分別して行った。底層水の溶存酸素濃度が高い冬季には、堆積物表層には10～25 mm の  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  が存在していない層が形成されていた。しかし堆積物表層の NA-SOB の密度は検出限界以下であり、また  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  との反応性が高いと考えられる形態（ $\text{FeOOH}$ ）の Fe 濃度も検出限界以下であった。これらの結果は、 $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  の酸化過程として、NA-SOB 及び Fe が関与していない新たな過程が機能している可能性を示唆している。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 イオウ酸化細菌、硫化物、硝酸態窒素

【研究 題 目】 ラドンを用いた複雑地形を含む安定大気境界層中の物質輸送の研究

【研究代表者】 近藤 裕昭（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 村山 昌平、三枝 信子、飯塚 悟、地球環境フロンティア研究センター：石

島 健太郎

気象研究所：松枝 秀和、澤 庸介  
（常勤職員3名、他3名）

【研究 内 容】

平成19年度は、昨年度までに開発したラドン計を産総研高山サイトに設置し、7月中旬～12月初旬に大気中ラドン濃度の観測を行った。観測を行うために、長期無人観測に適した試料前処理部やデータ通信部を含む測定システムを製作した。ラドン計の感度、静電捕集容器の容積・ガス交換性、試料空気の流量・除湿効率等を検討した結果、1台のラドン計で一定時間毎に流路を切り替えて、複数高度・地点で測定を行った場合、必要とされる測定精度や時間分解能が十分に得られないことが分かったため、2台のラドン計を用いて、尾根の地表付近および林冠上の2高度、あるいは、尾根と稜線上2地点の地表付近について、それぞれ期間を変えて連続測定を行うことにした。前年度の気象研での観測では、 $\text{CO}_2$  濃度の変動と類似した日周変動が見られたが、高山サイトにおいては、 $\text{CO}_2$  については日中低濃度、夜間高濃度の顕著な日周変動が見られるものの、ラドンについては複雑な変動を示すことがあり、必ずしも  $\text{CO}_2$  の変動と対応していなかった。風向が斜面上昇流時に尾根で高濃度、下降流時に稜線上で高濃度になる傾向も見られたが、必ずしも当てはまらないこともあった。これらは、高山サイトの複雑地形を反映した現象と推察されるが、今後さらにデータを蓄積し数値シミュレーションによる解析が必要であることが示唆された。

RANS による数値シミュレーションを端のある夜間の平面上の植生キャノピーを対象として実施した。従来の知見とは異なり、キャノピー内に構造の異なる2つの領域が生成された。このような構造を持つキャノピー上で、実際の観測を模して物質の輸送量を調べた。当初の予想とは異なり、水平方向には物質の多くは移流ではなく、乱流で輸送されていることが示唆された。この知見をもとに、最終年度はデータの再解析を行うことを予定している。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ラドン、鉛直拡散輸送過程、炭素循環、土壌起源トレーサー

【研究 題 目】 インテグロン・ジーンカセットメタゲノム解析の基盤整備とその有効性評価

【研究代表者】 丸山 明彦（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 ホサム エルセイド、久留主 泰朗、布施 博之（常勤職員3名、他2名）

【研究 内 容】

微生物が保有するインテグロン・ジーンカセット（IGC）部位に着目し、多種多様な微生物が混在する環境微生物試料を対象とした効率的な機能遺伝子探索手法（IGC メタゲノム解析手法）として確立するための基盤



整備を行う。これまで全く未解明な極限環境試料や汚染環境試料等を対象とし、この IGC システムの普遍性や特徴、見出された機能遺伝子の特徴や生息環境との関連性、発現産物の特徴や有用性等の解明を通し、本手法の有効性や得られた結果の科学的意義、応用の可能性等について評価することを目的としている。本年度は、これまでに微生物生態学的な調査・解析の経験をもつ海底熱水系試料や石油汚染環境試料を主な対象として研究を行った。その結果、独自に開発したプライマーセットを用い、遺伝子増幅法によりその機能遺伝子部位を多数採取し、それらの塩基配列や推定アミノ酸配列を決定した。大腸菌を用いた遺伝子発現実験により、それらが実際に発現可能な状態にあることを確認した。また、インテグレーションや微生物の系統分類学的な指標遺伝子についても解析を進め、新しいタイプのものを多数見出した。これらの結果は、本手法が環境微生物解析に有効であることを示すとともに、その多様性が従来の培養可能な微生物で知られているそれよりかなり大きいこと、未知有用遺伝子が含まれている可能性が高いことなどを示唆しており、さらに異なる試料での評価を予定している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】微生物、遺伝子、メタゲノム、機能、特殊環境

【研究題目】細胞内ネットワークモデルと分子計測データとの整合性評価法の開発

【研究代表者】堀本 勝久  
(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】堀本 勝久、富永 大介、油谷 幸代  
(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究は、過去の実験解析により得られた分子間の関連性に基づいて構築されたネットワーク構造と、そのネットワークを構成する分子について特定の条件で計測されたデータとの整合性を見積もる方法を、統計学及び計算機代数学に基づくアプローチによって開発し、細胞環境に応答して変化するネットワーク構造を明らかにすることを目的としている。

平成19年度は、それぞれのアプローチによる方法のプロトタイプの開発を行った。統計学に基づくアプローチでは、まず与えられたネットワークをグラフ理論に基づき部分グラフに分解した後、計測データから尤度を計算する。次に、類似グラフを多数生成して得られる尤度分布を極値分布でモデル化し、計測データから得られた尤度について整合性の有意確率を算出する。計算機代数学に基づくアプローチでは、まず、ネットワーク構造を微分方程式系にモデル化し、それをラプラス変換により代数方程式系に変換する。また計測データを指数多項式でフィッティングし、同じく代数方程式系に変換する。これら2つの代数方程式系について最小二乗法の適用に

より、整合性を見積もると同時にネットワーク構成分子間の動力学的係数も推定する。さらに、これら2つの新規整合性評価法の有用性を評価した。統計学に基づく方法を大腸菌の既知遺伝性制御ネットワーク群とそれらを構成する遺伝子の発現プロファイルに適用したところ、この方法は大きなネットワーク構造についても適用可能であることが判明した。ただし、グラフ理論に基づく部分分解を行うため非巡回型ネットワークにしか適用できない欠点がある。一方、計算機代数学に基づく方法は、まだシミュレーションデータへの適用に留まっているが、ネットワーク構造について制限がなく評価が可能であることが判明した。ただし、ネットワーク構造が大きい場合計算量が膨大になる欠点がある。今後、これら欠点の改良を行いと様々な実計測データへの適用により生物学的新知見の発見を目指す。

また、計算機代数学に基づく方法の国際的交流のため、Algebraic Biology2007をオーストリアのヨハネス・ケプラー大学記号計算研究所で開催した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ネットワーク、環境応答、グラフィカル・モデル、記号計算、国際研究者交流

【研究題目】重希土類元素およびインジウムの濃集機構と資源ポテンシャル評価の研究

【研究代表者】渡辺 寧 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】渡辺 寧、村上 浩康、実松 健造、松枝 大治、水田 敏夫、石山 大三、吉田 武義、林 謙一郎、浦辺 徹郎、鹿園 直建、清水 正明、木村 純一、渡邊 公一郎、今井 亮  
(常勤職員3名、他11名)

【研究内容】

本プロジェクトでは、重希土類およびインジウムの濃集過程の研究と、これらの元素の資源ポテンシャル評価を海外で実施し、今後の鉱床探査・開発に資する鉱床探査指針と、資源の安定供給のための方策の提案を目指すと同時に、重希土類元素やインジウムに富む還元型花崗岩がなぜアジア大陸や南米の内陸部に形成されたのかその成因解明を目指している。

平成19年度には、希土類に関してはベトナム、タイ、ラオス、チリで、インジウムに関しては日本、中国、モンゴル、ロシア各国の鉱床の調査を行った。希土類全般の資源・埋蔵量、生産量と今後の需要予測の調査を各種文献や各国政府機関印刷物、鉱山会社のウェブサイトからの情報をもとに産業技術総合研究所で行った結果、希土類の資源量は8000～9000万トンと多いものの経済的に採掘できる埋蔵量は800～900万トンであり、重希土類の割合は極めて限られていることが判明した。また今後30年間の希土類の総需要は800～1000万トンと予想され、1900年から2006年までに生産された総希土類量220万ト

ンの4～5倍に達することが判明した。

調査の際に採取した試料は日本の研究機関で各種の化学・鉱物分析を行った。これらの調査の結果、以下の事実を確認した。1) ベトナム、タイで希土類に濃集した花崗岩風化殻を確認。特にベトナム Nui Phao 地域の花崗岩風化殻には、現在、重希土類元素を供給している中国の竜南鉱床を上回る希土類量が含有されることが判明。2) ラオスではアルカリ玄武岩風化殻に希土類が約1000 ppm 含有され資源ポテンシャルが極めて高いことが判明。3) 希土類抽出実験の結果、中国・日本で採取された花崗岩風化殻中の希土類は主として粘土鉱物に吸着されていることが判明。4) チリでは IOCG 型の鉱床の鉄鉱石に希土類を含有する燐灰石が数%伴っていることが判明。モンゴルでは北東部の Nongon Ondor 地域の鉛・亜鉛鉱床の試料を採取し分析を行っているが、現在のところインジウム含有鉱物を見出していない。ロシアではカムチャッカ半島の鉱床調査を行ったが、採取試料の通関手続きに時間がかかり、試料の分析等は平成20年度に実施する。

【分 野 名】地質

【キーワード】レアメタル、重希土類、インジウム、成因解明、探査指針、資源ポテンシャル

【研究 題 目】温熱蓄熱用蓄熱材料の溶融・凝固に関する基礎的研究

【研究代表者】宗像 鉄雄（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】永田 眞一（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

水和塩は比較的高温で相変化を起こし潜熱が大きいいため温熱蓄熱材料として着目されているが、非調和融解に伴う相分離や著しい過冷却が問題となっている。本研究では、これらの問題を解決するために、1) 相分離のメカニズムの実験的観察および非調和融解に対する外部電場印加効果、2) 結晶核生成に対する超音波等の外力場効果、3) 分散型電源あるいは負荷平準化のための最適な温熱蓄熱システムの設計指針、等を明らかにすることを目標とする。平成19年度は、相図が良く知られている酢酸ナトリウム三水和物（融点58℃）を対象に、凝固プロセスに対する電場、過冷却度、濃度の影響に関し実験を行い、解析のためのモデル化を行った。電場の影響に関しては、結晶核生成、凝固速度および相分離現象に対し種々の電場を印加した実験を行ったが、いずれの場合も電場による明確な差異は見いだせなかった。凝固速度に対する過冷却度と濃度の影響に関しては、過冷却度48 K まで、濃度40～55 %の範囲で実験整理式を得ることができた。水溶液の凝固プロセスのモデル化に関しては、一般に、凝固の進行に伴って結晶成長界面で濃度・凝固点温度が変化し、結晶成長界面の形状も平坦ではなくなるため複雑な計算を必要とするが、1) 結晶成長界面形状は平坦、2) 実験で得られた凝固速度に従って結晶

は成長、3) 固相の最高到達温度は融点、4) 融液内対流は無視、5) 凝固は円筒容器内で軸対称に進行、と単純化してモデル化を行った。実験結果と同様の条件を用いて本モデルによって得られた結果を種々の条件と比較した結果、ほぼ同様の温度変化となったことから、本モデルの有効性を確認できた。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】熱工学、省エネルギー、エネルギー効率化、結晶成長

【研究 題 目】最高の臨界温度を示す水銀系高温超伝導体の高品質単結晶 育成：超伝導機構解明への展開

【研究代表者】永崎 洋（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】永崎 洋、伊豫 彰、李 哲虎、本橋輝樹、社本真一（常勤職員3名、他2名）

【研究 内 容】

高水銀蒸気圧下で試料育成可能な耐圧容器を試作し、水銀系銅酸化物超伝導体  $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+\delta}$  の単結晶育成を行うことに成功した。得られた試料のアニールを行うことにより、 $T_c=70\text{K}$  の低ドーブから  $T_c=95\text{K}$  を有する最適ドーブまでの試料の作製に成功した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】水銀系銅酸化物、超伝導体、単結晶

【研究 題 目】高温超伝導体の電子状態における酸素同位体効果に関する角度分解光電子分光研究

【研究代表者】相浦 義弘

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】永崎 洋、増井 孝彦、吉田 良行（常勤職員3名、他1名）

【研究 内 容】

高温超伝導体の電子状態における酸素同位体効果の試料のキャリア数に対する依存性を同定するために、加熱処理温度および酸素分圧を調節することにより試料の酸素量制御を行い、角度分解光電子分光の精密測定結果から結合バンドおよび反結合バンドのフェルミ面を分離し、各々の面積からキャリア数を検証した。また、ラマン分光測定を用いて酸素同位体置換量の検証を行った。さらに、高精度で運動量空間中での位置を同定しつつ光電子スペクトルの微細な構造を解析することを可能とするために、極低温超高真空中での測定中に試料の方位制御を可能とする超高精度の多軸試料ゴニオメータの開発を進めた。その結果、キャリア数を精密に制御した高温超伝導体  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  試料において、運動量空間中で「ノード方向」のフェルミエネルギー付近の電子構造に現れる屈曲（キンク）構造のエネルギー位置が、同位体置換による酸素原子質量の変化に伴い変位することを定量的に示した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】高温超伝導、角度分解光電子分光、電子構造

【研究題目】オプティック・コードによる癌の悪性度を認識する新規バイオセンシング技術の開発

【研究代表者】Kaul Sunil  
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】Kaul Sunil、Wadhwa Renu、  
吉崎 慎矢 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

このプロジェクトは癌細胞特異的マーカーとナノ粒子を用いた早期癌診断ツールを開発することを目的としている。HSP70ストレスシャペロンであるモータリンが多くの不死化や腫瘍細胞において発現上昇していることがわかっている。さらに、モータリンは癌細胞の表面で高発現している。この結果に基づき、抗モータリン抗体が癌細胞に内在化するか検証し、特定の抗体が癌細胞へ内在化する特性を有していることを明らかにした。内在化する抗体に FITC、もしくは蛍光ナノ粒子 (量子ドット) を結合させることで、*in vitro* におけるリアルタイムイメージングが可能となり、またこの蛍光付加抗体を細胞内へ内在化させることで、蛍光観察による追跡が可能な細胞を作製することができた。内在化する抗体に結合させた量子ドットは細胞毒性がなく、細胞の構造や機能的性質に大きな変化は見られなかった。次に量子ドット付加抗体の内在化効率、感受性、検出限界を検討したところ、作製した量子ドット付加抗体は癌細胞に非常に早く取り込まれ、複数回の細胞分裂を経ても検出可能であった。現在は細胞内在化量子ドットを利用し、癌における *in vivo* イメージング手法の開発を行っている。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】癌、ナノバイオ、分子認識

【研究題目】嗅覚模倣型ニオイ情報処理アルゴリズムに関する研究

【研究代表者】佐藤 孝明  
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】佐藤 孝明、廣野 順三  
(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

目標:

単一種ニオイ物質が有す複数種ニオイ要素の共通性とユニーク度の相対強度評価を、1組の鏡像異性体、スベアミント様ニオイの R(-)カルボンとキャラウェイ様ニオイの S(+ )カルボンを対象に行う。さらに、ニオイ識別実験を高速に行える鼻挿入穴選択型行動実験システムを試作し、行動実験の効率化を図る。また、嗅覚レセプタ機能発現培養細胞を用い、複合成分刺激に対するレセ

プタのニオイ識別能を明らかにする。得られた結果などを用いて、嗅覚神経系のニオイ信号処理プロセスモデルとしての嗅覚模倣型ニオイ情報処理アルゴリズムを高度化する。

年度計画:

ニオイ要素の共通性とユニーク度を調べるために、R(-)カルボンと S(+ )カルボンを主成分として、それらの単体成分臭と異なるニオイ要素を有す成分を加えた複合成分臭とに対する応答の相違を計測し、複合成分の構成成分がニオイ要素の認識形成に寄与する程度を評価する。さらに、嗅覚レセプタ機能発現培養細胞を用い、センサー化の方法を検討する。

年度進捗状況:

R(-)カルボンと S(+ )カルボンを主成分とする混合成分臭について、要素情報は、主成分の持つ要素情報が支配的となり、ユニーク度も主成分が支配する傾向が見られた。また、新たな実験パラダイムを試みた結果、少量成分でもニオイの質に多少変化を与えることが示唆された。8秒サイクルでニオイ提示し識別させる鼻挿入穴選択型行動実験システムの試作を完了し、予備実験を開始した。嗅覚機能代替センサー方式の検討においては、受容細胞と機能発現培養細胞での嗅覚レセプタの応答特異性の一致が確認され、センサー要素素子としての同機能発現系の有効性が示された。また、レセプタの活性化にはニオイ分子の中間部との相互作用が必要なことが明らかになり、2種のカルボン応答レセプタの機能発現に成功した。一方、発現困難性を解消すると報告された部分的 RTP1の共発現を試みたが、期待された改善は見られなかった。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】嗅覚レセプタ、嗅覚機能、匂いセンサ

【研究題目】優性変異アクチンを用いたアクチンフィラメントの機構解明

【研究代表者】上田 太郎  
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】上田 太郎、野口 太郎  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

アクチン・ミオシン系による力発生は、ミオシンがアクチンフィラメントと結合し、ミオシンのレバーアーム領域が角度変化することで力が発生するという「レバーアーム説」が有力である。この説によれば、アクチンフィラメントの機能はミオシンと結合してリン酸の解離を促進するとともに、それに引き続くパワーストロークの足場を提供するだけであり、単なる受動的な構造要素にすぎないという考え方も成り立つ。しかし、化学修飾アクチンフィラメントを用いた最近の研究などから、ミオシンとアクチンフィラメントの相互作用は、力発生に不可欠な未知の現象を引き起こすことを示唆しており、そ



の未知の現象は、アクチンフィラメントのサブユニット間の協調的な構造変化を介するものである可能性が高い。こうした現象の分子機構を解明することは、アクチン・ミオシン相互作用の重要な未解明部分に光をあてるうえで大きな意義があるのみならず、レバーアーム説を超える新たな力発生機構の提唱につながる可能性もあり、運動タンパク質の研究における最重要なフロンティアの一つであると考えられる。そこで本応募研究課題では、われわれが新規に開発した効率的組換えアクチン発現系を利用して生成した変異組換えアクチンを様々な手法を用いて多角的に解析し、アクチンフィラメントの構造変化と、力発生におけるその動的機能を解明する。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 蛋白質分子モーター、組換えタンパク質発現系

【研究 題 目】 細胞内 mRNA の定量的分布解析と細胞への mRNA 導入技術の開発

【研究代表者】 中村 史

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 中村 史、徳元 康人(東京大学特任講師)、木原 隆典(東京大学特任助教)  
(常勤職員1名、他2名)

【研究 内 容】

本研究の目的はナノ針を用いた単一細胞内からの mRNA 抽出技術の開発である。poly(A)を標的として poly-T 鎖修飾ナノ針を細胞内に挿入し、一定時間保持した後に抜去し、SYBR Green を用いて mRNA 回収量を評価する方法を考案した。

まず、mRNA と poly-T 鎖の二本鎖形成に必要な時間の検討を溶液中で行った。細胞内の組成を模擬したバッファーを用いて poly-T 鎖溶液と SYBR Green 溶液を調製し、混合した後、mRNA を添加し、共焦点レーザー走査型顕微鏡(CLSM)を用いて蛍光強度の経時変化を観察した。mRNA 添加6分後から蛍光強度が上昇し、10分以内に一定となった。

探針を SPM と APM を用いて洗浄し、APTES でシラン化反応を行い、Sulfo-NHS-LC-LC-Biotin を架橋剤としてストレプトアビジンを固定化した。その後、50 mer のビオチン化 poly-T 鎖を修飾した。この探針を mRNA 溶液に37 °Cで10分間反応させた。その結果、針表面積当たりの mRNA 回収量は約3000分子/m<sup>2</sup>と見積もられた。

また、poly-T 鎖修飾ナノ針の細胞への挿入確率を調査した結果、無修飾ナノ針で83 %、ストレプトアビジン修飾ナノ針で83 %、poly-T 鎖修飾ナノ針で75 %であった。poly-T 鎖修飾されたナノ針表面は細胞と接触する表面積が増大し、挿入時の力学的抵抗の増加が起こるため、挿入確率が低下したと考えられる。挿入後のナノ針を SYBR Green によって染色し、CLSM で蛍光観察した

結果、明瞭な蛍光が観察され、mRNA 回収が可能であることが示唆された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞操作、RNA 抽出、AFM、ナノ針、タンパク質発現

【研究 題 目】 超高効率化合物半導体量子細線発光ダイオードの開発

【研究代表者】 王 学論

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 小倉 睦郎、永宗 靖  
(常勤職員2名)

【研究 内 容】

III-V 族化合物半導体を材料とする高効率発光ダイオード(LED)は21世紀の省エネルギー・長寿命の照明光源として大きな注目を集めている。従来の平坦基板上に成長した LED の場合、発光部で発生した光は、界面での全反射、電極による遮蔽、基板による吸収などの原因によって、高い効率で外部へ取り出すことができない。我々は、形状基板上に成長した GaAs/AlGaAs 系量子微細構造の自然放出光は、試料の断面形状を制御することによって極めて高い効率で外部へ取り出せることをホトルミネセンス(PL)の実験で明らかにした。本研究の目的は、このような形状基板上への選択成長技術を利用し、従来デバイスの光取出し効率を遥かに超える化合物半導体 LED をより簡単なプロセスで実現することである。

昨年度は、V 溝形 GaAs 基板の(001)平坦面に成長した微細な量子井戸構造からの発光は量子井戸構造の上下を Al 組成の高い障壁層で挟み、簡単な光閉じ込め構造にすることによって60 %を超える効率で外部に取り出せる現象を発見した。本年度では、上記現象の発現メカニズムの解明とともにそれを利用した高効率 LED の作製を行った。発光のメカニズムについて、角度分解 PL による発光強度の空間分布測定および FDTD 法を用いた電磁波モードの理論解析から、(001)平坦面部において電磁波の強い局在モードの存在が確認され、共振器量子電気力学による自然放出光の増強効果と同様なメカニズムに起因することを示唆する。また、この現象を高効率 LED に応用するためには、V 溝底の垂直量子井戸を介した量子細線部への直接電流注入の抑制が重要であることも判明した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 発光ダイオード、光取出し効率、形状基板

【研究 題 目】 マイクロ空間を用いる生体高分子精密合成技術

【研究代表者】 宮崎 真佐也

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 宮崎 真佐也(常勤職員1名、他2名)

# 〔研究内容〕

近年、タンパク質・核酸・糖質などの生体高分子は、生体適合素材として様々な分野に応用されつつある素材である。昨今の生体への適用、特に医療関係での生体高分子のニーズに応えるためには、物性を厳密にそろえる必要が生じてきた。しかし、従来これらの合成技術として、有機化学的な手法が用いられてきたが、その反応制御は困難であり、合成される高分子の物性はロット毎にばらつきが否めなかった。このため、精密合成を行う反応方法、あるいは反応の精密制御を行うプロセス技術の確立が望まれている。本研究では、生体高分子の精密合成反応場としてのマイクロ空間化学技術の確立と、これを利用したマイクロ化学プロセスの開発を目指す。

本研究において、産業技術総合研究所は高分子合成に適したマイクロリアクターの作製技術の確立と、ポリマー合成条件の最適化を行った。まず、コラーゲンやエラスチンポリマーの合成を題材として、ジフェニルリン酸アジドによる重合を種々のマイクロミキサーを用いて行うことにより、混合効率が反応に影響することがわかった。この混合は粘度と流量に非常に影響を受けやすいことを踏まえ、最終的にマイクロリアクターの最適化を行い、分子量分布が狭く、平均分子量が10万以上のポリマー合成が可能となった。この結果は様々なポリペプチドの合成に応用が期待されるものである。また、楕形ポリマーの合成では、せん断の違いによる反応性の差異が認められたため、反応挙動の一般的な理解を目的としてマイクロ空間内での生体高分子の挙動をタンパク質とDNAについて各々解析した。様々な形状を持つマイクロ流路を用いたタンパク質の挙動解析では、流路構造がその折りたたみに影響することがわかった。また、DNAの分子会合の熱力学的解析により、DNAの分子会合がエンタルピー・エントロピー補償に従うことがわかった。これらの結果から、生体高分子を用いた楕形ポリマー合成では、主鎖となる高分子と側鎖高分子各々の分子挙動を制御する必要があることが予想された。この結果を基に、マイクロリアクターを設計し、楕形ポリマーを効率よく合成することも可能となった。

以上、本研究によりマイクロリアクターを用いる生体高分子合成に関する基礎的な知見と、いくつかの高効率マイクロリアクターの開発に成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 マイクロリアクター、生体高分子、高分子合成

〔研究題目〕 細胞核にターゲティング可能な DNA 内封ナノ粒子の分子設計

〔研究代表者〕 中西 真人

(バイオセラピューティック研究ラボ)

〔研究担当者〕 酒井 菜絵子 (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

遺伝子治療の実用化のために必要な遺伝情報導入効率の向上については、細胞内部と外部環境との境である細胞膜や、核と細胞質の境界である核膜が大きな障壁であることが知られている。従来の遺伝子デリバリーの研究では、主に DNA の細胞膜通過に焦点をあてて研究が進められてきたが、近年、核膜がさらに大きな障壁であることが認識されるようになってきた。

DNA の核への標的化については、これまでに、核移行シグナルというペプチドを表面に呈示したナノ粒子を使って約40キログラム塩基対の DNA を能動的に核内に輸送できることを明らかにした (Eguchi, et al., 2005)。これは、直径50 nm の粒子が能動的に核に輸送され得ることを示した世界で初めての画期的な成果である。しかし、この系ではナノ粒子が核に移行する効率は10%程度であり、移行活性を阻害するメカニズムが存在することを強く示唆している。

2007年度は、研究計画の最終年度として研究のまとめを行った。結論として、ナノ粒子の核移行を阻害しているのは、細胞質においてナノ粒子の ATP 依存的な分解機構があること、この分解がナノ粒子表面に提示したペプチド依存的であることを見いだした。試験管内タンパク質分解システムではこの現象は再現できず、これまでに知られていない機構によるものである可能性が示唆された。またペプチド提示ナノ粒子の作成の過程で見いだした D タンパク質をキメラタンパク質作成用タグとして使うタンパク質生産系は、これまで発現できなかったさまざまな転写因子等、難発現性のタンパク質にも応用可能であることを示した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子治療、核移行、ナノ粒子

〔研究題目〕 金属/酸化物ナノヘテロ界面の雰囲気依存構造変化のメカニズムに関する研究

〔研究代表者〕 香山 正憲

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 香山 正憲、秋田 知樹、田中 真悟、前田 泰、田中 孝治 (常勤職員5名)

〔研究内容〕

金属ナノ粒子が酸化物など無機物質表面に接合した金属/無機ナノヘテロ界面系は、特異な化学的・電子的機能が発現し、環境触媒や電極触媒など様々な応用が期待される。当該グループは、Au/CeO<sub>2</sub>系の電顕観察において、電子線照射や雰囲気依存した CeO<sub>2</sub>の酸化・還元状態に応じて Au 粒子の形状や接触角がダイナミックに変化する現象を見出だしている。本研究では、Au/CeO<sub>2</sub>系などを対象に、電子顕微鏡観察・表面科学手法・第一原理計算の三つの連携により、雰囲気依存した担体の酸化・還元状態の変化、表面・界面ストイキオメトリや酸素空孔濃度の変動、界面の原子・電子構造やエネルギーの変化、金属ナノ粒子の形状・接触角変化、機能の変

化等を明らかにし、雰囲気依存構造変化のメカニズムを解明することを目的とする。平成19年度は、電顕観察では、Au/CeO<sub>2</sub>系の雰囲気依存性について、水素雰囲気加熱による粒成長挙動の観察を行い、水素雰囲気下でオストワルド成長が抑制されることを見出した。また、HAADF-STEM 観察を行い、Au/CeO<sub>2</sub>界面の原子配列に関する詳細な情報が得られた。表面科学手法では、ケルビンフォース顕微鏡を導入し、まず、Au 粒子表面の観察を行った。第一原理計算では、Au/CeO<sub>2</sub>界面の酸素終端界面と Ce 終端界面の(1X1)モデルの第一原理計算を行い、HAADF-STEM 観察との比較を試みた。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】電子顕微鏡観察、第一原理計算、表面科学手法、金属/無機ナノヘテロ界面

【研究 題 目】金属と小分子との反応に関する研究：金属単原子からクラスターへ

【研究代表者】徐 強(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】徐 強、滕 雲雷(常勤職員1名、他1名)

【研究 内 容】

レーザーアブレーションマトリックス単離赤外分光法と理論化学計算手法を組み合わせることにより、周期表の広範囲にわたる金属と CO、CO<sub>2</sub>、NO、H<sub>2</sub>O、N<sub>2</sub>等の各種小分子との反応について研究を行い、反応（中間）生成物の構造、結合性質と反応性及び反応エネルギーと反応機構を解明した。

ゲルマニウム、鉛やスズと H<sub>2</sub>O との反応について詳細に調べ、新規に反応生成物を見出し、同位体置換や理論計算により、同定を行い、構造や電子構造を明らかにした。

イットリウムやランタンと N<sub>2</sub>との反応では、新規に MNN、(MN)<sub>2</sub> (M=Y, La)や Y<sub>3</sub>NN などの反応生成物の生成を見出し、同位体置換や理論計算により、同定を行い、構造や電子構造を明らかにし、反応機構を解明した。

特に、初めて金属水素化合物と CO との反応について研究を行った。一連の新規金属ヒドリドカルボニル化合物の形成を見出し、これらは、水素と一酸化炭素を反応物とする多くの触媒反応の反応中間体や反応機構について重要な情報を与えるものである。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】クラスター、触媒、反応機構

【研究 題 目】還元反応に基づく生体蓄積性有機フッ素化合物の非焼却分解・無害化システム

【研究代表者】堀 久男(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】忽那 周三(常勤職員1名)

【研究 内 容】

有機フッ素化合物は界面活性剤やコーティング剤等の様々な用途に用いられてきたが、一部が環境水に残留し、生物中に蓄積していることが報告されている。その典型

がペルフルオロアルキルスルホン酸類とペルフルオロカルボン酸類である。このためこれらの排出削減のために工場廃棄物(排水、工程液)を分解・無害化することが急務となっている。しかしながらこれらは非常に安定で、完全分解には約1000℃の高温を必要とする。また、焼却では生成するフッ化水素ガスが焼却炉材を激しく劣化させるという問題がある。このため焼却以外の分解方法の開発が望まれている。本年度はペルフルオロアルキルスルホン酸類の例としてペルフルオロヘキサンスルホン酸を取り上げ、亜臨界水中での分解反応の詳細な検討を行った。その結果、250～350℃の亜臨界水中で鉄粉を添加することでフッ化物イオンと硫酸イオンまで効果的に還元分解できること、鉄粉の比表面積を増加させることで反応が促進されること、ガス相には二酸化炭素と微量のトリフルオロメタンが生成するが、トリフルオロメタンは CF<sub>3</sub>ラジカルと HF の反応で生成していること、超臨界水を用いると分解反応はさらに促進するがトリフルオロメタンの生成も増加すること等を明らかにした。さらにペルフルオロカルボン酸類については基質と鉄(II)/(III)イオンおよび酸素間の光酸化還元作用によりフッ化物イオンと二酸化炭素まで室温で効果的に光触媒分解できること、パーフルオロカルボン酸類よりも毒性が懸念されるフルオロテロマー不飽和カルボン酸類については過硫酸イオンから発生させた硫酸イオンラジカルによりフッ化物イオンと二酸化炭素まで迅速に光分解できることを明らかにした。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、分解、無害化、ペルフルオロカルボン酸、ペルフルオロアルキルスルホン酸、PFOA、PFOS、テロマー

【研究 題 目】ジェットマトリクスによる高温流れの剥離能動制御に関する研究

【研究代表者】吉田 博夫(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】壹岐 典彦、瀬川 武彦、阿部 裕幸、星 佳伸(常勤職員5名)

【研究 内 容】

本課題は最終年度を迎えた。3年間、基礎から応用まで研究を展開することができた。閉ループ翼剥離能動制御の実証ならびに高温アクチュエータの開発と実証が行われ所定の成果は挙げられたものと考ええる。

ガスタービン、燃焼器、熱交換器など高温で使用される流体機械や機器に対するアクチュエータは皆無である。アクチュエータが高温で作動するためには、材料の耐熱性が高いこと、熱防御に有利な構造・機構であること、などの要件を満たさなければならない。従来多く用いられてきた高分子材料等は適用できない。本研究では、上記の条件下で運転が可能なセラミック材料を用いたプラズマアクチュエータに着目し、高温におけるプラズマジェット発生の実験を行った。500℃までの高温に対しブ



ラズマアクチュエータの作動を実証した。当初、1,000℃までの作動実現を目指したが、検討の結果現状使用可能な材料では困難であることが明らかになった。更なる高温での作動は今後の大きな課題となった。方向性としては冷却可能な電極構造と耐熱コーティングの組み合わせ技術が検討されなければならない。プラズマアクチュエータ全体に関して合計5件の出願を行い、内2件は高温化に関する出願である。また、プラズマアクチュエータの静電場の解析が行われ、定性的な加速傾向との比較が行われ、解析結果と実験結果が定性的に対応することが確認された。プラズマアクチュエータ用特殊電源も実用化され市場に提供されたことは特筆に値する。国内外の関心も高い状況である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】アクチュエータ、高温、能動制御、表面プラズマジェット、誘電体バリア放電

【研究題目】レーザー法による超音波伝播映像のその場計測技術の開発と非破壊検査への応用

【研究代表者】高坪 純治(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】津田 浩、遠山 暢之、宮内 秀和  
(常勤職員4名)

【研究内容】

実構造物を伝わる超音波をその場で動画映像として観察しながら欠陥検査できる分かりやすい超音波探傷法の開発を目指して、レーザー利用の超音波伝搬可視化技術を開発した。本技術は、超音波伝搬の相反定理を利用したもので、レーザー照射点を走査させながら、熱ひずみ超音波を発生させ、固定点に取り付けた探触子で受信した信号波形列を基にして受信点位置から発振される超音波の動画映像を取得するものである。本年度はパルスレーザー、ガルバノミラー、A/D ボード、PC で構成される超音波伝搬映像化システムを構築し、その性能試験を行った。その結果、エルボ管のような複雑形状構造物でも超音波が伝わる様子を短時間で映像化することができた。また、レーザー照射角度やビーム径等の測定パラメータが可視化映像に及ぼす影響を検討し、鮮明な映像を測定するための計測条件を把握することができた。さらに、非破壊検査への適用性を検討するために、裏面にスリットき裂を有するアルミニウム管およびアルミニウム平板を用いて、スリット散乱波の可視化を試みた結果、1 mm サイズの裏面スリットからの散乱波を2 m 離れた位置に取り付けた探触子からの表面伝搬映像の中に観察することができ、本手法が欠陥検査にも適用可能なことを確認した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】レーザー、超音波、非破壊検査、可視化、欠陥

【研究題目】Web からの研究者ネットワークの抽出

【研究代表者】橋田 浩一(情報技術研究部門)

【研究担当者】橋田 浩一、和泉 潔(常勤職員2名)

【研究内容】

本研究の目的は、研究活動に関する Web 上の情報を集めて、研究者ネットワーク、つまり研究者間の関係を表すネットワークを抽出する技術の研究を行い、その技術・理論を進展させることである。さらに研究内容に関する情報を抽出し、最終的には対象とする研究分野の研究活動を活性化させる情報支援を行うことを目標とする。研究の提案時に設定した研究項目は以下であり、いずれも高いレベルで達成することができた。

- (1) 研究の内容に関するキーワードを抽出するアルゴリズムを構築する。
- (2) 研究者の研究内容による分類を自動的に行う技術を構築する。
- (3) 同姓同名問題を解消する技術および理論を構築する。
- (4) 複数の情報源から得た関係のデータを融合するための、人間関係についてのオントロジを整備する。
- (5) 研究者の研究活動を促進する研究者検索システムを構築する。

(1)～(3)については、ウェブに関する研究分野で国際的に最も権威ある WWW2007において論文が採択され、セマンティックウェブの権威あるジャーナルである Journal of Web Semantics にも採録された。(4)については、国内のセマンティックウェブとオントロジー研究会で発表を行なった。(5)に関しては、人工知能学会等で学会支援システムの運用を行なった。その内容を記述した論文は、人工知能の分野で国際的に権威ある AAAI2007に採択され、また、知能情報ファジィ学会にも別の論文が採択された。その他、これらの研究項目に関するさまざまな関連技術や理論に関する研究を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】Web マイニング、社会ネットワーク、Semantic Web

【研究題目】センダイウイルスの持続感染機構の解析と遺伝子治療用ベクターへの応用

【研究代表者】西村 健

(パイオセラピューティック研究ラボ)

【研究担当者】中西 真人、瀬川 宏知、佐野 将之、大高 真奈美、暁 波、酒井 菜絵子、梅村 洋子(常勤職員3名、他5名)

【研究内容】

遺伝子治療・再生医療など、遺伝情報を使った先端医療の実用化のためには、(1) 組織細胞への遺伝情報の導入効率が高い：(2) 遺伝情報の発現が持続する：(3) 宿主の細胞への障害や遺伝毒性が無い、といったさまざまな性質を併せ持つ遺伝情報導入・発現系の開発が必要となる。このうち導入効率の向上については、細胞内部と外部環境との境である細胞膜や、核と細胞質の境界であ

る核膜が大きな障壁であることが知られている。また、持続的な遺伝情報の発現はレトロウイルスのような染色体に挿入されるタイプのベクターを使うことにより可能であるが、その反面、染色体への外来遺伝子の挿入は細胞のがん化という副作用をもたらすことが臨床試験の結果から明らかになってきた。

細胞質で遺伝子発現を行う系としては、マウス・パラミキソウイルス1型として知られるセンダイウイルスを使ったベクターがあるが、これまでのセンダイウイルスベクターは細胞傷害性が強く、持続性のある遺伝子発現はできなかった。しかしバイオセラピューティック研究ラボでは、センダイウイルス変異株 Cl.151を基に細胞傷害性を欠き長期間持続的に遺伝子発現を行える新しい遺伝子発現系の開発に成功した。平成19年度は、前年度に行った「センダイウイルス変異株 Cl.151株の持続感染メカニズムの解析と、Cl.151ゲノム全長を使ったベクターの開発」を *Journal of Biological Chemistry* 誌に発表し、特許を申請した。また、このシステムからウイルス粒子形成に必要な遺伝子を欠損させた改良型ベクターを開発し、遺伝子治療やバイオ医薬品生産に関する共同研究を開始した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝情報、ウイルス、染色体、細胞質、遺伝子治療

【研究 題 目】 アクションと連動する衣類状態の視覚認識に関する研究

【研究代表者】 喜多 泰代（情報技術研究部門）

【研究担当者】 喜多 泰代、喜多 伸之、植芝 俊夫、Neo Ee Sian、松川 徹  
（常勤職員4名、他1名）

【研究 内 容】

本研究はアクションと連動した視覚認識機能を機械によって実現することにより、人工的な自律システムの高度化に貢献することを目的とする。今研究期間内では、基本的で単純なアクションとの連動に課題を絞り、アクションに関する知識をどのように画像認識に活用できるかを明らかにし、構築する衣類ハンドリングシステムに組み込む子を行っている。

本年度は、まず、距離画像を用いた衣類状態推定手法に関して、モデリングソフトウェアを用いて算出した衣類の予測3次元形状を観測距離画像形式に揃えるように変換し、2次元的な見え方の類似性判定に予測奥行と実際の観測奥行の一致度を組み込む手法の開発を行った。また、視覚認識結果に基づき、自動算出されるヒューマノイドアクションを実現するために、視覚認識部からアクションをトリガーできるヒューマノイドロボット用オンライン全身動作生成モジュールを構築した。さらに、ヒューマノイド3眼ステレオシステムのキャリブレーションソフトウェアを開発し、3 m 離れた場所において3

～5 mm の伽リブレーション精度を達成した。これら基盤モジュールの構築により、アクションを行うヒューマノイドロボットと視覚認識部との協調を可能とする実機環境が整った。この他、将来的に手元での作業も可能とすることを旨とした、広視野ステレオの実験を行い、ベースライン20 cm 程度で視野角160度の範囲においてステレオ計測が行えることを確認した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 コンピュータビジョン、ロボット

【研究 題 目】 不特定多数のユーザが音声認識誤りを訂正した結果を活用した音声情報検索に関する研究

【研究代表者】 後藤 真孝（情報技術研究部門）

【研究担当者】 緒方 淳、江渡 浩一郎  
（常勤職員2名）

【研究 内 容】

本研究は、エンドユーザに音声認識誤りを訂正する協力をしてもらうことで、音声情報検索性能、音声認識性能をどこまで高くできるかを探求することを目的とする。本年度は課題(1)「Web 上のポッドキャスト等のテキスト全文検索技術」、課題(2)「ユーザが音声認識による自動書き起こしテキストを閲覧し、認識誤りを訂正すること促す方法」、課題(3)「ユーザが訂正を繰り返した正解情報の自動学習等に基づく音声認識性能の向上技術」に関する研究を計画通り進めた。具体的には、課題(1)に関して、Web クライアント用インタフェース、音声認識器に加え、音声認識状態管理部、データベース管理部、検索サーバを実装し、検索用 Web サイトを構築した。音声認識状態管理部では、複数の音声認識器の負荷をモニタリングすることで、データベース管理部と連携してポッドキャストを次々と認識可能にした。課題(2)に関しては、ユーザがポッドキャストの音声認識結果を閲覧し、音声認識誤りを訂正できる機能を Web クライアント用インタフェースとして実現した。音声認識の中間表現（単語グラフ）を予約した confusion network（信頼度付き競合候補）を利用することで、ユーザが見通し良く効率的に訂正できるようにした。課題(3)に関しては、訂正により正しい書き起こしテキストが得られるので、音響モデルや言語モデルの再学習に取り組んだ。ポッドキャストは、ニュース、講演、インタビューなど、言語（内容）的にも音響的にも多様な特性の音声データを含むので、個々の特性に依存した音声認識を可能にした。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 音声言語情報処理、音声情報検索、音声認識

【研究 題 目】 中高齢者の膝関節痛低減に対する運動効果発現の機序に関する研究

【研究代表者】 横井 孝志（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当】金子 文成（人間福祉医工学研究部門）、  
片寄 正樹、古名、丈人（札幌医科大学）（常勤職員2名、他2名）

#### 【研究内容】

我々は、中高齢者の変形性膝関節症（膝 OA）に対して、疼痛および運動機能低下を予防するための介入として実施する運動プログラムを開発してきた。本研究では、その運動プログラムを改変しながらヘルスケアサービスとして実施し、効果が得られる対象の範囲（運動介入の適用）や、運動介入の実施によって疼痛緩和が生じる機序を明らかにすることを目的とする。

平成19年度には55歳から75歳までの中高齢女性を対象に運動介入前後における膝関節周囲の各種画像の撮像、理学療法検査などを実施し、運動介入の効果やその原因について検討した。医師により行われた X 線学的評価による膝 OA 分類では、40 %が grade2で最も多く、次いで grade1と grade3がそれぞれ24 %と22 %であった。また、grade4が10 %、grade5が4 %という内訳であった。この grade を要因として疼痛、自己記載式膝 OA 機能評価表（WOMAC）、各種運動機能などの初期状態が異なるかを統計学的に解析した。しかし、現時点では grade による主効果が認められたのは関節可動域のみであった。同様に、grade の違いにより運動介入効果に差を生じるか検討した。ビジュアルアナログスケールおよび WOMAC をアウトカムとした検討では、grade による主効果がなかった。MRI 像の読影結果において、約 50 %の参加者に半月板損傷が認められた。しかし、その中で疼痛などの症状が改善しないものはいなかった。これらの結果から、膝 OA に対する運動療法介入の開始時点において、膝 OA の X 線学的評価による grade や MRI 像の読影による半月板損傷の有無などで介入効果の適用を判断することは難しく、運動療法効果の適用範囲は幅広いことが示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】運動、予防、膝関節、疼痛

#### 【研究題目】左前頭葉における非言語的遂行機能の解明：脳外科的技術による認知科学へのアプローチ

【研究代表者】熊田 孝恒（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】熊田 孝恒（常勤職員1名）

#### 【研究内容】

本研究では、左前頭葉の非言語的な機能を、大学病院の脳外科との共同研究より解明し、左前頭葉の損傷に伴う機能低下を評価する手法の開発をめざす。本年度は以下の2点について検討を行った。

1) 非言語的課題遂行の機能低下にかかわる左前頭葉部位の特定 脳外科手術によって、左前頭葉の一部を切除した患者について、術後に顕著な低下を示す課題を探索するために、4種類の課題を実施した。そのうち、注意

の切り替えを必要とする課題（注意の捕捉課題）と課題のセットを切り替えることが求められる課題において、左前頭葉患者で顕著な成績の低下が認められた。特に、前者課題では、言語野の前方から上方の島回を切除した患者でその傾向が強かった。本研究の結果から、左前頭葉島回が、注意の捕捉を抑制する、あるいは注意の捕捉からの回復を促進する部位であることが示唆された。

2) 慢性硬膜下電極による脳波計測 医学的な見地から、術前に腫瘍摘出部位近傍の言語機能評価が必要と判断された患者には、腫瘍摘出手術の約2週間前に、想定される言語野周辺に電極（慢性硬膜下電極）を留置する手術が施行される。本研究では、この期間内に慢性硬膜下電極を用いて患者が課題きりかえを必要とする課題を遂行する際の脳波を計測した。刺激の提示タイミングにロックして誘発脳波を加算平した。その結果、従来の脳機能イメージングの研究で報告されている、島回前部に留置された電極から、課題切り替えの手がかりのオンセットに同期した誘発脳波が観察された。この結果から、左島回前部が課題に対する構えを生成することに関与していることが示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】注意機能、脳機能評価

#### 【研究題目】高齢者・障害者を考慮した聴覚情報環境の評価方法と情報提示手法の開発

【研究代表者】佐藤 洋（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】倉片 憲治（人間福祉医工学研究部門）、  
森本 政之、佐藤 逸人（神戸大学工学研究科）（常勤職員2名、他2名）

#### 【研究内容】

公共空間における聴覚情報活用のため、音環境調査と音響信号を用いた聴取実験を行い、本年度は以下の成果を上げた。

##### ①音声・サイン音聴取実験：

音声・サイン音を聴取する際の音の大きさについて、聴き取りにくさや単語の正聴率に及ぼす影響を定量的に測定し、聴覚信号提示時音量について、最小の提示音量、最適な提示音量、提示音量の上限値を得た。その際に聴力健常な若齢者、高齢者を被験者として用い、それぞれの聞き手に対してのデータを得た。

##### ②空間の騒音と反射音の測定・解析：

騒音の測定に関しては、聴覚情報が提示されているときの聴覚情報と騒音のレベルの双方が必要であるため、公共空間として駅舎や会議室、住宅内等において測定を行った。反射音の測定に関しては空間情報を得るためにマルチマイクロホン収録も従来のモノラルおよびバイノーラル測定と同様に試みた。平成19年度末に所内予算で所内に設置したマルチチャンネル音場再生システムによってさらに実験を継続し、様々な音環境の中での聴覚情報のデザイン手法について、これまで得た知見を元に



検証を今後行う。

③視覚障害者向け聴覚情報の現状調査：

白色雑音と誘導鈴の方向知覚に関して健常者と視覚障害者の差が見られなかったことから主に健常者を用いて、残響音が方向定位に及ぼす影響を評価した。また、視覚障害者を被験者として用いて、騒音下において誘導鈴の方向同定までの所要時間を計測し、判断の正確さと判断速度を両立する信号を確認した。また、聴覚情報の配置時には教育や周知等の広報活動が重要であることが明らかとなった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 高齢者、障害者、公共空間、音環境

【研究 題 目】 医療安全の向上を目指した医療機器操作  
行動解析手法の開発

【研究代表者】 山内 康司（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 篠原 一彦（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

目標：

本研究は、医療機器の操作について、行動解析の手法を用いて記録し分析するものであり、医療機器およびその使用方法に関する安全性向上に資することを目指している。

研究計画：

視線解析装置を用い、操作者の医療機器操作中の視線を解析する技術を開発する。本研究では、挿入時に空間認知能力が特に要求されると考えられる大腸内視鏡検査を対象とする。

内視鏡装置には臨床で実際に用いられている大腸内視鏡を用い、観察対象はトレーニング用の模擬大腸（シリコン製）とする。被験者に視点計測装置を装着させ、内視鏡挿入タスクを行わせ、その間の視線を計測する。

年度進捗状況：

上記視線解析装置を用いて、操作者の視線解析の予備実験を実施した。

被験者に視線解析装置を装着させ、虫垂口等への到達をゴールとした内視鏡挿入タスクを行わせ、その間の視線を計測した。視線は動画ファイルとして保存され、視線解析ソフトウェアを用いることにより、視線データから視線の停留点および停留時間などを算出した。また得られた視線データと内視鏡ビデオを時系列的に比較することにより、内視鏡の挿入目標方向を視認できる場合と視認できない場合で視線移動量に差異があることが確認できた。

一連の予備実験の結果、本システムにより内視鏡操作中の視線解析が十分な精度で可能であることが明らかとなった。ただし、用いた内視鏡モニタ（CRT）と視線解析装置のカメラの走査周波数が干渉し検出精度に影響することが判明したため、内視鏡モニタを液晶モニタに変更することによりこの問題を解決した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 医療安全、内視鏡、視線解析

【研究 題 目】 不均一温熱環境が睡眠時の人体に及ぼす  
影響の解明と住環境の安全で快適な空調  
計画

【研究代表者】 都築 和代（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 佐古井 智紀、新福 ミチヨ  
（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

夏季の冷房環境（気温26℃、相対湿度50%、気流0.2 m/s）と暑熱環境（気温32℃、相対湿度80%、気流0.2 m/s）、暑熱環境において送風がある場合（気温32℃、相対湿度80%、気流1.7 m/s）の3条件について青年男子を対象に睡眠ポリグラフ計測による睡眠段階と皮膚温、発汗量、深部体温などの体温調節反応データを被験者実験により取得し比較した。あわせて、睡眠の前後において温冷感、快適感や睡眠感についての申告を受けた。その結果、暑熱環境での睡眠効率率は78%と最も低く、冷房環境では96%であった。暑熱環境における送風時には睡眠効率が95%に改善された。それとともに、皮膚温や発汗量は冷房と暑熱条件の間になり、深部体温の低下が認められた。しかし、主観申告においては、暑熱環境条件の送風有る無しで有意な差は認められず、有意に暑い側、不快側の申告が冷房条件に比べて有意に多くなった。これらは、暑熱環境条件下の送風は対流熱伝達を増やすことにより、皮膚温の低下をもたらし、余分な発汗を抑制し、深部体温を低下させることが可能であることが明らかになった。しかし、感覚的には暑い側・不快側申告を減らすことはできなかった。これらの結果は、体温調節を補助することにより、睡眠効率は改善されたが、心理的には暑く不快であり、改善されなかったことを意味している。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 睡眠、高齢者、体温、室温

【研究 題 目】 転写制御蛋白質による転写終結領域の構  
造変化と機能解析

【研究代表者】 Penmetcha Kumar

（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 Subash C.B. Gopinath,

Dhakshnamoorthy Balasundaresan、  
水野 洋（常勤職員1名、他3名）

【研究 内 容】

目標：

枯草菌の転写制御タンパク質 HutP は、hut オペロンの転写制御領域 RNA の構造を変化させることで転写終結を解除することが知られている。しかし、転写制御遺伝子のストップコドンから分解酵素遺伝子群の開始コドンに至る RNA 配列（残基番号+489～+600）上のどの部

位が HutP との結合部位、つまり標的配列であるかは不明であるので、生化学的手法及び X 線構造解析法により明らかにする。

研究計画：

HutP は UAG 繰り返し配列を認識するので、この配列を 5' - 末端領域および 3' - 末端領域に含む 55mer - RNA を化学合成し、生化学実験及び X 線解析実験に利用した。生化学実験では、RNA のどの部位で HutP と結合するかを in-line-mapping 法を用いて調べた。また、UAG の塩基置換を施した hut-lacZ 融合ベクターを作製し、転写が終結するかどうかの In vivo 実験を行い、RNA の HutP 結合部位の重要性を調べた。X線構造解析法では、HutP-55merRNA-L-Histidine-Mg<sup>2+</sup>複合体の結晶を作製し、構造解析を行った。

19年度進捗状況：

以上の実験より、5' - 末端領域および 3' - 末端領域にある UAG 繰り返し配列が HutP との結合に重要であること、In vivo 実験より、転写の終結、終結解除にはこの繰り返し配列が重要で、HutP との結合により生じることが明らかになった。さらに X 線構造解析により、RNA は、HutP6量体の上下両面において、一方の面で 5' - 末端領域 UAG 繰り返し配列、他方の面で 3' - 末端領域 UAG 繰り返し配列と結合していることが明らかになった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 転写制御、RNA、X 線解析、機能解析

【研究 題 目】 医療計測のための超高感度・多項目免疫センサーの開発

【研究代表者】 丹羽 修（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 栗田 僚二、中元 浩平  
（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

近年表面プラズモン共鳴 (SPR) 法を用いた生体分子測定が注目されている。しかしながら、SPR 法では生体小分子に対する感度が乏しいことが知られている。そこで本研究では、金薄膜表面に西洋ワサビオキシダーゼ架橋 Os レドックスポリマー (Os-gel) を用いることにより、小分子測定を目的とした SPR 応答の増幅を検討した。電気化学並びに SPR 測定を行うため、リフトオフ法により金薄膜パターンをガラス基板上に形成し、さらに Os-gel を固定化した。測定の際には、深さ 20 μm の U 字型流路を有するポリジメチルシロキサン基板を貼り合わせることでフローセル化した。なお、クレアチニン測定時には、目的分子から過酸化水素を生成する 3 酵素を流路内に修飾した。修飾された Os-gel の酸化還元反応に伴い、SPR 角の可逆的な変化を得ることが出来た。また、クレアチニン導入に伴い良好な SPR 応答を得ることが出来、Os-gel を用いることにより、生体小分子を SPR 法に於いても高感度に検出可能である事がわかつ

た。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 表面プラズモン共鳴、医療用センサ、レドックスポリマー

【研究 題 目】 遺伝子発現の周辺確率分布モデル構築

【研究代表者】 ポール ホートン

（生命情報工学研究センター）

【研究担当者】 ポール ホートン、堀本 勝久、  
油谷 幸代（常勤職員3名）

【研究 内 容】

本年度では解析する遺伝子発現データの選定と処理を中心に計画を遂行した。マイクロアレイの公開データベース GEO ([www.ncbi.nlm.nih.gov/geo](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo)) を用い、マイクロアレイプラットフォーム GPL96 の登録データの内から 50 種類のヒト正常組織から計 2000 枚以上のサンプルをデータ解析の対象として選定した。GEO のデータは “.soft” という形式で公開されている為、soft 形式のファイルから遺伝子の発現値や他の遺伝子との相関などが計算できる処理プログラムを開発した。これに関連した、遺伝子発現プロファイルの類似検索ソフトウェアを誌上 (Bioinformatics) で発表を行った。そのほかに、発現データ選定を容易にする為に開発したツール「Hamster」を公開した (<http://hamster.cbrc.jp>)。2008 年に論文発表する予定の Hamster は、遺伝子発現プロファイルの可視化とクラスタ化ができるウェブツールである。

遺伝子発現周辺分布確率モデル学習に必要なプログラムの初期版を完成させた。具体的には、GEO データを R 言語に読み込み、Expectation-Maximization を利用し、発現データから Γ 分布の混合確率モデルを学習させることができるプログラムを開発した。更に、確率モデルの尤度とパラメータ数を考慮した Bayes 情報基準と赤池情報基準に基づいた、混合モデル成分数の選択も計算できる段階まで進んだ。クラスタ構造の可視化の為に、(既存のフリーソフトウェアを利用した) 発現データの Self Organizing Map 計算スクリプトも開発した。

データ処理以外には計画後半に必要な遺伝子特徴付けについて、遺伝子産物の細胞内局在予測法の改良を行い、Nucleic Acids Research 誌で論文発表した。また、混合確率モデル成分数クラスごとのプロモータ解析に必要なヌクレオソーム予測についての文献調査報告をまとめ、ファルマシア誌で発表を行った。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 機能性 RNA、次世代シーケンサー、配列解析、モチーフ抽出

【研究 題 目】 超音波により誘起されるマイクロヘテロ反応場の解析と化学プロセスへの展開

【研究代表者】 飯田 康夫（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 飯田 康夫、小塚 晃透、砥綿 篤哉、

辻内 亨、安井 久一（常勤職員5名）

#### 【研究内容】

超音波により誘起されるマイクロヘテロ反応場を用いて、アルコール注入法によるリン脂質リポソームの作成を行った。マイクロチャンネルにおけるY字型構造では、流体力学的作用により高効率混合が起こることが知られているが、超音波照射を行うことによってリポソーム粒子径はさらに小さなものとなり、従来にない高効率な攪拌効果が得られることを実証した。また、金ナノ粒子のマイクロリアクターによる調製では超音波照射による初期還元反応の制御によって粒子径の制御が可能であることを見出した。一方、気泡集団の動きがマイクロ空間に特定され、顕微鏡観察が容易になるというメリットを生かして、気泡の分裂や合体が起こる様子をマイクロ空間において高速度ビデオカメラにより詳細に観察した。

その結果、微量の界面活性剤添加によって気泡同士の合体は大きく阻害され、条件によっては気泡が集団化したクラスターが観測された。さらに、気泡の分裂は界面活性剤により促進され、合体・分裂どちらの過程においても界面活性剤は気泡径を小さくする方向に作用することを見出した。また、数十ミクロン程度の気泡表面から小さな気泡が連続的に規則正しく発生している様子が観測されるなど、従来、確認の困難であった各種の気泡挙動を明確に捉えることができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超音波、キャビテーション、気泡、シミュレーション、マイクロ反応場

#### 【研究題目】 視覚、触覚、行動の協調に基づくヒューマノイドによる行動環境の認識

【研究代表者】 横井 一仁（知能システム研究部門）

【研究担当者】 吉田 英一、登尾 啓史、喜多 伸之、Abderramane Kheddar、Olivier Stasse（常勤職員3名、他3名）

#### 【研究内容】

部屋の中に未知物体と既知物体が混在する行動環境に対して視覚、触覚、行動を協調してヒューマノイドロボットにより行動環境を認識する手法を明らかにするために、以下の三つの項目について研究を進めた。

##### 1 視覚と触覚を統合した物体の識別法の解明：

未知物体に対して視覚情報だけでは得ることのできない物体の拘束状態、質量等の情報を触覚と行動を融合して効率的に獲得する手法を検討したが、ヒューマノイドロボットの手首部に備わっている力覚センサのみでは、対象物体によっては十分な触覚情報が得られないということが判明したため、触覚センサを導入した。

##### 2 知覚空間を考慮した空間記述と行動計画法：

未知物体が含まれる環境において、必要な環境情報を効率的に獲得するための視覚と行動を統合した動作

生成アルゴリズムを検討し、未知環境の中から既知物体を探し出す効率的な行動生成手法を、協力研究員 Stasse 氏および外国人特別研究員 Saidi 氏とともに考案した。また、単眼広視野視覚情報に基づく自己位置姿勢の推定と環境地図の同時作成について、受動的に得た視覚情報のみでの限界を明らかにするとともに、能動的な情報獲得指針を確立した。

##### 3 日常生活環境を認識し行動するシステムの実現：

ヒューマノイドロボット HRP-2のハンドを改造し、触覚センサを取り付けた状態で動作試験を行った。また、未知物体が含まれる環境において、必要な環境情報を効率的に獲得するための視覚と行動を統合した動作生成アルゴリズムについて、ヒューマノイドロボティクスシミュレータ OpenHRP を用いたシミュレーションおよび実ヒューマノイドロボットを用いた実験によりその有効性を検証した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 知能ロボティクス、人間型ロボット、行動計画、視覚、触覚

#### 【研究題目】 ヒューマノイドによる物体搬送作業のための作業計画

【研究代表者】 吉田 英一（知能システム研究部門）

【研究担当者】 横井 一仁、Jean-Paul Laumanod、Mathieu Poirier、Rachid Alami（常勤職員1名、他3名）

#### 【研究内容】

ヒューマノイドによる全身を用いた物体搬送を行うためのより一般的な作業計画手法構築を目標とする。平成19年度は、(1) 全身動作による衝突のない搬送経路導出のための操作ロードマップの生成手法と、(2) 作業計画のための異なる把持形態の複数ロードマップ合成手法のプロトタイプを構築した。

(1)では、大型対象物を持ち上げずに操作するピボット動作を対象とし、障害物が存在する環境で、ヒューマノイドによる全身動作により物体を目的地に搬送するための経路生成手法を構築した。昨年度の成果であるピボット操作列の計画手法を用いて、障害物との衝突のない経路のネットワークである操作ロードマップを作成する手法を導出した。さらに、安定性・操作性など力学的指標を考慮したヒューマノイド全身動作生成手法を構築した。これを用いることで、計画された目的位置までの衝突のない物体搬送経路を、ピボット操作列により実現する全身動作を生成することを可能とした。

(2)では、構築した単一把持形態による操作ロードマップを統合可能な、ロードマップ合成手法のプロトタイプを作成した。ロボットが物体を把持したまま通り抜けできない場所などで、異なる把持形態を遷移する必要がある場合、一度物体を離し、持ち替えを行って目的地まで物体を搬送する機能を確認した。



(1)、(2)とも、海外研究協力者との共同作業も有効に活用して研究を推進し、等身大ヒューマノイドプラットフォーム HRP-2を用いた実機実験により、安定性を考慮した全身運動によるピボット動作を検証し、シミュレーションにより合成ロードマップ作成手法の機能を確認した。

実機 HRP-2を用いた実験により、物体アプローチ動作とピボット動作の基本動作を確認した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】作業計画、運動計画、ヒューマノイド、マニピュレーション、ピボット操作

【研究 題 目】「フォール」トレラント人間型ロボットの研究：柔軟転倒及び転倒回復制御

【研究代表者】比留川 博久（知能システム研究部門）

【研究担当者】金広 文男、藤原 清司（常勤職員3名）

【研究 内 容】

転倒回復技術の研究開発については、本年度、不整路面での転倒回復動作を実現するため、転倒回復動作生成アルゴリズムの再構成、拡張を行い、シミュレータ上にて検証を行った。動作生成は、12種類の接触部位の組み合わせをノードとしたグラフを用いて行う。異なるノード間は、(1)接触部位の内の一つを地面から離す動作、(2)新たな接触部位を地面に着ける動作によって接続される。またそれぞれのノードは、(1)接触部位の内の一つの接触位置を変更する動作、(2)接触状態は維持しながら重心位置を変更する動作という自己回帰型の動作も持つ。初期状態及び目標状態を接触部位の組み合わせとそれぞれの位置によって定義し、動作の長さを評価指標とした A\*探索をこのグラフを用いて行うことにより、動作の生成を可能とした。現在の実装では、各接触部位は安定して接触を維持できることを仮定しているが、実際には路面の凹凸の状況によって接触位置によっては接触が不安定になる場合が予想される。このような接触位置を検出し、適切な接触位置を探索する機能を統合することが今後の課題である。

柔軟転倒制御については、本年度も昨年度に引き続き最適制御理論に基づいた手法により、転倒運動生成を行う。本手法は本手法には運動の初期状態や終端目標を事前に与える必要があるため転倒条件が限定されるという問題があったが、多様な初期条件に基づく動作計画を網羅的に事前処理することによって、こうした問題を緩和し、実際に生じた転倒の初期条件に応じた動作を可能とした。本手法はシミュレーションによって検証されたほか、実際に転倒実験用ロボットを転倒させての実験によりその有効性を評価した。このロボットは床との衝突で生じた転倒衝撃を直接計測するセンサーを新たに追加することで、評価能力を向上させている。人間が手で押すことによって生じる転倒は初期状態に幅があるが、今回の手法によってそれぞれに応じた最適な転倒運動を再生

することが可能となった。このときの着地衝撃は目標安全条件である15 Gを下回ったほか、腕と膝を使い分ける複数の転倒戦略についてもその有効性を確認し、本手法によって幅のある条件下での転倒運動において安全な着地が可能であることが示された。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ヒューマノイド、転倒、起き上がり

【研究 題 目】ヒューマノイドによる全身を使った器用な物体の把持と操作の実現

【研究代表者】有隅 仁（知能システム研究部門）

【研究担当者】横井 一仁、原田 研介  
（常勤職員3名）

【研究 内 容】

本研究は、人間型ロボット（ヒューマノイドロボット）が全身を使って器用に物体の把持・操作を行う技術을明らかにすることを目的とする。本年度は、環境に接する重量物をロボットが手先のみの接触に変えて動的に持ち上げ、重量物を安定に保持する動作生成法を開発し、実機によりその動作を実現した。具体的には、低出力部位である腕の負荷を軽減するために腕をある特異姿勢から他の特異姿勢へ遷移させることに着目し、高出力部位である腰・脚を用いて物体を加速する動作、ならびにロボットが物体の下に潜り込む動作を組み合わせることによって物体の姿勢を反転させながら頭上まで持ち上げる手法を明らかにした。主な結果を以下に示す。

(1) 重量物の把持に対して、全関節駆動源の出力飽和、ならびにロボットと物体との幾何学的干渉が起きない静的に安定な手先可動領域を導出する手法を提案した。また、得られた領域から、ロボットの低出力部を特異姿勢に、高出力部を操作性の高い姿勢になる評価を行うことによって、初期・最終姿勢を選定する方法を開発した。

(2) 駆動源の角速度とトルクに関する出力特性ならびに ZMP を規範とした系の安定性等を考慮し、初期姿勢から最終姿勢までをスプライン関数で表す関節軌道に対して、駆動源の発熱量等を最小にする最適解を内点法 (IPOpt) により導出するアルゴリズムを開発した。さらに、動力学シミュレータにより得られた解が実行可能であることを確認した。

(3) 実機 HRP-2による重量物の持ち上げ動作の実験を行って提案手法の有効性を検証し、ロボットの自重の40 %以上に相当する重さの物体をその姿勢を反転させながら頭上の高い位置へ3秒以内で持ち上げることを可能とした。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ヒューマノイドロボット、ダイナミックマニピュレーション、リフティング、最適化法

【研究 題 目】2003年北海道日高洪水堆積物の海域での

## 堆積過程と海底環境への影響の解明

〔研究代表者〕池原 研（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕池原 研、片山 肇、辻野 匠、  
野田 篤、井上 卓彦、入野 智久、  
佐川 拓也（常勤職員5名、他2名）

## 〔研究内容〕

中緯度に位置する日本では、毎年のように人的被害を伴う洪水が発生している。これらの洪水時に河川を通じて海域に排出される土砂量は多量に及ぶと考えられるが、それらの土砂が海域においてどのように輸送され、堆積し、海底環境に影響を及ぼしているかは不明な点が多い。2003年8月に北海道日高地方を襲った台風による降雨に伴う洪水では、海域に大量の土砂が堆積したことが漁業関係者の証言から明らかとなっている。このため、この海域において、表記の実態解明を行うことが本研究の目的である。

今年度は沙流川沖において表層堆積物の採取を行い、洪水起源の泥の経年変化と堆積構造の詳細に関する調査を行った。結果として、洪水起源の泥の分布はここ数年では大きく変化せず、洪水後の1年以内での変化がもっとも大きいことが推定された。洪水起源の泥は下位に薄い砂層を挟在し、その特徴から密度流起源であると推定できた。前年度までの結果ともあわせると、洪水時に河口から海域にもたらされた泥水は河口沖で密度流を形成し、内側陸棚の凹地に沿って沖合に移動した。この一部は陸棚を横切って陸棚斜面に達した。これは、陸起源粒子の沖合海域への供給における密度流の重要性を示している。一方陸棚斜面のコアには、2003年の洪水以前に明瞭な洪水堆積物は認定できない。この洪水直前に完成した二風谷ダムによる洪水調整が多量の土砂を海域に供給し、結果として以前よりも大きな密度流を形成した可能性も否定できない。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕洪水、海底地形、密度流、海底堆積物、  
陸源物質

## 〔研究題目〕水槽飼育サンゴを用いた骨格環境指標の高精度化に関する研究

〔研究代表者〕鈴木 淳（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕鈴木 淳、川幡 穂高、養島 佳代、  
外西 奈津美（常勤職員1名、他5名）

## 〔研究内容〕

造礁サンゴ骨格の酸素同位体比の変化は、基本的には海水温と海水の酸素同位体比（これは塩分に相関する）を反映する。しかし、サンゴには骨格の酸素・炭素同位体比が平衡値からずれるという「生物学的効果」が認められ、これは石灰化反応に内在する反応速度論的同位体効果によるものと考えられている。3年間の研究期間の第二年目にあたる平成19年度には、前年度に得られた試料の分析を進めるとともに、光量制御実験による酸素・

炭素同位体比の成長速度依存性の解明を中心に検討した。

「酸素・炭素同位体比の骨格成長速度依存性は光条件に依存する」という仮説の検討のために、光量を多段階に制御したサンゴ飼育実験を行った。Porites spp.を対象として、水温はすべて25℃とした。飼育実験の光量設定は、100、200、300、500  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の4段階として、従属栄養（光合成＜呼吸）から独立栄養（光合成＞呼吸）に移行する補償光強度周辺が評価できるような条件配置に工夫した。光量の増加に伴い、酸素同位体比が減少する傾向が見られ、これは成長促進に伴う反応速度論的同位体効果によるものと解釈された。成長促進に伴い、同様の効果が炭素同位体比にも影響していると考えられるので、この効果分を差し引く補正を行うと、炭素同位体比の変化残差量に、光量依存性が認められた。このことは、炭素同位体比が光合成に規定されていることを示唆するものである。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕サンゴ、骨格、水温、酸素同位体比、骨格

## 〔研究題目〕視覚的注意の発達と発達障害に関する神経計算論的モデルの構築

〔研究代表者〕Steven Phillips

〔研究担当者〕武田 裕司（常勤職員1名）

## 〔研究内容〕

目標：

本研究では、視覚探索における標的-妨害項目間類似性効果（標的-妨害項目間の類似性が高いほど探索効率が低い）および妨害項目間類似性効果（妨害項目間の類似性が高いほど探索効率がよい）について、健常若齢者、健常高齢者、発達障害者を対象とした実験的研究を行う。最終的には、その結果に基づいて、視覚的注意に関する神経計算論的モデルを構築する。

研究計画：

視覚探索は、刺激の知覚、注意や眼球運動の制御、標的表象と刺激とのマッチングなど、複数の処理要素を含んでいる。そのため、視覚探索における個人差や発達の違いは複数の要素の組み合わせによって出現している可能性がある。本研究では、視覚探索の個人差や発達の違いを生み出している要因を特定するため、視覚探索課題の成績と他の課題成績との相関分析、視覚探索中の脳活動計測等を行う。

年度進捗状況：

平成19年度は健常若齢者を対象として研究を行った。視覚探索における妨害項目間類似性効果と視覚的作業記憶における弁別・マッチング課題成績との間に有意な関係性があることを明らかにした。このことは妨害項目間類似性効果を規定する要因が視覚的作業記憶と関連しており、作業記憶容量が大きい個人は一度に多くの妨害項目を棄却できる可能性を示唆している。また、視覚探索

中の fMRI 計測を行い、標的-妨害項目間類似性効果および妨害項目間類似性効果に関連した脳活動部位の特定を試みた。その結果、標的-妨害項目間類似性効果には前頭前野の活動が関連していることが明らかになった。一方、妨害項目間類似性効果に関連した脳活動は現時点で特定に至っていない。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 認知科学、脳・神経

【研究 題 目】 超音波ガイド光ファイバセンサの開発

【研究代表者】 津田 浩（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 宮内 秀和（常勤職員2名）

【研究 内 容】

本研究では光ファイバを超音波伝送路として用いる新しい非破壊検査技法を確立することを目指して、光ファイバ中の超音波伝搬の基本的特性の評価、光ファイバへの効率的な超音波伝搬手法に関する研究を行っている。

以下に平成19年度の研究結果の概略を記す。

超音波をガイドする光ファイバを利用して、試験体表面の超音波伝搬を計測するセンサを開発した。この光ファイバをガイドとして利用した超音波計測システムでのファイバと他の物質との接触の影響を解析し、光ファイバよりも低屈折率の水と接触したとき光ファイバを伝搬する超音波が漏洩することを明らかにした。また、超音波センサとして一般に用いられる圧電素子の代わりに光ファイバーガイドセンサで置き換えた超音波伝搬可視化計測システムでの可視化計測の有効性を検証し、センサの大きさの違いから圧電素子よりも発振源を小さくした現象を可視化できることを明らかにした。さらに、この可視化実験により、本開発センサの特性となる光ファイバの接着端点まわりの超音波伝搬特性に指向性があることを明らかにした。

上記のように本年度において光ファイバが超音波伝搬経路として作用し、新しい超音波を利用した非破壊検査技術におけるセンサ、またはアクチュエータとして機能することを明らかにした。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 光ファイバ、超音波

【研究 題 目】 濡れ性の制御による過冷却度制御の研究

【研究代表者】 平野 聡（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 平野 聡（常勤職員1名）

【研究 内 容】

物質の過冷却現象を利用することで、貯蔵された熱の抽出が需要に応じて可能な蓄熱技術を汎用化するために、接触面との濡れ性によって過冷却度を能動的に制御する研究を行う。具体的には、蓄熱材の不溶性粒子の平均粒径や容器への充填質量、濡れ性が過冷却度に及ぼす影響を、蓄熱材候補として検討されてきている数種の無機化合物および有機化合物について明らかにする。

本年度は、蓄熱材融液の不溶性粒子の平均粒径が過冷却度に及ぼす影響を、蓄熱材候補として検討されてきているポリエチレングリコールについて実験から明らかにした。その結果、不溶性粒子の除去が過冷却度の拡大効果に寄与し、除去しないものに対して過冷却度が最大で6割近く拡大することがわかった。また、過冷却度の拡大効果は融解と凝固を反復しても変化しないことを明らかにした。ポリエチレングリコールは暖房温度に適した相変化蓄熱材の一つとして有望視されている。本研究結果は、その過冷却度が融液の清浄度を変えることにより安定的に制御できることを定量的に明らかにしたものであり、相変化蓄熱材の応用に有用な知見となる。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 蓄熱、過冷却、濡れ性

【研究 題 目】 量子モンテカルロ法および第一原理計算による2次元強相関系に研究

【研究代表者】 柳澤 孝

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 柳澤 孝、長谷 泉、山地 邦彦

（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

価数スキップ現象という古くから知られている現象があるが、いまだにその起源は明らかになっていない。たとえば、ビスマスは経験的に3価、5価のものは存在するが、4価のビスマスは存在しないとされている。また、ヒ素は-3価と-5価の状態では存在するが、-4価では存在していない。我々は、このような価数スキップに対してクーロン力に基づく機構を提案した。また、価数スキップ現象を引力の起源とする新しい超伝導体のモデルを提案した。実際に、非銅系酸化物超伝導体として高い超伝導転移温度をもつ (Ba, K) BiO<sub>3</sub> の母体 BaBiO<sub>3</sub> において計算を行ない、Bi の価数が2だけゆらぐ価電子スキップ現象が起きていることを示した。

高温超伝導体のモデルであるハバードモデルに対して、反強磁性と超伝導の境界を明らかにするためにモンテカルロ法による大規模な数値計算を行なった。反強磁性相と超伝導相の境界に関して、量子モンテカルロ法と変分モンテカルロ法による結果が報告されているが、それらは全く異なるものであり、互いに矛盾さえしている。次近接の重なり積分によりバンド構造が変化し、フェルミ面にゆがみが生じると反強磁性領域が小さくなることを示した。反強磁性領域の広がりを数値計算により明らかにした。

磁気秩序近傍にある合金に対して強磁性と超伝導の関係に着目した斬新な視点からの第一原理計算を実行した。不純物濃度の効果により強磁性の臨界温度が減少することを示した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 二次元強相関系、量子シミュレーション、



変分モンテカルロ法、第一原理計算、高温超伝導、価数スキップゆらぎ

〔研究題目〕極地のコケに生息する低温生育性微生物の生物資源としての評価

〔研究代表者〕湯本 勲(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕湯本 勲、東條 元昭(大阪府立大学)、  
阪本 龍司(大阪府立大学)、  
居原 秀(大阪府立大学)  
(常勤職員1名、他3名)

〔研究内容〕

極地固有の低温生育性微生物とくに植物寄生性糸状菌の保全と有効利用をはかるための基礎資料を得ることを目的として、いくつかの菌種の同定を行い、酵素産生能などの特質を明らかにした。

まず、2002年8月に高緯度北極域のスピッツベルゲン島のコケから分離された *Trichoderma* 属菌を、培養形態と rDNA ITS 領域の塩基配列から *T. polysporum* と同定した。これら菌株の液体培地中での酵素産生能を調べたところ、キシラナーゼとポリガラクトツロナーゼの産生が認められた。これらのうちポリガラクトツロナーゼを精製して、その温度別活性を調べたところ、40℃において最大活性を示し、0℃においても最大活性の47%の活性を有していることがわかった。温帯産の同種株では、このような低温での酵素活性は認められなかったことから、北極産の *T. polysporum* 株は、温帯産の同種よりも低い温度で活性を示す酵素を産生することが明らかになった。

次に、2004年7月から2008年1月に、北極のスピッツベルゲン島とグリーンランド、および南極のアデリー島の植物から *Pythium* 属菌の分離し、種同定を試みると同時に酵素産生能を調べた。その結果、これらの地域から得られた同属菌は極地に固有の5つの種レベルで異なるグループに類別されることが明らかになった。北極産の *Pythium* 属菌株と、それと類似の形態をもつ温帯産の同属菌を用い、菌体の凍結耐性を比較したところ、北極産でより高い凍結耐性能が見られた。しかし、一方で低温活性酵素の産生は本属では見られなかった。なお、この実験の過程で、野外で安全かつ効率的に同属菌を分離するための選択分離培地を開発した。

さらに、北極の主要植生の1つである多年生草本のムカゴトラノオに寄生する黒穂病菌について、スピッツベルゲン島に生息する同病原菌の野外調査を行い、菌種の同定をおこなった。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕極地、低温性微生物、植物寄生性糸状菌、酵素産生能、凍結耐性

〔研究題目〕RNA の定量的検出を目指した核酸標識試薬の開発

〔研究代表者〕小松 康雄(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕小松 康雄(常勤職員1名)

〔研究内容〕

目標：

現在用いられている RNA 標識法の多くは、標的 RNA 一分子中に導入される蛍光色素やビオチンの数が、その配列や酵素活性によって異なるため、配列の異なる遺伝子間では検出された測定値が RNA 量を直接反映していない。さらに逆転写反応、転写反応、PCR などの多くのステップを解析までに行う必要があるため、結果を得るまでに時間を要し簡便性に欠ける。そこで、RNA の定量的な検出を目指し、RNA の末端に高い反応性で反応する化学修飾試薬の開発を行う。

研究計画：

RNA の3'末端の過ヨウ素酸酸化によって生成するジアルデヒド体に対し、効率的に反応する標識試薬の基本骨格を合成する。ジアルデヒド基に結合する試薬側の反応性基には、アミノオキシ基を採用する。また、標識試薬のアミノオキシ基の近傍に芳香族基を導入し、その芳香族基と RNA の3'末端部位周辺(特に末端塩基)との間に生ずる疎水的相互作用によって、RNA への結合親和性を向上させた試薬を目指す。合成した試薬を用いてモデル RNA の標識反応を行い、標識効率を調べる。

年度進捗状況：

芳香族基とアミノオキシ基を短いリンカーで連結した新規な試薬をデザインした。芳香族基にはナフタレンを選択し、アミノオキシ基との間を短いアルキル鎖で連結した。また、検出をビオチン-アビジン系によって行うためにアミノオキシ基-ナフタレンよりさらに別のリンカーを分岐させてビオチンを連結した。5'末端をフルオレセイン標識した18塩基からなる RNA も化学合成し、その3'末端を過ヨウ素酸酸化した後、合成した標識試薬と反応させてその反応効率を分析した。反応の結果、1本鎖 RNA に対しては新規な標識試薬は従来の類似標識試薬と同等の反応性を示した。しかしながら、新型試薬では2本鎖 RNA に対しては1本鎖よりも反応性が上昇した。一方、従来の標識試薬では2本鎖 RNA に対しても1本鎖と同じ反応効率であった。以上の結果より、標識試薬に導入した芳香族基が、反応部位の塩基対とスタッキングすることによって、2本鎖 RNA に対して高い反応性を示すことが明らかとなった。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕オリゴヌクレオチド、RNA、DNA チップ、遺伝子解析、核酸、DNA

〔研究題目〕低温性担子菌類の環境適応と種内分化に関する研究

〔研究代表者〕星野 保(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕湯本 勲、吉宗 一晃、齋藤 泉

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

低温性担子菌イシカリガマホタケは、植物病原菌であるため病徴を生じ、さらに菌核を形成することから、採取地での個体識別が可能である。また、主に菌糸の栄養増殖によって、その分布を拡大しているとされる。本菌の分布は、菌糸伸長に依存していることを考慮すると遺伝子解析と生息情報を合わせる方法の導入によって、分子進化時計の設定が可能となると期待できる。この分子進化時計を北半球全域のカルチャーコレクションへ適用し、環境適応能と比較することによって、微生物の種分化に関して貢献が出来る。

既にユーラシア各地にて採取した菌株は、交配試験の結果、3グループに分かれた。さらに採取地情報を考慮すると3グループは一部地理的分布が重なるものの、生息地域が異なり、それぞれを亜種レベルで記載可能と判断した。

北半球各地にて採取した菌株について生息地での適応に重要と考えられる要素（凍結／融解に対する耐性、不凍タンパク質生産能、凍結培地上での増殖能など）について検討を行ない、各生育ステージにおける凍結耐性が分類群の環境適応に重要な因子であることを明らかにした。特に子実体形成期に凍結耐性を著しく低下し、これを補償するために不凍タンパク質を蓄積することを見出した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 菌類、種内分化、環境適応

【研究題目】 プロテオミクスをもちいた神経栄養因子 BDNF の機能未知ドメインの機能解析

【研究代表者】 小島 正己

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 小島 正己、上垣 浩一

(常勤職員2名)

【研究内容】

神経栄養因子 BDNF のプロドメインが成長因子の時間空間的な機能制御ドメインとするアイデアは極めて斬新であるが、研究チームの小島と上垣は、Mass Spec.により BDNF のプロドメインに会合する分子群をさらに決定した。その結果、有意なスコアをもって会合すると判定された分子を約130種類見だし、機能別に6群に分類した。第1群に分類されたハンチントン舞踏病の原因タンパク質 Huntingtin と BDNF の相互作用を研究しており、Mutant Huntingtin が BDNF の分泌に影響することを見いだした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経栄養因子、タンパク質、神経機能

【研究題目】 セルロース加水分解反応における超耐熱性セルラーゼのシナジー効果

【研究代表者】 石川 一彦

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 石川 一彦 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

種々の超耐熱性セルラーゼを用いセルロースを加水分解し、高効率にグルコースを生産するための基盤的技術を確立する。

研究計画：

超耐熱性エンド型セルラーゼがセルロース加水分解時に生成物による反応阻害を受けること、さらには結晶セルロースの可溶化は可能であるが期待通りのグルコース量が得られないことが分かっている。すなわち、本酵素のみによりセルロースの完全グルコース化が不可能であることが分かった。そこで、これらの欠点を克服するために超耐熱性エンド型セルラーゼから生産されたオリゴ糖を完全分解して100 %の収率でグルコースを生産することができる新規酵素の探索を行った。本プロセスで利用可能な酵素を自然界から見だし、これらと組み合わせることで、実用化に適した高温下で働くセルロースの完全糖化（グルコース化）技術を完成させる

年度進捗状況：

既に、燐酸により前処理を行ったセルロースに関しては、2種類の酵素使用によりセルロースの糖化効率100 %を実現できた。現在、セルロースの濃度向上と使用酵素の最適化を行い、さらに新しい前処理の導入で高効率糖化システムの構築を目指す。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 セルロース、バイオマス、酵素

【研究題目】 細胞-細胞融合としての受精膜融合、その分子機構の解明

【研究代表者】 萩原 義久

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 萩原 義久、峯 昇平 (平成19年11月21日より) (常勤職員2名)

【研究内容】

ほ乳動物の受精膜融合機構の解明は生命誕生の理解を進める上で、また不妊治療を考える上で重要なテーマである。精子由来蛋白質 Izumo は受精膜融合に必須な因子であるが、その機能メカニズムは謎である。平成19年度は1) Izumo の110残基からなる N 末端フラグメント (NDOM) の物理化学的性質の解明、2) NDOM の X 線結晶構造解析、3) NDOM による膜融合阻害機構の解明を目的とし、1) ヘリックスコアの探索と溶液中での単分散一会合状態の確認、2) 結晶化条件の探索と構造解析、3) 蛍光標識 NDOM の作製とその卵子、精子膜上への結合確認を行った。その結果、1) プロテアーゼによる限定加水分解及び円二色性 (CD) 測定により NDOM は約60残基のヘリックスコアを持つことを示し

た。さらに分析用超遠心機を利用し、平衡法によって解析することで、NDOM は単分散で二量体を形成することを明らかにした。2) X 線結晶構造解析を目指し、NDOM のヘリックスコアを用いて結晶化を試みた。その結果、良好な大きさ、形状を持つ結晶が得られたが、結晶解析は進んでいない。これは作成した結晶が双晶状態であることが原因であると考えられる。今後の結晶化条件の再検討が必要である。また、この事態に対応して、安定同位体でラベルしたサンプルを調製するなど、NMR による構造解析も視野に入れた実験を準備している。3) フルオロセインで蛍光標識を行った NDOM を用いることで NDOM は卵子に特異的に結合することを明らかにした。しかし、精子には顕著な結合は見られなかった。このことから NDOM が相互作用する蛋白質は卵子膜状に存在すると予想される。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】膜融合、 $\alpha$ -ヘリックス、構造生物学

#### 【研究 題目】結晶性高分子ブレンドのナノ構造制御に関する研究

【研究代表者】海藤 彰（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】海藤 彰（常勤職員1名）

【研究 内容】

結晶性高分子ブレンドが形成するナノドメイン（10～100 nm のサイズのドメイン）の結晶化を利用して、直交配向などの特徴的な結晶配向構造をいくつかの系で実現し、結晶配向やナノ分散が力学物性、光学特性等の高機能化へ及ぼす効果を明らかにすることを目標とする。ポリフッ化ビニリデン／ポリ（3-ヒドロキシブチレート-co-ヒドロキシバレレート）（PVDF/PHBHV）ブレンドを対象に、延伸や流動配向により高分子の結晶（ラメラ晶）の配列構造と結晶配向の制御を行った。その結果、PVDF と PHBHV のラメラの積層構造と PHBHV の結晶配向が、延伸比や流動温度に依存して変化することが示された。例えば、流動温度が150℃以下の流動配向膜では、PVDF と PHBHV の結晶軸が互いに直交配向した構造が形成され、流動温度が150℃以上では、PVDF と PHBHV のラメラ晶が交互に積層して、共に流動方向に配向した構造が形成された。ポリ（エチレン-co-メタクリル酸）（PEPMA）／ナイロン11の反応性ブレンドについて、延伸膜中の伸張したドメイン中でポリエチレンを融解・再結晶化することにより、ポリエチレンの結晶配向を制御した。その結果、ポリエチレンの分子鎖が延伸と垂直方向に配向した直交配向構造が出現した。延伸膜と比較して、直交配向膜では垂直方向の強度および伸度などの力学物性が向上することが示された。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】結晶性高分子、高分子ブレンド、ナノ構造制御、結晶配向

#### 【研究 題目】ワイドレンジ2色可変 SFG 分光装置の開発と極限界面計測技術への展開

【研究代表者】宮前 孝行（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】宮前 孝行（常勤職員1名）

【研究 内容】

波長可変の赤外レーザーと可視レーザーによる和周波発生(SFG)分光法は表面・界面に特化した振動分光法として注目されている手法である。従来の SFG 分光法では波長固定可視光を使用するが、界面に存在する分子種もしくは基板の吸収帯が可視励起光と共鳴条件になると SFG のシグナル強度は飛躍的に増加する。この現象は二重共鳴 SFG と呼ばれ、SFG 分光の興味深い特徴として注目されている。しかし通常の SFG 装置では限られた波長の光しか選択できず、二重共鳴 SFG については研究例が極めて少なく理論的にも十分理解されているとは言い難い。本課題では、波長可変の紫外から近赤外の連続光を SFG 分光法の励起光として使用し、可視、赤外の両方の光を幅広い波長領域でチューナブルな2色可変 SFG 分光装置を開発し、このシステムによる界面固有の電子状態、分子構造の計測手法の確立を目指す。本年度は赤外域のワイドレンジ化により、低波数領域での SFG の測定を可能にし、硫酸水溶液表面の硫酸分子種の測定に世界で始めて成功した。この結果は Phys. Chem. Chem. Phys. に掲載され、表紙を飾った。なお、この研究課題は東北大学及び名古屋大学との共同研究である。また2色可変の特色を活かして単層カーボンナノチューブ/金属界面の SFG 測定を行い、界面固有の振動状態とその励起光依存性を測定した。今後カーボンナノチューブからの SFG 信号の起源について解析を行う予定である。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】表面・界面、レーザー非線形分光

#### 【研究 題目】ペプチドホルモン調節系の起原と分子進化

【研究代表者】齊田 要（バイオニクス研究センター）

【研究担当者】齊田 要（常勤職員1名）

【研究 内容】

ヒトに存在するペプチドホルモン、エンドセリン(ET-1)は、血管収縮ペプチドとして発見された(Nature '88 332, 411-5)。ヒトとげっ歯類ではペプチド3種(ET-1、ET-2、ET-3)が遺伝子ファミリーを形成(PNAS '89 86, 2863, JBC '89 264, 14613)し、受容体2種と共に ET ペプチドホルモン調節系を構成し、系として多彩な機能を担っている。最近 ET-2は癌転移の原因であると報告された(Cancer Res. '04 64, 2461)。ET ファミリーに関する論文は Pubmed 検索で約19000件出てくるが、げっ歯類以前では ET 調節系の詳細は、ヒト ET の下等動物に対する薬理的効果を除き、ほとんど未解明である。そこで本研究では、ET 調節系の遺伝



子群の起原や分子進化を解明する。「活性を有する原始エクソンが誕生し、エクソン重複により原始遺伝子が生成（完成）し、起原動物から哺乳類に至るゲノム重複によって、ファミリーとして「構造の多様性や特異性」をどのように獲得して来たか？」を解析・検証する。動物界における血管収縮ペプチド ET ファミリー3種の分布と配列・構造の多様性を解析するために、各種動物（哺乳類から魚類まで）の遺伝子・蛋白質データベースから関連・類似配列を探索した。データベースがないあるいは探索できない動物に関し遺伝子クローニングを実施した。特異的な遺伝子のクローニング法の1つ RACE (Rapid Amplification of cDNA Ends)法を改変して、既知動物の配列を元にゲスマー(guess oligo primers)を順次設計・改良しながら、動物の脳腸組織等から mRNA を抽出し cDNA(ライブラリー)に変換し、ゲスマーで PCR クローニングを行った。進化の過程を遡りながら関連 cDNA 断片を単離し、塩基配列解析からペプチド配列を明らかにし、さらに cDNA 全長を取得しその解析からペプチドの前駆体蛋白質の全長を明らかにしつつある。NJ 法(解析ソフト)等で、哺乳類から魚類に至るペプチド前駆体遺伝子の分子進化を解析しつつある。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子、進化、生体分子

#### 【研究題目】機能性近赤外蛍光分子プローブの創製と医療診断への展開

【研究代表者】鈴木 祥夫(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】鈴木 祥夫(常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、これまでに当研究グループで開発したタンパク質分析用蛍光試薬の開発において得られた知見を基に、ターゲットとなるタンパク質(抗体)を標識化するための近赤外蛍光ラベル化試薬(励起波長は750-850 nm)の設計・合成、性能評価を行う。

平成19年度は、これまでに開発したタンパク質検出用試薬を改良した近赤外領域に光の吸収帯および蛍光発光を持つ新規分析試薬の設計・合成し、その特性について評価した。今回開発した化合物は、分子内の電子共鳴を広げるためのスクアリン酸骨格と、水溶性を付与するためにフェノール性水酸基を併せ持っている。開発した化合物とタンパク質のひとつであるウシ血清アルブミンとの相互作用について、吸収スペクトル測定および蛍光スペクトル測定を用いて評価した。

今回、開発した分析試薬単独の水溶液の色は、薄いピンク色を呈しているが、ウシ血清アルブミンと室温で反応させると、瞬時に水溶液の色が紫色に変化した。これは、分析試薬がウシ血清アルブミンと複合体を形成した際、分析試薬がウシ血清アルブミン中に存在する疎水場に入り込むことにより、分析試薬を取り巻く環境が親水

場から疎水場になったため、ソルバトクロミズム効果が誘起されたためであると考えられる。この時の吸収スペクトル変化を観察したところ、ウシ血清アルブミンの濃度の増加と共に、550 nm~650 nm に存在する吸収帯の増加が観察された。同時に、蛍光スペクトルも観察したところ、ウシ血清アルブミン添加前は無蛍光であるが、ウシ血清アルブミンの濃度が増加するにつれて、650 nm~750 nm の蛍光強度の増加が観察された。検量線については、ウシ血清アルブミン濃度と吸光度および蛍光強度との間には良好な直線関係が成立した。また、妨害物質の影響について検討したところ、無機塩、還元剤、有機溶媒などは、分析試薬とウシ血清アルブミンとの反応に影響を与えないことが分かった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質、比色分析、蛍光分析、分子プローブ

#### 【研究題目】酸素安定同位体比測定による森林生態系における炭素循環の研究

【研究代表者】村山 昌平(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】近藤 裕昭、三枝 信子、村山 昌平、武藤 勝彦、宇佐美 哲之、高村 近子(技術研修生・東北大学) 国立極地研究所: 森本 真司(常勤職員3名、他4名)

【研究内容】

岐阜県高山市の冷温帯落葉広葉樹林において、炭素循環素過程の収支を評価するために、林内外の大気中  $\text{CO}_2$  濃度及びその酸素安定同位体比 ( $\delta^{18}\text{O}$ )、及び  $\delta^{18}\text{O}$  の変動要因と考えられる土壤中  $\text{CO}_2$ 、降水、土壌水、水蒸気、葉内水の  $\delta^{18}\text{O}$  の系統的な観測を行った。得られた結果より大気中  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{18}\text{O}$  の変動の特徴を明らかにし、その変動要因を考察するとともに、光合成、呼吸に伴う  $^{18}\text{O}$  の同位体分別の変動を推定し、 $^{18}\text{O}$  の収支からフラックス観測で得られる正味  $\text{CO}_2$  交換量を光合成と呼吸に分離評価する可能性について検討を行った。大気中  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{18}\text{O}$  は、 $\text{CO}_2$  濃度と比べて複雑な日内変動を示したが、日中乾燥時には、光合成時の  $\text{CO}_2$  の180 の同位体分別が増大することに起因すると考えられる顕著な  $\delta^{18}\text{O}$  の増加が観測された。日中森林上で得られた  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{18}\text{O}$  データの季節変動は、冬季に低い値、春季に高い値を示したが、成長季は年々異なる変動を示した。成長季の変動については、相対湿度と負、日射量と正の有意な相関が見られ、夏季に湿潤であった年には初夏に  $\delta^{18}\text{O}$  は急減し、少雨で比較的乾燥した年には、初夏に最高値を示したのち緩やかに減少した。北半球中緯度の他サイトとの比較により、後者のような季節変動は、北米・ヨーロッパの多くのサイトで見られたが、前者のような変動は、モンスーンアジア域の特徴であることが示唆された。フラックス観測から推定された光合成・呼吸量と同位体分別を組み合わ

せて  $\text{CO}_2$  の  $^{18}\text{O}$  のフラックスを推定し、林内1ボックスの収支モデルを用いて、観測された  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{18}\text{O}$  の変動と比較したが、推定された  $^{18}\text{O}$  のフラックスから観測値の変動パターンを再現できず、光合成・呼吸量を精度良く分離推定するためには、森林内外の各層における素過程を再現する多層キャノピーモデルを用いた解析を行う必要があることが示唆された。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】酸素安定同位体、炭素循環、大気-森林生態系間交換、同位体分別、水循環

## 【研究 題 目】視運動性刺激の脳内情報処理メカニズムの解明

【研究代表者】小高 泰（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】小高 泰（常勤職員1名）

【研究 内 容】

目標：

人を含む霊長類における自己の空間位置・姿勢・運動の認知の仕組みを明らかにすることで、老化によるバランス感覚の喪失、先天性の運動認知困難等の疾病の原因と治療に役立てる。また、自転車、自動車等や鉄道、航空機、宇宙における自己位置・姿勢がどのようにして認知されるかを明らかにすることで、事故の予防、酔いの防止、将来予想される宇宙空間での生活を目指した基礎データ等を得ることで未来に向けた人類の発展に寄与する。

研究計画：

脳内における神経コーディングを詳細に解析する必要がある為、ヒトと同じ霊長類であるサルがヒトのモデルとして使えるかどうかの基礎的なデータの収集および、ヒトの行動実験で得られたデータとの比較を行い、サルを用いた動物実験がヒトのモデルとして位置づけられるかを確認する。また、モデル動物の特性について、ヒトとの相違点・同じ点を明らかにし、今後のモデル動物による研究の基礎的データを収集する。

年度進捗状況：

モデル動物をヒトと同じ霊長類（サル）の視標を見る力（視力）が十分であるかどうかを検討する実験を行った。1頭の動物においては、ヒトで得られた視力とほぼ同じ結果が得られた。現在、別個体でも再現性があるかを確認中。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】脳・神経、動物、情報工学

## 【研究 題 目】沿岸域における懸濁物変動機構解明に向けた海中混合エネルギーの長期連続計測法の研究

【研究代表者】長尾 正之（地質情報研究部門）

【研究担当者】高杉 由夫、橋本 英資、小林 志保（京都大学）、（常勤職員1名、他2名）

## 【研究 内 容】

本研究では河川から供給される陸起源の懸濁物質輸送量の長期にわたる定量化および変動特性の把握と、海底上の懸濁物質が海中へ回帰する過程の把握、およびこれらに影響する乱流混合強度の長期変動特性の計測方法について研究を行う。

人間活動由来の物質が内湾の海底上に形成する分布の生成機構を明らかにするため、広島湾奥部において2002年から2003年にかけて調査された底泥中の懸濁粒子に含まれる有機スズ化合物濃度の水平分布の形成過程を、物理的側面から検討した。調査は、船底防汚塗料や漁網防汚剤として使用されてきたトリブチルスズ（TBT）とトリフェニルスズ（TPT）のほか、TBTの分解生成物であるジブチルスズ（DBT）について実施され、TBTおよびTPT濃度は、造船所の前面水域で最も高く、この水域から遠ざかるにしたがって低下していたことがわかった。一方、DBTはこれらとは異なる分布傾向を示していたが、その理由はDBTがTBTの分解生成物と考えることで説明できた。また、数値実験によれば、排出源から放出された懸濁粒子が河口循環流に伴って底層を湾奥向きに向かって移動し、およそ2週間で懸濁粒子の大半が湾奥部の海底近傍に輸送されるとの結果を得た。この結果は、観測結果と整合的であったので、有機スズ化合物が発生源から底泥粒子に付着し、それが攪乱で再懸濁して周囲に輸送・拡散することにより、実際の濃度の平面分布が形成されることが裏付けられた。この結果を海岸工学論文集で発表した。

また、瀬戸内海中部に位置する芸予諸島において平成16年度に収集した潮流エネルギー逸散率のデータを解析し、リエージュ大学（ベルギー）で行なわれた39th International Liège colloquium on ocean dynamicsにおいて発表した。瀬戸内海のような多島海における潮流エネルギー逸散率の時間変化は、ヨーロッパに多い開放性陸棚海域のそれとは異なる点が多く、興味深い結果であると考えられたので、さらに解析を進めている。

【分 野 名】地質

【キーワード】懸濁物質、乱流混合強度、成層、沿岸

## 【研究 題 目】咀嚼運動の記憶・学習機能に及ぼす作用に関する研究

【研究代表者】佐藤 知絵（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】佐藤 知絵（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究課題では、近赤外時間分解分光法（TRS）による脳の血流動態の選択的モニタリング技術の開発を目指し、TRSを用いた頭部及び前額部の反射率計測により得られる時間応答曲線に対し、二種の波形解析を適用した場合の吸収係数変化（Hb濃度変化）の違いを調べることで、シグナルに大きく寄与する血流変化の深さ位置について再検討した。

その結果、これまで示唆されていたように、反射光量の積分強度解析では頭部表層の血流変化に、光拡散方程式に基づいた波形解析では、深部の血流変化に対して感度が高い傾向にあることを確認した。さらに、時間応答曲線に対し、時間軸方向で分割して解析する方法 (time segment analysis) を用いる場合の、下層の吸収係数 ( $\mu_a$ ) 推定への信頼性について検討した。そこで、解析に用いるリファレンスの換算散乱係数 ( $\mu_s'$ ) の選択に curve fitting の手法を取り入れ、四層媒質を対象に、深部層の  $\mu_a$  推定の信頼性について検討した。時間分解反射率の time segment analysis により、第1、2層の厚みに関係なく四層構造媒質最深部層の吸収係数を推定できることを確認した。より複雑な構造をもつ実際の頭部計測データに適用時のエラーの大きさや、計測ノイズに対する耐性等についての課題が未だ残っているが、頭皮上からの脳血流計測における本解析法の有効性を明らかにできた。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 脳・神経、計測工学、老化

【研究 題 目】 シリコン半導体極浅接合 形成のための  
超低エネルギーイオン注入技術の開発

【研究代表者】 山本 和弘 (計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 山本 和弘 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

シリコン半導体デバイスの高集積化に伴い急峻にドーパされた極浅接合の形成が必要である。国際半導体技術ロードマップ (ITRS) によれば2014年にはドーパント層の厚さはおよそ10 nm になるとされている。従来では数 MeV~数十 keV のイオンエネルギーを用いたイオン注入法が用いられている。しかしこの方法ではシリコン結晶中に多量の原子空孔および格子間原子がなだれ現象的に形成されてしまい、ターゲットであるシリコン半導体の結晶性が著しく劣化する。結晶性の回復と導入したドーパントの活性化のためには熱処理が必要であるが、ドーパントの拡散が生じて極浅ドーピングプロファイルを保つことが困難となる。特に p 型ドーパントであるボロンは原子半径が小さいためにシリコン結晶中を拡散しやすく、10 nm の極浅ドーパント層の形成が困難である。本研究では、上記問題を解決するために1 keV 以下の超低エネルギーイオンを用いた超低エネルギーイオン注入技術を開発した。安定なボロンイオン電流照射を可能とするような原料材料の選定を行った。特殊材料ガスではないトリメチルボロンおよび3フッ化ボロンについて検討した。イオン源の動作条件およびイオン輸送系の条件の最適化を行った後に、イオン電流の安定性を検討した結果、3フッ化ボロンが適していることがわかった。イオン注入条件としてイオンエネルギー、ドーズ量、照射ターゲット温度を検討した。照射ターゲット温度800 °C でイオン照射した場合、イオンエネルギーが300 eV の

時にシート抵抗が最小値3 k  $\Omega$ /□まで減少した。2次イオン質量分析法を用いて深さ方向のボロンの分布を解析した結果、イオンエネルギーが30 eV のときの注入深さは1.2 nm、イオンエネルギーが500 eV のときの注入深さは8 nm であり、超低エネルギーイオン注入により極浅ドーパ層の形成が可能であることが明らかとなった。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 イオン注入、シリコン、ボロン、超低エネルギー、極浅接合

【研究 題 目】 プロトン拡散速度の赤外分光計測手法の  
開発と硫酸水素セシウム結晶多形への適用

【研究代表者】 山脇 浩 (計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 山脇 浩 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

本研究では、中温作動燃料電池の電解質として期待される無機固体酸型プロトン伝導体の構造とプロトン伝導の関係を明らかにすることを目指している。温度・圧力により出現する様々な結晶多形のプロトン拡散係数を求めるために、水素イオンと重水素イオンの相互拡散過程における O-H、O-D 結合の空間分布の経時変化を赤外分光測定により追跡することで相互拡散係数を求める計測手法を開発した。その手法を用いて代表的なプロトン伝導体である硫酸水素セシウム ( $\text{CsHSO}_4$ ) の各相のプロトン拡散速度を測定し、その構造との相関関係を明らかにすることを目的とした。

今年度は、赤外分光測定により求めた  $\text{CsHSO}_4$  の高压相の相互拡散係数に関して、各相の水素結合ネットワークの変化との対応を調べた。各結晶相の構造を解析することで、常温常圧 II 相から室温高压 HPHT1相 (斜方晶) へ転移すると四面体イオン間は接近するが、水素結合距離は一旦長くなることがわかった。HPHT2相 (斜方晶) への転移では水素結合距離が短くなった。これらは、ラマンや赤外分光測定において水素結合関連のピーク振動数シフトが示す水素結合強度の変化と良く一致した。相互拡散係数は HPHT1相、HPHT2相ともに低下しており、圧力による各イオン間の接近により四面体イオンの回転運動が抑制され、水素結合距離の変化に関係なくプロトン伝導度が低下したと考えられる。四面体イオンの回転運動に影響する因子として水素結合だけではなく他のイオン間相互作用も重要である事が明らかとなった。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 イオン結晶、プロトン拡散、赤外計測

【研究 題 目】 固体 NMR を用いたナノ空間における分  
子のダイナミクス研究

【研究代表者】 林 繁信 (計測フロンティア研究部門)



【研究担当者】 林 繁信（常勤職員1名）

【研究内容】

ナノメートルサイズの空間を内部に持つ多孔質材料は吸着、分離、触媒等の機能を持つ。ナノ空間内表面の性質はそれらの機能と密接に関係しており、本研究ではプローブ分子を用いた固体 NMR 法によりナノ空間内表面の性質を明らかにすることを目的としている。ナノ空間の内表面は空気中の水分に敏感なため、NMR 測定は空気中の水分を完全に遮断した状態で行う必要がある。ある種の「in situ」測定技術が必須である。平成19年度は、NMR 測定用試料の調製用器具の整備を行い、試料の調製手順を含めた、「in situ」NMR 測定手順を確立した。

- (a) 空気中の水分の影響によるプロトンシグナルをなくすために、試料からの水分の除去および雰囲気を制御した空間で試料を調製できるように、器具や手順を整備した。
- (b) 不活性ガス雰囲気下で試料をローター（高速回転させるための特殊な試料管）に充填するために、治具を設計・試作して、細かい作業を行うことを可能にした。
- (c) 測定中に試料が吸湿することがないかを確認するために、ローターの気密性をテストする方法の考案と実施を行い、用いたローターの気密性に問題がないことを確認した。
- (d) 酸・塩基点として働くかどうかを調べるためのプローブ分子として、リンを含む化合物を選択し、純品の NMR 測定を行い、基礎データを得た。
- (e) プローブ分子を空気中の水分が混入しない状態で、かつ導入量を精密に制御する調製法を考案した。
- (f) NMR シグナルを飽和させないでシグナルを積算するための測定条件を決めた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 固体 NMR、ナノ空間、ダイナミクス、酸塩基性質、固体触媒、プローブ分子、in situ 測定

【研究題目】 直並列集積量子ホール素子の開発と評価

【研究代表者】 金子 晋久（計測標準研究部門）

【研究担当者】 金子 晋久、大江 武彦、浦野 千春（計測標準研究部門）、  
桐生 昭吾（武蔵工業大学）  
（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

本研究では通常、 $h/e^2$  (25.812 807 k $\Omega$ ) の整数分の1の値しか発生できない整数量子化ホール抵抗を、集積技術と産総研独自のアイデアにより10 k $\Omega$  などの扱いやすい抵抗値を発生させるためのデバイスを開発している。平成19年度には主に素子作製におけるプロセスの条件出しを行った。化合物半導体の集積回路という非常に困難な課題であったが、条件出しは、大部分が終了し、プロ

トタイプ素子の評価をもとに最終的な最適化を行っているところである。産総研で利用した蒸着用の設備は、比較的小規模な回路作製に用いられている。しかし本デバイスでは6 mm×8 mm という大面積に集積回路を作りこみ、全部の素子が問題なく動作させる必要がある。そのため、均一なパターンを大面積に作製するための装置の調整に、多くの時間を費やした。その結果、当初 6 mm×8 mm のデバイス作製において、殆どゼロであった歩留まりを、計算上80 %まで向上させることに成功した。この成果は他のユーザにも多くのメリットをもたらしている。この成果を生かし、平成20年度に、国家標準維持への利用を目指した素子作製、各国標準研究所向けの配布用試料作製及びそれらの評価に取り組む。以上の成果を2008年3月の電気学会全国大会で報告した。また、Conference on Precision Electromagnetic Measurements (8-13 June 2008 Omni Interlocken Resort, Broomfield, Colorado)でも発表予定である（2件の口頭発表が受理、プロシーディングスも提出予定）。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 量子ホール効果、直流抵抗、計測技術

【研究題目】 レーザ光を用いた非球状マイクロ物質の非接触3次元姿勢操作・加工の研究

【研究代表者】 田中 芳夫（健康工学研究センター）

【研究担当者】 田中 芳夫、平野 研（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究では、複数レーザービームによる光ピンセットと画像処理による特徴抽出技術の統合・融合化により、様々な形状のマイクロ物質の非接触マイクロ操作・加工のための要素技術開発と、マイクロ作業の自動化の可能性に関する知見を得ることを目的とする。平成19年度は、各種マイクロ物質の形状に応じた新規操作法を引き続き検討するとともに、これら操作法と被操作対象物の実時間画像処理による特徴抽出法の融合化による操作・配置の自動化手法について検討し、以下の結果を得た。

1. 非球状の珪藻、棒状のウイスカを一般化ハフ変換を用いて実時間で顕微鏡画像から検出し、検出したこれら微小物に時分割光ピンセット法を用いて生成した多点光ピンセットビームを照射することで自動的に安定して捕捉し、その後、配向姿勢を制御しつつ移動させることに成功した。また、捕捉点数を変えることで、珪藻の安定した3次元的な捕捉姿勢を変更できることも明らかにした。これら結果により、実時間画像処理と光ピンセット法の統合による顕微鏡下のマイクロ作業の自動化の可能性と有効性を実証することができた。
2. ひも状の1分子 DNA を塊状に試薬を用いて可逆的に形状を変換することで、光ピンセット法によりサイズごとに分別できる方法を提案し、有効性を実証した。また、昨年度問題点として残された3ビーム光ピンセ

ットシステムでの1分子 DNA の観察について、蛍光励起用レーザー光の強度の改善、最適なサンプルおよび染色濃度を精査することで、鮮明な画像として観察できるようになった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 光ピンセット、レーザーマニピュレーション、マイクロ操作

【研究 題 目】 細胞培養デバイスによる複合多糖類の生物活性など機能評価技術の開発

【研究代表者】 福岡 聡（健康工学研究センター）

【研究担当者】 福岡 聡（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究の目的は、糖鎖など機能解析法が未確立な物質類の生物活性を、デバイス培養の細胞を用いて、評価する技術の開発である。従来、生物活性はバッチ分析されているが、測定値の精度向上が課題となっていた。細胞のデバイス培養を最適化し、生物活性の測定に応用した。活性発現物質には、免疫機能の向上など有用な活性を有する細菌外膜複合多糖のリピド A に着目した。ビスリン酸リピド A を高純度に分離・精製し、細胞に作用させたときのサイトカイン  $\text{TNF-}\alpha$  の生産量変化を測定した。その結果、生物活性の発現や抑制に関して、定性的・定量的に解析されると共に、リピド A の高次構造と機能との関係が、分子レベルで解明された。また、免疫に直接関与している単核細胞と類似のリピド A 濃度で白色脂肪細胞はサイトカインを誘導生産し、生物活性評価に白色脂肪細胞が利用可能なことが分かった。

平成19年度は、デバイス培養の細胞を用いる生物活性評価技術をリピド A の活性発現と抑制機構の解明に応用した。培養細胞の培養液をリピド A 添加培地に置換したときの  $\text{TNF-}\alpha$  生産量の経時変化などを調べた。続いて、同活性に及ぼす抗菌ペプチドの効果を系統的に検討した。抗菌ペプチドにはマガイニン2、及び、そのアミノ酸の一部を疎水性アミノ酸及び荷電性アミノ酸で置換した合成誘導体を用いた。その結果、培養細胞の  $\text{TNF-}\alpha$  生産は膜結合性の高いマガイニン2誘導体の場合に低下が認められた。リピド A の表面電荷や高次構造がペプチドにより変化しており、高次構造が生物活性の発現と抑制に関与することが明らかになった。以上によりデバイス培養細胞による活性評価の有用性が示された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生物活性、リピド A、細胞、サイトカイン

【研究 題 目】 歯周疾患活動性マーカーの迅速測定デバイスの開発

【研究代表者】 片岡 正俊（健康工学研究センター）

【研究担当者】 片岡 正俊（常勤職員1名）

【研究 内 容】

歯周病治療において、歯周疾患活動性を把握することは治療法の選択・予後判定に重要である。従来の診断法では X 線写真を用いた骨吸収程度の測定、出血や歯肉炎程度の判定などが利用されているが、これらの場合は同一部位を経時的に測定する必要がある、さらにその判定は術者の主観に委ねられることが多い。そこで活動性を反映して客観性の高いバイオマーカーの選択およびその正確な測定が必要になる。I 型コラーゲン前駆体と知られている PICP は骨代謝のマーカーと知られ、さらに歯周疾患のバイオマーカーとしての有用性が報告されている。そこでマイクロチップ基板上に形成したマイクロ流路上で PICP を対象とする抗原抗体反応を利用した検出系を構築した。0~640 ng/ml の血中濃度範囲で定量的検出が検出時間30分で従来法である ELISA 法と有意差なく可能となった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 歯周病、歯周疾患活動性、マイクロチップ、迅速診断、バイオマーカー

【研究 題 目】 対話型インタフェースに対して有効に働く音源分離技術

【研究代表者】 河本 満（情報技術研究部門）

【研究担当者】 河本 満、緒方 淳（常勤職員2名）

【研究 内 容】

本研究では、従来の研究で解決法がまだ確立していない「移動音源」と「突発音」の分離に焦点をあてて、新たな音源分離の技術を開発することを目的として行われる。

「移動音源の分離」については、3つの方法を提案することに成功した。1つは、音源からの情報がほとんどない場合でも分離が可能になり、繰り返しの計算がほとんど必要ない収束の速度が速い固有ベクトルアルゴリズムと呼ばれている方法である。2つ目は、時間変動環境にも適応が可能な超指数法と呼ばれる方法である。このアルゴリズムは、その名のとおりに、指数を越える速さで分離が実現できる方法になっている。3つ目は、音源からの情報として、音源と音源からの信号を観測するセンサ間の伝達特性が使えるものとして、その情報を利用する分離方法である。2つの移動音源の分離が実現可能であることが分かった。3つの音源分離法を比較すると、3番目の方法が一番移動音源に有効に働くと考えられる。

「突発音の分離」に関しては、突発音に特化した分離法を提案することはできなかったが、3番目の方法によって、突発音の分離は可能であると考えられる。

また提案した分離法がどこまでインタフェースの機能を向上させることが出来るようになるのか、さらに、もっと進んで機械との対話を目的とするインタフェースにとって役に立つ音源分離とは何なのかを明らかにすることも目的としていたが、まだ結論が出ておらず、引き続き研究を進めていく予定である。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス  
 【キーワード】移動音源、突発音、音源分離、インタフェース

【研究 題 目】操作プロセスの脳内表象の多面的アプローチによる解明

【研究代表者】梅村 浩之（人間福祉医工学研究部門）  
 【研究担当者】梅村 浩之（常勤職員1名）  
 【研究 内 容】

能動性を介した物体・外界表象の特性とその成立過程を明らかにするという最終的な目標に対して、操作行動による視覚認知系の変容過程の検討と、すでに持っている道具の認識過程における操作に関する表象を明らかにするという2つの方面からの研究を行っている。

平成19年度は、操作行動による視覚認知系の変容過程についての研究として、インターフェース装置を介した操作行動と視覚認知系の相互作用とその変容を検討するための被験者実験を行い、得られた結果に対してコンピュータシミュレーションによる説明を試みた。被験者実験では、タッチパネルや3次元入力装置などのインターフェース装置を介してコンピュータグラフィックスで与えられた空間内の移動や物体の操作を行わせた。このときインターフェースを介した操作に慣れていくことに従い、被験者の知覚がインターフェースの操作による外界の変化を予測するようになることが操作対象に含まれる3次元物体の形状知覚を通して示された。これらの結果はベイズ推定を基に構築された、運動信号を考慮した3次元構造復元過程としてモデル化された。

【分 野 名】ライフサイエンス  
 【キーワード】3次元知覚、運動、インターフェース

【研究 題 目】聴覚障害者のイメージ言語処理特性を踏まえたウェブコンテンツのデザインと評価

【研究代表者】北島 宗雄（人間福祉医工学研究部門）  
 【研究担当者】生田目 美紀（筑波技術大学）  
 （常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

聴覚障害者がウェブでのタスクを円滑に遂行できるようなユーザインタフェースの要件を明らかにし、それに基づいてウェブサイトをデザインする方法を提案することを目的とする。具体的には、ポータルサイトで提供される生活関連情報を用いて、ウェブにおける情報探索課題を遂行するプロセスを計測する。その際に、情報が格納されているページへのリンクを、言語ラベルとイメージラベルを組み合わせで作成し、選択されたリンク、注視点、ラベルの適切さに関する主観評価値を得る。これらを分析し、言語ラベルとイメージラベルの適切な利用法を探る。

平成19年度は、前年度に続き、ディレクトリの表現方

法が検索行動にどのように影響するかを、視線計測実験を行って検討した。ディレクトリ（27個）は、テキストのみ、ピクトグラムのみ、ラベル付ピクトグラムの3種類で表示された。聴覚障害者21名、健聴者21名を対象として、情報探索課題（38種類）を実施した。結果は、次の通り。1)平均タスク遂行時間はピクトグラム表現が他の表現に比べて有意に長い、2)選択されたディレクトリのばらつきはピクトグラム表現が他の表現に比べて有意に大きい、3)視線計測データから平均視線停留時間と平均視線停留回数を導出し情報獲得効率として指標化すると、ラベル付ピクトグラム表現のみにおいて、健聴者、聴覚障害者の間に有意な差が認められなかった。また、聴覚障害者において、ラベル付ピクトグラム表現とテキスト表現の間に有意な差が認められなかった。以上から、ディレクトリをラベル付ピクトグラムで表現すれば、聴覚障害者が健聴者と比べて同等のパフォーマンスを出せることがわかった。

【分 野 名】ライフサイエンス  
 【キーワード】聴覚障害者、ウェブ、ユーザビリティ、ピクトグラム

【研究 題 目】ナノレベルで構造規制したバイオインターフェースの構築と機能制御

【研究代表者】佐藤 縁（生物機能工学研究部門）  
 【研究担当者】吉岡 恭子（常勤職員2名）  
 【研究 内 容】

本研究の目的である、「水素結合や分子間力相互作用を中心とする弱い相互作用を検出するための方法確立」および「弱い相互作用を利用したインテリジェントな分子認識表面の構築」、に従い、今年度は、  
 1：認識分子と非特異吸着抑制分子混合膜によるタンパク質認識最適条件の探索  
 2：電気化学制御の組み合わせによる、分子相互作用検出方法の検討  
 につき、研究を進めた。

モデルタンパク質としてレクチンである Con A を用い、各種鎖長の糖鎖チオール分子（認識分子）と非特異吸着抑制分子（水酸基末端のアルカンチオール等）でドメイン構造をつくり、Con A に最適な認識構造を検討した。認識部位である糖鎖を認識単分子層内で高い方向に配列し、修飾層内での分散度を上げたところ、糖鎖20-30 %の混合膜においてレクチンの吸着が特異的に増大すること、また、この表面ではレクチンと糖鎖間の相互作用が高まる現象（解離定数： $5-8 \times 10^{-7}$  (M)、従来報告より一桁以上相互作用が高い現象）を見いだした。

修飾界面作製時に、電気化学活性基を有する分子（フェロセニルアルカンチオール等）を非特異吸着抑制分子として用い、糖鎖-レクチンの認識の電気化学的制御を行った。電位変化時に、レクチンの認識が高まることが確認できた。電位制御時にレクチンの認識が高まる理由



について、接触角計（本年度購入備品）にて認識分子層表面のぬれ性（親疎水性）の変化を確認し、表面プラズモン共鳴装置にて膜厚（構造）変化などを確認した。本件については来年度引き続き検討を行う。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 金薄膜、自己組織化膜、相互作用、糖鎖、表面プラズモン共鳴 (SPR)、電気化学

【研究 題 目】 アミロイド線維の構造形成における基本的共通原理の解明と検出技術への応用

【研究代表者】 森井 尚之（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 森井 尚之（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究の目的は、タンパク質のアミロイド形成に起因あるいは関連する各種疾病（アミロイドーシス）に関して、その治療および診断、検出分析の技術発展に貢献するために、最も基本となるアミロイド線維（タンパク質の異常凝集体）における分子構造をアミノ酸残基レベルで解明することにある。アルツハイマー病アミロイドペータタンパク質に関して、まずアミロイド形成傾向性の高い領域を独自開発の予測プログラムを使用して抽出した結果、分子内ターン構造を形成しうる2つのペータストランドが42残基の分子中央部とC端側領域に存在することが推測された。そこで、2つの7残基ストランドを有し、その間の4-5残基のループ部分をターン誘導性の2残基に変換した「ストランド-ターン-ストランド」型の分子を約50種類系統的かつ網羅的に設計合成してアミロイド形成性を調べた。アミロイド選択的色素の結合実験等の解析結果を総合すると、合成したペプチドのうち特定の1種のみが分子内ターン構造に基づくと考えられる顕著なアミロイド性を示した。この結果はストランド間での疎水性アミノ酸残基側鎖間相互作用を主因とするアミロイド幹構造形成を示唆し、従来モデルより詳細なアミロイドの構造解明に寄与するものである。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 アルツハイマー病、アミロイド、アミロイドペータタンパク質

【研究 題 目】 唾液腺細胞における末梢時計機構の解明

【研究代表者】 大西 芳秋（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 大西 芳秋（常勤職員1名）

【研究 内 容】

昨年度、グルココルチコイド刺激により唾液腺細胞 (HSG) の Bmal1 遺伝子が概日リズムを持って発現することが RT-PCR により確認された。本年度においては上流約700 bp を含む Bmal1 遺伝子プロモーターにより転写されるルシフェーゼ遺伝子を持つプラスミドを唾液腺細胞 (HSG) に導入し、リアルタイムレポーター測定を行った。その結果レポーター遺伝子の概日リズム発現が観察されたことより、唾液腺細胞 (HSG) における

Bmal1 遺伝子の概日リズム発現は転写レベルで調節されており、その調節領域は今回用いたプロモーター領域中に存在することが判明した。さらに NIH3T3 細胞を用いた実験より Bmal1 遺伝子プロモーター領域のクロマチン構造は非常にユニークな構造をしており、DNA は低メチル化状態にあることが示唆された。唾液腺細胞 (HSG) を用いて Bisulfite 法による DNA メチル化解析を行ったところ、唾液腺細胞 (HSG) においても Bmal1 遺伝子プロモーター領域は低メチル化状態であることが判明し、NIH3T3 細胞と同様に、ユニークなクロマチン構造をとっている可能性が示唆された。

また昨年度 BMAL1 により転写活性化される主要時計遺伝子の1つである Per2 遺伝子の転写調節機構を解析したところ、BMAL:CLOCK による E2-box を介した転写活性化以外に E4BP4 による転写抑制が必要であることを明らかにした。この E4BP4 による転写抑制機構は、肝臓におけるトランスポーター遺伝子 Mdr2 の概日リズム発現においても関与していることが示唆された。よって E4BP4 による転写抑制機構は多くの組織に存在する普遍的な概日リズム転写調節機構である可能性が考えられる。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 転写、クロマチン、生物時計

【研究 題 目】 イオンチャンネル機能を持つ無機-有機複合膜の構築

【研究代表者】 田中 睦生（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 田中 睦生（常勤職員1名）

【研究 内 容】

細胞膜には、トランスポーター、チャンネル、レセプター機能を持つ種々の膜タンパク質が埋め込まれており、細胞内外の情報を認識して応答し、種々の物質の出入れを行うことによって生体の維持に貢献している。本研究では、細胞膜におけるイオンチャンネル同様なチャンネルによるイオン透過機能を有する膜を、有機薄膜で修飾した無機多孔質膜にクラウンエーテル誘導体やカリックス誘導体イオノフォアを埋め込んだ無機-有機複合膜で構築することを目標としている。本研究においてチャンネルに基づくイオン透過性膜構築を実現し、薄膜構造とチャンネル機能発現の相関を体系化することにより、種々のデバイスに利用する情報変換素子開発に資することができる。さらには、チャンネル機能発現に求められる膜構造の最適化によって、膜タンパク質の機能解析において膜タンパク質を埋め込む再構成膜に必須である脂質膜の代替膜開発へと展開できると考えている。

無機多孔質膜を修飾する有機薄膜構築分子として、ホスホコリンを導入したアルカンチオール合成法を確立した。合成したホスホコリンアルカンチオールを用いて単分子膜を構築し、そのタンパク質非特異吸着抑制機能について表面プラズモン共鳴装置 (SPR) を用いて検討

した。その結果、タンパク質非特異吸着抑制機能を示す表面を形成することが報告されているオリゴエチレングリコールを導入したアルカンチオールと同等の非特異吸着抑制機能を示すことが明らかになり、再構成膜構築分子としてのみならず、表面修飾剤としても有望であることを見いだした。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 イオンチャンネル、クラウンエーテル、カリックス、無機－有機複合膜

#### 【研究 題 目】 超音波を用いた非接触操作技術の開発と応用

【研究代表者】 小塚 晃透(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 小塚 晃透、安井 久一(常勤職員2名)

#### 【研究 内 容】

本研究の目的は、重力下（地上）における気体媒質中（大気中）で、超音波を用いて微小物体（固体粒子、液滴等）を非接触で捕捉し、操作するための技術を開発することであり、強力な超音波を気体中に放射する手法を開発して、定在波音場における音圧の最大化を図る。

平成19年度は、強力な定在波音場を生成して、その音場を評価し、音圧の節に物体を捕捉した。基本周波数28 kHz、直径25 mm、振動振幅15  $\mu\text{m}$  の平板円形音源を試作し、直径50 mm の光学用凹面レンズを反射板として音源の前方に設置して、反射波が集束する定在波音場を生成した。マイクロホンで音場中の音圧を測定したところ、最大音圧は約3000 Pa であり、平面反射板時の約2倍の音圧を達成することができた。この定在波音場中に、発泡スチロール球、鉄球、水滴、液状ゴム等を投入して捕捉実験を行ったところ、いずれも捕捉可能であった。直径2 mm の鉄球の荷重を音場中で測定したところ、最大で0.5 mN の力が物体に作用していることが確認された。この値は鉄球に作用する重力を上回っており、鉄球を浮遊させることができることと合致する。また、計算機シミュレーションで音圧及び物体に作用する力を求め、実験値に相当する結果を得ることができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超音波、音響放射圧、非接触、マニピュレーション

#### 【研究 題 目】 走行ロープシステムの振動制御

【研究代表者】 西郷 宗玄(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 西郷 宗玄(常勤職員1名)

#### 【研究 内 容】

平成19年度は、運動方程式を位置座標で差分化し時間座標でラプラス変換して得られる境界の影響を受けない内部節点運動方程式の漸化式から進行波・後退波解の時間表現厳密解を導出し、境界節点運動方程式を満足するための条件となる波動制御則に基づいた制御演算アルゴリズムを生成した。波動伝播の時間表現厳密解は位数2

の第1種ベッセル関数で表現される。片側の境界節点に制御器を設置する場合と両側境界節点に設置する場合について特性及び制御性能の時間軸シミュレーション検証より、開発制御アルゴリズムが走行ロープシステムの波動制御を実現することを検証した。

制御アルゴリズムは境界から1差分間隔内側の節点の実計測変位と平成19年度に導出した波動伝播厳密解との畳み込み積分で表され、走行速度はパラメータとして畳み込み積分に含まれるため演算中に安定的に随時変更できる。さらに、現実のロープは剛性が存在して梁と同じ運動方程式を扱う必要があるため、梁に関してもロープと同じアプローチによる波動制御の可能性の検討を行い、ベッセル関数を含む畳み込み積分で伝播特性を表現できることを明らかにした。また、本アルゴリズムを実用ロープシステムに適用するため、走行ロープに対するフリクションレス推力発生機構の開発を行い、平成18年度に部分的に製作した実験装置を完成させて予備制御実験を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 振動制御、波動制御、走行ロープ、梁

#### 【研究 題 目】 気泡ダイナミクス制御による超音波化学反応場の高効率化に関する研究

【研究代表者】 辻内 亨(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 辻内 亨(常勤職員1名)

#### 【研究 内 容】

気泡ダイナミクス制御により超音波化学反応装置を可制御かつ高効率なものとするために、反応液の体積を変えて超音波化学反応をパルス照射により行い、音波の照射時間と休止時間の比の最適化を図ることを基本的な研究目的とした。ここで異なる条件間における装置の効率性は、ヨウ化物イオンの吸光度測定により、投入エネルギー当たりの反応モルであるソノケミカル反応効率  $SE = \{(\text{イオン濃度})\} / \{(\text{照射時間}) \times (\text{超音波パワー}) / (\text{液の体積})\}$  を見積り、連続波照射の場合の反応効率と比較検討した。実効超音波パワーは、照射直後の温度上昇の測定（カロリーメトリー）により決定した。超音波の駆動周波数は152 kHz である。液体積を変えて連続波照射とパルス照射を行い、SE 値ならびに SE 値の比をそれぞれ見積もった。連続波、パルス波それぞれ SE 値は、反応液の体積が増加するにつれ減少することが分かった。SE 値比については、パルス波の条件が100サイクル照射と100サイクル休止の繰り返しで、かつ、液体積が3L の時に最も大きいことが判明した。液体積が3L のときの音響化学発光像を撮影したところ、パルス照射時の方が、液面近傍及び中心部を含めて発光している領域が広いことが分かった。このようにパルス照射により連続波照射と比べて高い反応効率及び広い反応領域が得られ、高効率化の指針を得ることができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】超音波、キャビテーション、超音波化学反応、パルス照射

【研究題目】仮想環境での実演によるプログラム生成のための作業プリミティブ構成法の研究

【研究代表者】音田 弘（知能システム研究部門）

【研究担当者】北垣 高成（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究の目的は、ロボットシステムの作業プログラムの作成過程の本質的な問題点に注目し、プログラムの作成過程を客観的に評価できるしくみをつくり、体系的な作業プリミティブの作成支援のための基礎技術を構築することである。作業プリミティブとは、作業プログラムを構成するためのプリミティブである。そのために、(1)プログラム化された作業を、仮想空間を用いて可視化し、その作業実行時のセンサ空間内における状態（センサ値集合）との対応づけを行って表現し、客観化し作業知識として蓄積・共有を可能にする。(2)作業プリミティブにおける状態遷移の記述は、身体性に依存する部分としない部分を可能な限り区別し、再利用可能・伝達可能（個々のシステムのセンサ空間に変換可能）な表現を用いて、それで表現できるものとそうでないものの体系化を行う。

本年度は、昨年度開発のシミュレータを用いて、作業に必要なパラメータと表現を決定するツールを作成し、再利用可能な作業プリミティブを作成した。「仮想空間での実演」によるプログラム生成システムを対象に、シミュレータを構成し作業プリミティブの作成を行い、作業プリミティブ実行時のセンサデータの可視化と、適切な状態表現に基づくパラメータ抽出とランダム探索によるパラメータの最適化という2つの方法を開発し、プログラム作成過程を客観的に評価可能とし、体系的な作業プリミティブの作成支援のための基礎技術を構成した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】知能ロボティクス

【研究題目】足関節底背屈訓練装置における受動自由度の有効性に関する検討

【研究代表者】本間 敬子（知能システム研究部門）

【研究担当者】薄葉 眞理子（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

脳血管疾患により内反尖足等の変形が生じている人が足関節底背屈装置を使用しようとする場合に生じる問題を解決するため、足底板に内返し・外返し周りの受動的な自由度を与え、患者の苦痛を低減するとともに、足底板と足裏の接触面積を大きくして効率的に力を加えられる底背屈訓練装置について、個々の患者に最適な訓練を提供するためのパラメータ選定について更なる解明が必要である。そこで本研究課題では、①受動自由度が有すべき可動範囲を実験により明らかにするとともに、内返

し・外返しの運動軸に減衰要素を導入することにより、使用者に適当な負荷を与えられる構造を新たに提案する、②被験者実験により訓練動作パラメータと訓練効果との関係を明らかにする、の2点を目的とする。

本年度は、被験者実験による訓練動作パラメータと訓練効果の関係の解明を中心に研究を行った。特に、脳血管障害に伴う下肢の循環不全によって減少した皮膚血流が、他動的な底背屈動作によって変化するかどうかを実験によって検討した。実験は若年健常者を対象として実施した。下肢の血流減少状態を模擬するために、動作側の脚に駆血を行った状態で訓練動作を行った。訓練動作実施中およびその前後の生体信号を計測し、駆血を行わない状態で訓練動作を行ったときの値と比較した。被験者6名を対象に同一人の左右両脚の皮膚血流量を比較したところ、駆血を行った場合・行わない場合のいずれについても、6名中5名について、動作側脚の組織血流量に、動作中に一過性の増加が見られた。また皮膚表面温および深部温の変化を調べたところ、6名中4名に動作脚の皮膚表面温に訓練動作と関連する可能性のある変化が認められた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】足関節、関節可動域訓練装置、受動自由度

【研究題目】水溶性天然ガス鉱床における微生物メタン生成のために利用される堆積有機物の解明

【研究代表者】吉岡 秀佳（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】吉岡 秀佳、坂田 将（常勤職員2名）

【研究内容】

水溶性ガス田において採取されたボーリングコア試料を用いて、長期恒温培養試験を行った。その結果、培養開始後100日以上経過した後、急激なメタン生成が起こる現象を発見した。生成されたメタンの炭素量は、コア中の有機炭素量の数%から20 %近くに相当する。メタンの炭素同位体比を分析したところ、堆積有機物の炭素同位体比に近い値を示したことから、微生物によるメタン生成の際に、急速に堆積有機物を分解したために炭素の同位体効果が小さくなったと解釈される。観察されたメタン生成は、地下の微生物が現地において生成することのできるメタンのポテンシャル量を示していると考えられる。

培養実験に用いたスラッジやコア試料の堆積有機物の有機物分析を行った。ロックエバル分析等のバルク分析の結果、タイプⅢに分類される高等植物由来のケロジェンを含有すること、また、有機溶媒による抽出分析の結果、スラッジ堆積物には、n-アルカンや、脂肪酸が主要な成分として検出された。これらの一部がメタン生成に利用された可能性がある。

【分野名】地質



「キーワード」 水溶性天然ガス、メタン生成ポテンシャル、堆積有機物、炭素同位体比

【研究題目】 有珠火山における噴火活動推移予測の高度化とマグマ活動の場の解明

【研究代表者】 鬼澤 真也（地質情報研究部門）

【研究担当者】 鬼澤 真也（他1名）

【研究内容】

噴火位置・時間・規模・様式・推移といった高次の活動予測を実践するために、活動推移の規則性や多様性に関する法則を見つけ出すこと、法則を支配する物理化学過程を理解することが重要である。本研究では有珠火山を対象として、過去の噴火現象・観測量のコンパイル・比較に基づく噴火活動推移予測の高度化と、その科学的背景の理解に向けてマグマ活動を規制する場の解明を目指している。

初年度は主に解析環境整備および解析データの作成を行ってきた。まず、良質のデータが取得され噴火活動推移の比較研究の軸となる2000年噴火前兆地震に関する時間別頻度・震源位置・マグニチュード・発震メカニズム・卓越周波数等の地震学的記載に向けたデータ処理を進めている。また、北海道大学の研究分担者と協力し、過去の噴火における研究事例の文献収集を行い、再解析に向けたデータ整理・数値化を行っている。さらに、噴火活動に伴う地震の特異性を理解するために非噴火時の地震活動に関する解析も行っている。この結果、山頂下浅部で現在も継続している地震活動は、1977-82年噴火での潜在ドーム形成に伴い発生した地震群と位置・発震メカニズムが類似していることを明らかにした。

【分野名】 地質

【キーワード】 火山、自然現象観測・予測、噴火、マグマ活動、地下構造

【研究題目】 北太平洋高緯度域における第四紀後期の地球磁場変動：古気候研究とのリンケージ

【研究代表者】 山崎 俊嗣（地質情報研究部門）

【研究担当者】 山崎 俊嗣、川村 紀子、井上 聖子（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

調査船「みらい」MR06-04航海でオホーツク海の3地点、ベーリング海の3地点から得られたピストンコアの古地磁気・岩石磁気測定を行った。オホーツク海のコアは、磁氣的性質が相対古地磁気強度を求めるのに適しており、人工磁化 ARM を用いて堆積物の磁化獲得効率変化を補正することにより、自然残留磁化強度から相対古地磁気強度変動を復元することができた。得られた相対古地磁気強度変動を北西大西洋の ODP Site 983のそれと対比することにより、3本のコアの年代を1万年オーダーの分解能で推定した。相対古地磁気強度によるコア間

の対比により、サイト間の氷期-間氷期変動に伴う堆積環境の違いが明らかとなり、海水分布の変遷に関する情報が得られた。オホーツク海からは、調査船「よこすか」YK07-12航海で今年度さらにコア試料が採取された。今後古地磁気・岩石磁気測定を行うことにより、古環境変動に関する情報がさらに得られると期待される。ベーリング海の堆積物コアについては現在測定中であるが、初期続成作用による磁性鉱物の溶解が起きている可能性が高く、通常の方法では相対古地磁気強度変動を復元することは難しいことが判明した。

相対古地磁気強度の信頼性を確保するためには、堆積物の磁化獲得効率の補正に用いる人工磁化の選択が重要であり、そのため FORC 図を用いて海底堆積物中の磁性鉱物の磁気相互作用を評価した。人工磁化 ARM は、磁性鉱物粒径の違いを補正するには適しているが、磁気相互作用の程度の違いに強く影響される欠点がある。オホーツク海の堆積物については、これらのことを検討した結果 ARM を採用した。

【分野名】 地質

【キーワード】 古地磁気、古地磁気強度、オホーツク海、ベーリング海、海底堆積物

【研究題目】 大陸地殻の脆性-塑性遷移と細粒長石の塑性変形

【研究代表者】 重松 紀生（地質情報研究部門）

【研究担当者】 重松 紀生、藤本 光一郎（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

地殻の脆性-塑性遷移付近で変形した天然の断層岩において、粒径1  $\mu\text{m}$  程度の細粒長石の転位の移動と再結晶を伴う塑性変形とそれに伴う破断が見出されている。細粒長石の塑性変形は地殻の強度、内陸地震発生に対して大きな影響を及ぼしている可能性がある。本研究は、大陸地殻の脆性-塑性遷移の強度に対し、細粒長石の塑性変形が与える影響について、天然の断層岩の解析と変形実験により検証することを目的とする。

平成19年度は、平成20年度以降に行う実験の準備期間であり、実験装置の部品作成、実験で再現すべき現象の性情把握として、天然の脆性-塑性遷移条件付近で変形した断層岩の解析、カリ長石焼結体の合成準備をおこなった。

部品関係は今後 800  $^{\circ}\text{C}$ までの高温で実験を行うためのヒーター、平成21年度予定の高圧量実験用の専用アルミナピストンの用意を行った。一方、産総研内で使用予定の実験装置の一部部品に支障があることがわかったので、この修理をおこなった。

また天然の断層岩の走査型電子顕微鏡後方散乱電子線回折法(SEM-EBSD)による結晶定向配列(CPO)の解析、および透過型電子顕微鏡(TEM)観察から、細粒カリ長石に(001)面が面構造に[100]軸が線構造方向を向く

CPO の存在と、転位と再結晶の活動が明らかになった。この結果はこれまで研究代表者により得られた、斜長石の結果と異なる。ただし、1試料のみの結果なので、結果の一般性には他試料の検証も必要である。このほか、カリ長石焼結体合成に必要なカリ長石微細粉末の準備を行った。

【分 野 名】地質

【キーワード】地殻、岩石のレオロジー、細粒長石、脆性－塑性遷移、岩石変形実験

【研究 題 目】地磁気エクスカージョンと気候変動・海水準変動の相関性についての研究

【研究代表者】小田 啓邦（地質情報研究部門）

【研究担当者】小田 啓邦（常勤職員1名）

【研究 内 容】

九州西方の男女海盆で採取された堆積物コア試料（MD982195）の結果から約1万4千年前および6千年前に地磁気エクスカージョン（大規模な地磁気変動）の存在の可能性が示唆された。1万4千年前にはメルトウォーターパルス1A として知られている急激な海水準上昇が確認されている（Fairbanks, 1989）。急激な海水準上昇は地球の慣性モーメントの増加をもたらし、角運動量の保存則から地球（地殻・マントル）の回転速度が急激に減少することが期待される。急激な海水準上昇は、コア－マントル境界に強い差分回転を導入し、地球磁場に大きな変動（地磁気エクスカージョン）をもたらすことが予想される。本研究では、このような予想の下に男女海盆における KY07-04航海の4本の堆積物コア試料を用いて現象の確認および海水準変動との関連性について明らかにすることを目的とした。本年度は堆積物コア試料 PC1 および PC4 の自然残留磁化の測定が完了したが、過去2万年間に相当する部分で地磁気エクスカージョンに相当するような大きな地球磁場変動を示す結果は得られなかった。MD982195 コアで確認された地磁気エクスカージョンと思われる記録は堆積物の乱れ等による見かけの現象であった可能性が高くなったが、引き続き平成20年度には PC2 および PC3 の測定を行いさらなる確認を行う予定である。また、PC1 については相対古地磁気強度を求めることができたが、その結果は琵琶湖や台湾北東方海域から得られている過去2万年の記録と調和的である。

【分 野 名】地質

【キーワード】地磁気エクスカージョン、自然残留磁化、海水準変動、メルトウォーターパルス1A、堆積物、男女海盆、古地磁気

【研究 題 目】四国南東部の最終間氷期段丘面の複合編年

【研究代表者】植木 岳雪（地質情報研究部門）

【研究担当者】植木 岳雪、中澤 努、中島 礼（常勤職員3名）

【研究 内 容】

本研究の目的は、西南日本の海成段丘の編年の高精度化のために、段丘面下の谷を埋める堆積物をボーリング掘削によって採取し、テフラ、古地磁気、微化石分析を複合させて段丘の編年を行うことである。本年度は、高知県田野町の最終間氷期の海成段丘面上で2本のボーリング掘削を行った。1本は深度25 m まで砂礫層が続いたが、もう1本は深度3～17 m までシルト、砂層が見られた。後者は海面上昇期に谷を埋めた堆積物と考えられ、広域テフラを見出すことが期待されたが、実際にはテフラは見出せなかった。そのため、段丘の年代を決めることができなかった。現在は古地磁気測定を行い、それによって編年できないかを検討中である。

【分 野 名】地質

【キーワード】段丘、編年、ボーリング掘削、西南日本、更新世

【研究 題 目】太平洋の ENSO 現象に伴う水温躍層変動と円石藻群集変化に関する研究

【研究代表者】田中 裕一郎（地質情報研究部門）

【研究担当者】田中 裕一郎（常勤職員1名）

【研究 内 容】

赤道太平洋域で起きている ENSO 現象は、海洋表層の鉛直構造と密接に関係している。この鉛直構造の変化は、水温躍層の深度の移動をもたらしている。海洋の一時生産者である植物プランクトンの挙動は、この水温躍層の変動によって引き起こされる栄養塩の供給に関連している。

そこで、本研究では、西赤道太平洋の西カロリン海盆とオントンジャワ海台で採取されたコアについて、セジメントトラップ試料の解析結果から栄養塩の供給時に増加する種に着目して、過去25万年前以降の環境変遷と海洋構造変化について解析を行った。その結果、西カロリン海盆より顕著な変化がオントンジャワ海台コアで認められた。特に、酸素同位体ステージ3、5、5/6境界で同種の産出頻度が高いことが認められた。西カロリン海盆では、セジメントトラップでは、同種の多産は、冬季に限られていることからコアにみられた同種の多産は、より冬季の影響を反映した結果と推測される。

また、オントンジャワ海台で採取されたコアは、中央太平洋水塊と西太平洋暖水海域との境界に位置しており、ラニーニャ時には、その境界域で栄養塩が高くなることが報告されている。これまでの研究から、同種は、西赤道太平洋暖水塊域では、有光層の下部に生息し、中央赤道太平洋では、水温躍層の浅海化に伴って、その生息深度も浅くなり亜表層に生息することが明らかとなっている。したがって、この生息環境を考慮すると、この種の生産が高くなった時期は、中央水域に位置していた栄養塩の豊富な海域がより西側に移行し、結果として、中層へ栄養塩が供給されたことによると考えられ、この時期

は、水温躍層の浅くなるような海洋の鉛直構造に変化があったと推測される。

【分 野 名】地質

【キーワード】円石藻、炭酸塩、化石化、古環境

# 【研究 題 目】新生代後期における浮遊性珪藻類の進化過程の研究

【研究代表者】柳沢 幸夫（地質情報研究部門）

【研究担当者】柳沢 幸夫（常勤職員1名）

## 【研究 内 容】

この研究は、北太平洋中一高緯度、低緯度赤道域および南大洋の3つの生物地理区で掘削された時間コントロールのよい深海底コアの珪藻化石を分析することにより、浮遊性海生珪藻の *Crucidenticula* 属、*Denticulopsis* 属および *Neodenticula* 属のグローバルでダイナミックな進化過程を明らかにし、後期新生代における古気候変動との関係を解明することを目的とする。今年度は分類学的検討が遅れている南大洋域から研究を開始した。分類学的研究では深海底コア試料を用いて光学および走査型顕微鏡による詳しい殻形態の解析を行い、類似種との比較に留意して分類学的検討を行った。また、生層序学的研究では、深海底掘削で掘られた Hole 744と745を組み合わせ、1900～400万年前の年代範囲において平均5万年間隔で約300個の試料の珪藻分析を行い、これらコアの古地磁気年代コントロールを基に、それぞれの種の正確な出現・消滅年代と、珪藻群集内に占める頻度の時間的な変化を明らかにした。研究の結果、*Denticulopsis* 属については、多くの種が南北両半球に分布し、いわゆる両極性分布のパターンを示すことがわかった。また、*Neodenticula* 属については、進化の初期段階の700～600万年前ころには両極性を示すものの、500万年前より新しい時代には南半球ではこの属は絶滅し、属としては北半球のみに分布する単極性に変化することが明らかとなった。

【分 野 名】地質

【キーワード】古生物学、珪藻、進化

# 【研究 題 目】糖タンパク質の高効率大規模定量解析法の開発

【研究代表者】梶 裕之（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】梶 裕之（常勤職員1名）

## 【研究 内 容】

本研究は、タンパク質の局在や活性の制御に重要な翻訳後修飾である糖鎖付加について、その定量的解析法の開発を目的としている。平成19年度は2カ年計画の第2年度で、第1年度には、糖ペプチドの安定同位体標識法の条件を検討した。19年度には、糖ペプチド調製法の効率化と安定同位体標識ペプチドの高感度同定法の検討を行った。

### 1. 糖ペプチド調製法の効率化：

LC/MS プロテオーム解析技術による網羅的ペプチド同定は、複雑なタンパク質混合物から調製したペプチド混合物を材料とする。タンパク質の不完全消化は、ペプチドの複雑性を増加させ、同定感度を下げ、はじめにタンパク質を効率よく消化する条件を種々検討した。その結果、グアニジン存在下で還元アルキル化後、透析により変性剤を尿素に置換し、希釈してプロテアーゼ消化することにより、消化効率が改善されることを確認した。

### 2. 標識ペプチド高感度同定の試み：

LC/MS 法によるペプチド同定は、衝突誘起解離断片のスペクトル情報（CID-MS/MS）を用いたデータベース検索の結果に基づく。MS シグナルのみの情報から候補ペプチドを同定できれば、同定感度が上昇する。そこで、すでに同定された1,625種のマウス肝臓糖ペプチドの観測質量電荷比、価数等の情報をリスト化し、これらを相互に比較した。その結果、所有する分析装置の誤差(50 ppm)範囲で、1,116ペプチド(全体の69 %)が同定可能であることが判明した。

これらの結果から、安定同位体標識ペプチドをLC/MS 分析することで、糖ペプチドコアの同定及び相対定量分析が感度よく、大規模に実施できる可能性が示された。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】糖タンパク質、質量分析、プロテオーム

# 【研究 題 目】シアリル Tn 抗原による腫瘍免疫抑制機序の解明

【研究代表者】池原 譲（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】池原 譲、辻村 邦夫  
（常勤職員1名、他1名）

## 【研究 内 容】

シアリルTn(STn)抗原等のシアリ酸含有糖鎖の発現は、胃癌等の予後不良と相関することが知られている。研究代表者は、胃癌の進展においてSTn抗原が作用し、予後不良となるメカニズムの解明を試みている。

OVA 遺伝子導入 B6由来細胞に STn 抗原合成酵素を導入して STn 抗原を発現する様に改変した細胞を作成し、B6マウスに接種してその生存を検討した。STn 抗原陽性細胞を接種したマウス群の方が、STn 抗原陰性細胞を接種したマウス群よりも早く死亡することが観察され、STn 抗原発現によるヒト胃がんでの予後不良が再現された。次に、担癌マウスの免疫状態を ELISPOT assay と FACS によって H-2K<sup>b</sup>/OVA<sub>257-264</sub> MHC テトラマーで評価したところ、STn 抗原陽性細胞を接種した群では、テトラマー陽性や OVA<sub>257-264</sub>に反応する CD8 T 細胞数は、有為になかった。これらより、腫瘍免疫が STn 抗原によって有為に抑制され、マウスの生存に影響したと唆された。つまり、STn 抗原は、惹起される腫瘍免疫応答に対して抑制的に作用すると結論できた。



OMLによって腹腔内で誘導される免疫効果 (CD8) の解析を行ったところ、OVA封入OMLをマウスの腹腔内へ1回1 $\mu$ gを3回接種すると、3日後にはOVA<sub>257-264</sub>に特異的に反応してIFN $\gamma$ を産生するCD8T細胞が出現し、これは1週間以上に亘って確認された。しかしながら、H-2K<sup>b</sup>/OVA<sub>257-264</sub>MHCテトラマー陽性細胞は脾臓において0.1 %未満の頻度であり、FACS解析では有為な増加が確認されていない。そこで、糖鎖被覆リポソーム (OML) に対するSTn抗原の効果を検討するため、OMLワクチン後、STn抗原陽性癌細胞 (OVA遺伝子を導入したB6マウス由来胸腺腫:E.G7-OVA細胞) を接種し、その増殖と接種されたマウスの生存を検討している。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 がんの腹腔進展、癌関連糖鎖マーカー、sTn 抗原、腫瘍免疫、抑制メカニズム

【研究 題 目】 糖鎖がんマーカー開発のためのコア1合成 酵素検出システムの構築

【研究代表者】 立花 宏一 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】 立花 宏一 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

種々の癌において癌特異的糖鎖が主要ながんマーカーであることが知られている。糖鎖がんマーカーはシアリルルイス a 等を含め主にコア1型 O-結合型糖鎖であるが、Tn 抗原や sTn 抗原の様にコア構造で伸長の止まった糖鎖抗原はコア1型糖鎖の合成に問題があると考えられる。コア1型糖鎖はコア1合成酵素 (Core1GalT) により合成されるが、コア1合成酵素の発現そのものは Cosmc というコア1合成酵素特異的分子シャペロンの発現に依存することがわかってきた。特に Cosmc 遺伝子は X 染色体上に座位し、Tn syndrome 患者血液細胞で遺伝子異常が発見されていることから、上記糖鎖がん抗原発現との関連が期待される。そこで、本研究ではがん細胞におけるコア1合成酵素・Cosmc の蛋白質発現を調べることで各種がん細胞におけるコア1合成系の発現・活性を明らかにすると共に、がん細胞におけるコア1合成酵素・Cosmc の発現異常・構造異常について調べることを目的とする。そのためにはヒトコア1合成酵素およびCosmc に対する特異抗体が必要である。平成19年度はヒト Cosmc に対するモノクローナル抗体作製を合成ペプチドやリコンビナント蛋白等数種類の抗原を用いて複数回行った。その結果いずれの場合も反応するクローンは得られたが、合成ペプチドを抗原に用いた場合は IgM 型の抗体クローンしか得られなかった。

それに対してリコンビナント蛋白を抗原にした場合には IgG 型の抗体クローンは複数個得られており、現在抗体の特異性・免疫染色や免疫沈降の可否について検討中である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 癌、糖鎖

【研究 題 目】 シナプスの可塑的変化における、シナプス及びシナプス局在タンパクの動態解析

【研究代表者】 海老原 達彦 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 海老原 達彦 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

目標:

外的環境に常に対応するため、神経回路は常に変化していると考えられている。しかし神経回路が変化する様子を、生きた神経組織にて直接追跡することは難しい。本研究では、海馬の錐体細胞全体、または錐体細胞のシナプス後肥厚部に局在するタンパクを可視化したトランスジェニックマウスを作製した。このマウス海馬の急性スライスに LTP などを起こす生理学的刺激を加えつつ、2光子顕微鏡を用いてシナプスを経時的に観察し、シナプスの形態及び構成タンパクの動的な変化を追うことを目標とする。また、同様の観察を直接個体脳に対して行うことを将来の目標としている。

研究計画・進捗状況:

これまでにシナプス局在タンパクなどと GFP の融合タンパクを海馬錐体細胞にて発現するトランスジェニックマウスを作製した。しかしこれらのマウスは海馬の全ての錐体細胞を可視化してしまい、海馬スライスや個体脳を用いた研究には不向きだった。本研究ではこの問題を解決するため、一部の錐体細胞を可視化できるマウスを作製することとし、4種類のマウスを作製した。これら作製したマウスを用いて最適な発現コンディションを検討している。今後観察系を検討しつつ、成長に伴って、あるいは生理学的な刺激条件下にて、PSD および樹状突起の形態や消長の経時変化を解析する。

現有の2光子顕微鏡にてマウス脳を直接観察可能か、検討を進めている。終脳皮質の錐体細胞の微細構造を、マウスが生きている状態で見る事が出来た。今後、安定した観察系を構築すると共に、この目的に適したトランスジェニックマウスの遺伝子発現方法を選定及び作製を行う。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経再生、神経可塑性、シナプス後肥厚部 (PSD)

【研究 題 目】 パターン認識のための探索的モデル選択法に関する研究

【研究代表者】 栗田 多喜夫 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 栗田 多喜夫 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

目標:

コンピュータの性能向上と PC クラスター等の並列実行環境の整備により、大量の計算パワーを手軽に利用できるようになったため、より良いパターン認識器を大量の計算パワーを使って構成しようとするアプローチが一般的になりつつある。そこで、本研究課題では、鳥やア

リ等の群れからヒントを得て、仲間の行動の結果を通信しながら次の行動を決定する集団による最適化手法である Particle Swarm Optimization 等に関する研究成果を取り入れて、最適なパターン認識器を構成するための実用的なアルゴリズムの確立を目指す。具体的には、パターン識別器の最適なハイパーパラメータの決定法、パターン認識のための有効な特徴の自動選択法、画像中の対象の高速探索法、汎化性能が高く高速に動作する識別器の自動設計のためのモデル選択法等の実用的なアルゴリズムの開発を目指す。

研究計画：

本年度は、(1)パターン識別器における最適なハイパーパラメータの決定法の開発、(2)パターン認識のための有効な特徴の自動選択法の開発、(3)画像中の対象の高速探索法の開発の3つのサブ課題について検討した。(1)のパターン識別器の最適なハイパーパラメータの探索では、サポートベクターマシンのカーネルパラメータや正則化パラメータの探索に PSO を利用する手法を開発し、その有効性を確認した。(2)のパターン認識のための有効な特徴の自動選択では、カーネルロジスティック回帰モデルの特徴選択 (Import Vector Machine) に PSO を利用するアルゴリズムを開発し、その有効性を確認した。(3)の画像中の対象の高速探索法の開発では、Viola 等が提案した画像中の対象検出法の学習の効率化に PSO を利用する手法について検討した。Viola 等の対象検出手法は、その検出性能の高さと高速性から現在広く用いられているが、学習過程では、すべての位置の様々な矩形特徴のうちでどの特徴を利用するかを網羅的な探索が行われるため学習のために膨大な計算時間が必要である。この探索を効率化するために PSO を用いる手法を開発し、網羅的な探索と同等の検出性能をもつ検出器が4 %以下の計算時間で構成できることを確認した。

【分 野 名】 ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 パターン認識手法、最適化手法、Particle Swarm Optimization、モデル選択

【研究 題 目】 色覚障害者の視覚特性に基づき自然画像の視認性を改善する色覚バリアフリー化技術

【研究代表者】 坂本 隆 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 坂本 隆 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

目標：

任意の視覚標示物や画像などを対象とし、汎用的に活用できる色覚障害者向け色修正技術を開発する。特に、画像処理によって視認性を改善する手法に着目し、従来の色覚障害者向け技術が抱える種々の欠点を克服する(極端な色の置き換えが生じ難い、計算量爆発に纏わる

不具合を回避できる) 技術を開発する。

研究計画：

コントラスト改善技術(特許第2866935号)を用い、色覚障害者の視覚特性に合うように画像のエッジ強調処理をして、色覚障害者の視認性を改善する手法と、xy色度図上の混同色線と混同色中心を考慮し、混同色線上の色同士をテクスチャ処理によって可視化する手法の、二つの異なる方法について技術開発を実施する。

年度進捗状況：

コントラスト改善に基づく視認性改善技術を開発し、色覚障害者の見えを模擬するサングラスを用いて、視認性改善効果を検証する実験を実施した。しかし視認性改善効果については芳しい結果が得られず、引き続き開発と改良を実施することとした。

混同色線上の色同士をテクスチャ処理によって可視化する技術については、新規手法の考案に成功した。また当該の手法を実際に活用し、視認性改善効果を施した視覚標示物の試作品を完成させることができた。当該技術は、平成20年度前半に特許出願を予定している。

【分 野 名】 ライフサイエンス、情報・エレクトロニクス

【キーワード】 福祉技術、バリアフリー、ユニバーサルデザイン、先天色覚異常、視覚系、錐体、色覚障害、視認性、画像処理、色修正

【研究 題 目】 局所不変特徴量を用いた画像の対応付けに関する研究

【研究代表者】 市村 直幸 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 市村 直幸 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

目標：

本課題では、コンピュータビジョンの基盤的技術として重要な画像の対応付けについての研究を行う。特に、局所不変特徴量を用いたアプローチにおいて、次の2点を主たる課題として研究開発を行う：(1) 局所不変特徴量による対応付け結果からの物体の切り出し(セグメンテーション)、(2) 局所不変特徴量の判別性の向上。前者では、シーン内に複数の認識対象物体が存在する場合、局所的な特徴の対応付け結果から、個々の物体の対応点を分離するアルゴリズムの開発を目的とする。後者では、新しい局所領域の設定方法や記述子の開発を行いつつ、どのような特徴量が不変性と判別性を両立するに適しているかを検討することを目的とする。

研究計画：

本年度においては、大きく次の2つの課題に関する研究開発を行う：(1) 関数近似に基づくフィルタリングによる局所領域の設定、(2) 局所不変特徴量による対応付け結果からの物体の切り出し(セグメンテーション)。従来提案されている局所領域設定方法の多くは、ガウス関数やその2次微分を用いたフィルタリングの出力を利

用している。それらのフィルタリングを用いたスケール空間の生成には、数多くの畳み込み演算を必要とするため、計算量が問題となっている。そこで、計算量を削減するために、フィルタリングに用いる関数そのものの近似を導入し、積和演算よりも簡単な演算でフィルタリングを実行することを検討するのが、上記（1）の課題である。上記（2）の課題に関しては、昨年度、ロバスト推定の1種である RANSAC によって、1つの物体に属する対応点が従う大局的な拘束である射影変換を推定し、背景や他の同一物体に属する対応点から1つの物体に属する対応点を分離した。この際、推定精度を向上させるために、物体の見え方に制約を課し、絶対に生じない見え方に対応する射影変換を除去した。本年度は、物体の見えの数学的表現について検討を行う。

年度進捗状況：

本年度は主として、局所不変特徴量を抽出する処理の高速化、および、局所不変特徴量の Image-Based Rendering (IBR) への応用に関して成果を得た。処理の高速化は、局所領域の抽出部分に関して検討を行った。局所領域の抽出処理には、局所領域の位置を設定すると共に、その固有スケールを計算することが要求される。固有スケールを求めるためには、正規化 LoG (Laplacian of Gaussian) フィルタを用いて入力画像よりスケール空間を生成し、その極値点を得る必要がある。このスケール空間生成のために、数多くの畳み込み演算を必要とし、応用によっては計算量が問題となる。そこで、計算量の削減を目的とし、正規化 LoG 関数の近似に基づく局所領域の設定方法を提案した。提案方法では、正規化 LoG 関数の極値点に位置する画素のみから、近似 LoG フィルタの応答を計算する。参照する画素の数が減少するため、計算量が削減される。極値点に位置する画素の値とフィルタ応答の関係は多項式によりモデル化し、その多項式の係数を大量の事例画像を用いて決定した。実画像を用いた実験により、提案する近似 LoG フィルタは、従来の特徴点抽出フィルタより高い repeatability をもつことを確認している。また、提案方法により得られた局所不変特徴量の、広告看板認識、道路標識認識、および、video stabilization への適用例も示している。

上記の近似 LoG フィルタから得られた局所不変特徴量を、時系列画像からのカメラの3次元運動推定に対して適用をした。この処理には、フレーム間の対応付けが必要であるが、正規化相関等の従来の手法では、誤対応を減少させるのが困難であった。しかし、不変特徴量を用いることにより、誤対応の数を大幅に減少させることができ、3次元運動推定の精度を向上させることができた。この結果を使用し、IBR による時系列画像からの任意視点映像生成を行った。

また、物体の見えの数学的表現については、従来の直接的な幾何学的拘束（ねじれ等）に加え、正常な見えに

対応する射影変換行列の成す集合上の確率分布に関する考察を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 画像処理、対応付け、複数物体認識

【研究題目】 分子病態の解明と治療を目的としたディスフェルリン結合タンパク質に関する研究

【研究代表者】 松田 知栄（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 松田 知栄（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

我々は筋ジストロフィーの責任遺伝子産物であるディスフェルリンがアフィキシンと正常骨格筋において結合することを報告している。ヒトアフィキシンを恒常的に発現するマウス筋芽細胞のラインを確立し、その解析によりアフィキシンは $\alpha$ PIX、 $\beta$ PIX を介して Rac1 を活性化し、アクチン細胞骨格系の再構成を行うことを昨年度報告した。細胞骨格系の再構成は細胞膜の修復過程でも観察され、ディスフェルリンは筋細胞膜修復への関与が報告されていることから、アフィキシンも筋細胞膜の修復に関与することが予測される。ディスフェルリン欠損による筋ジストロフィーの分子病態を解明するため、細胞膜損傷—修復時におけるディスフェルリン、アフィキシン、 $\alpha$ PIX、 $\beta$ PIX の動態をアフリカツメガエル卵母細胞の系を用いて明らかにする。

年度進捗状況：

ディスフェルリン、アフィキシンに波長特性の異なる蛍光タンパク質を融合させたコンストラクトを作製し、in vitro で mRNA を合成した。これを卵母細胞にマイクロインジェクションし、タンパク質の発現を免疫組織化学法と蛍光顕微鏡による観察で調べた。その結果ディスフェルリンは卵母細胞の細胞膜に、アフィキシンは細胞質に局在していた。我々がディスフェルリン結合タンパク質として報告したカベオリン-3も細胞質に発現していたが、アフィキシンより大きな粒子状であった。現在はレーザーによる膜損傷の実験条件の最適化を行っている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ディスフェルリン、筋ジストロフィー、アフィキシン( $\beta$ -パルビン)

【研究題目】 分散・統合データ解析に対する情報幾何学的アプローチ

【研究代表者】 赤穂 昭太郎（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 赤穂 昭太郎、神畠 敏弘  
（常勤職員2名）

【研究内容】

目標：

分散して収集されたデータを限られたネットワーク容



量・計算資源の下で効率よく統合処理するための手法を、情報幾何学に基づくアプローチによって開発することである。

研究計画：

1. 混合モデルのパラメータ群に対する次元圧縮・クラスタリング・識別といった情報幾何学的多変量解析の基礎技術を統一的にまとめる。
2. 分散データ解析の中でも最も基本的である分散クラスタリング法について、関連研究のサーベイを行うとともに、実用性の観点から理論モデルを適用する際の問題点を明らかにする。

年度進捗状況：

情報幾何学的多変量解析の基礎として、ベイズ推論の枠組みを導入した新たな近似計算手法を開発した。また、分散クラスタリング法については情報幾何学的アプローチとの比較を行うために、ベンチマークとなる手法の計算機上への実装を行った。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス、ライフサイエンス

【キーワード】情報幾何、データマイニング、分散処理、確率情報処理

【研究 題 目】グラフを用いた統計的学習と計算推論に関する幾何学的研究とその応用

【研究代表者】赤穂 昭太郎（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】赤穂 昭太郎（常勤職員1名）

【研究 内 容】

目標：

バイオインフォマティクスの分野で活発に研究されている遺伝子ネットワークなど関連性をグラフ構造で表現できるような問題に対し、データからの学習や確率推論の効率的なアルゴリズムを開発する。

研究計画：

遺伝子ネットワークの推定問題を確率モデルの推定問題として定式化し、効率的な学習アルゴリズムを開発する。

年度進捗状況：

遺伝子ネットワークの推定問題を確率モデルの推定問題として定式化し、能動学習を導入することにより、少ない実験回数で精度よく推定を行うための手法を開発し、数値シミュレーションによって有効性を確かめた

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス、ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子ネットワーク、確率推論、機械学習

【研究 題 目】機械学習の手法による非線形複雑系の動的解析とシミュレーション科学への応用

【研究代表者】赤穂 昭太郎（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】赤穂 昭太郎（常勤職員1名）

【研究 内 容】

目標：

再生カーネルに基づく機械学習の手法に基づいて、複雑非線形系のダイナミクスのデータから本質的な情報を抽出する手法を開発する。

研究計画：

カーネル正準相関分析（カーネル CCA）が高度に非線形な系のダイナミクスの解析に有用であることがわかってきたので、手法を改良しより安定な結果が得られるようにする。特に、罰金項・正則化項の役割について再検討し、理論的考察と数値実験により新たな手法の開発を目指す。また、大規模線形計算の手法について調査研究をする。

年度進捗状況：

カーネル CCA の特殊な場合として、入力と出力の両方にノイズが入っているような関数近似問題を考え、乱数を用いた推定法であるマルコフ連鎖モンテカルロ法を応用した定式化を進め、一回の反復における計算量を低く抑える手法を開発した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス、ライフサイエンス

【キーワード】カーネル多変量解析、マルコフ連鎖モンテカルロ法、関数近似

【研究 題 目】ローカルフィールドポテンシャルの時間周波数解析による脳内情報読み取り技術の開発用

【研究代表者】長谷川 良平（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】長谷川 良平、南 哲人、  
長谷川 由香子（常勤職員1名、他2名）

【研究 内 容】

目標：

本研究の目標は、ニューロン集団が同時に興奮性入力を受けたり、同期発火したりする場合に脳組織内に生じる集成的電位（ローカルフィールドポテンシャル＝LFP）に対して時間周波数解析を行うことによって、特定脳機能と関係して賦活する脳部位の同定や局所神経回路における情報処理機構を解明するとともに、そのノウハウを、脳内情報をリアルタイムで読み取るブレイン・マシン・インターフェース技術に応用することである。

研究計画：

上記目的を達成するため、本研究では市販電極を用いて麻醉下のラットからの神経活動記録実験を行った。また、それと平行してリアルタイムでの LFP 解析のソフトウェアの制作および LFP 記録用の独自電極の開発に携わった。

本年度進捗状況：

本年度の実験では、感覚情報処理の脳内機構を研究するモデルとしてヒゲ触覚を担当する大脳皮質体性感覚野（バレル皮質）および従来、視覚経路と考えられてきた

中脳の上丘に注目し、それら脳領域からの記録実験を行った（現在も実験を継続しつつ、詳細な解析を行っている）。また、LFP 記録実験中にリアルタイムで時間周波数解析を行うプログラムの開発や、大脳皮質表面から LFP を安定かつ効率的に記録するための独自電極の試作に成功した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ブレイン・マシン・インターフェース

【研究 題 目】 デルターカテニンのシナプス領域における形態変化誘導に関する研究

【研究代表者】 落石 知世（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 落石 知世（常勤職員1名）

【研究 内 容】

神経細胞ではシナプスの伝達効率の変化に伴い、それを受け取る樹状突起も可塑的な変化を遂げる。本研究では樹状突起の形態変化に関与することが推測されるデルターカテニンについてその機能を解析した。神経細胞へ興奮性刺激を加えるとフィロポディア様の突起の伸展が確認され、これが神経細胞の可塑性と深く結びついていると考えられている。デルタカテニンは PDZ 結合モチーフで PSD-95 と結合し NMDA 受容体等と分子複合体を形成し、その PDZ 結合ドメインを欠損した変異体を導入すると成熟神経細胞でも多数のフィロポディアを誘導することができる。そこで、興奮性の刺激によってデルタカテニが PDZ ドメインを含む分子複合体から解離しフィロポディアを誘導することができるかを調べた。成熟した培養神経細胞をグルタミン酸・NMDA・DHPG で刺激したところ、いずれの場合も、デルターカテニンと PSD-95 は解離した。特に DHPG による解離の時間経過は刺激によるフィロポディアの伸展の時間経過と一致した。このことは刺激による突起伸展が、足場蛋白質から遊離したデルターカテニンから引き起こされている可能性を示唆している。そこで、そのメカニズムを解析した。結合・解離状態を決定する因子としてリン酸化が考えられるため各種リン酸化抗体を用いて、デルターカテニンが刺激により何らかのリン酸化を受けているかを解析した結果、セリン・スレオニン、チロシンともリン酸化が上昇していることが明らかとなった。また、神経細胞の発達段階に応じてデルターカテニンの PDZ 結合ドメインの標的蛋白質の発現量は上昇する。そこで、PDZ 結合ドメインと足場蛋白質の親和性が発達過程で変化するか調べた。その結果成熟神経細胞ほど、親和性が増加していた。このことは、幼若神経細胞では、遊離したデルターカテニンの割合が大きいことになり、これが多くのフィロポディアを誘導する一因であると考えられた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 シナプス、スパイン、フィロポディア、PDZ ドメイン

【研究 題 目】 固体電解質を利用する新規な熱電変換の研究

【研究代表者】 藤井 孝博（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 藤井 孝博（常勤職員1名）

【研究 内 容】

真空中で  $\beta''$  アルミナ固体電解質（BASE）の一端を 200 °C 程度の液体ナトリウムに浸し、他端に多孔質電極膜を取付けて 600 °C 程度に加熱すると、電極-ナトリウム間に起電力が発生し電流を取出すことができる。本研究の目的は、実際にセルを作製し発電実験を行うことによって熱電変換セルの可能性と問題点を明らかにすることである。今回、長さ 80 mm の  $\beta''$  アルミナを用いて外部加熱型の小型発電セルを試作して発電実験を行い、その発電特性について調べた。外部からの加熱温度が 649, 700 °C の時、開回路電圧はそれぞれ 0.37, 0.415 V となったが、これは電極温度が外部加熱温度より 80 °C ほど低いことを意味している。また、セルの内部抵抗は固体電解質のイオン導電率に見合うものであった。セル内部の低温部にナトリウムが凝縮しやすく、電流取出しリードとケースの間で絶縁を保つ工夫が必要なことなども含め、発電セル設計のために必要な基礎的知見が得られた。一方、低温部の温度を高めに設定しセル内のナトリウム蒸気圧を上げると、外部からの電圧印加により発電とは逆方向の電流を流せることも明らかとなった。このセルをヒートポンプとしても作動させられる可能性を示すものとして興味深い結果である。固体電解質に熔融塩を組み合わせてイオン導電率を高めることでセル出力を向上させる試みとして、 $\beta''$  アルミナ管に熔融した NaOH などを充填して抵抗を測定したところ、抵抗値を 1/20 ないし 1/40 に低減できることがわかった。腐食性等の問題もあるが、高出力化実現への期待を持てる結果である。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 熱電変換、固体電解質、ナトリウム

【研究 題 目】 構造緩和させた金属酸化薄膜のレイヤー・バイ・レイヤー形成に関する研究

【研究代表者】 南條 弘（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】 南條 弘、石川 育夫、佐直 紘規（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

連続的に一定電位で陽極酸化するのではなく、酸化、還元、緩和を繰り返して、レイヤー・バイ・レイヤーで断続的に酸化膜を形成し、その構造を明らかにすることを目的とする。純チタンのスパッター薄膜試料に対して、0.1 M 硫酸中において不働態皮膜をレイヤー・バイ・レイヤー法で形成し、以下の知見を得た。(1) 8回のレイヤー・バイ・レイヤー法で形成した不働態皮膜の表面粗さを原子間力顕微鏡で測定したが、連続酸化や未処理の場合に比べて小さくなった。これは断続酸化の緩和効果

が現れ、結晶性が良くなったためと考えられる。(2) レイヤー・バイ・レイヤー法による断続酸化で形成した不働態皮膜の膜厚を分光エリプソメータで測定したところ、連続酸化の場合に比べ若干薄くなった。これは、緩和中の電位がカソード領域なので還元反応による水素発生が見られ、溶解しているためと考えられる。(3) 走査型トンネル顕微鏡で観察したところ、原子レベルで平坦なテラスを形成できたが、そのテラス幅は、断続酸化の方が連続酸化よりも、同程度かまたは若干広くなる傾向が見られた。このことから、表面粗さが小さくなるマクロレベルの平坦化に加え、テラス幅が広がるミクロレベルの平坦化も若干進んだことになる。(4) 断続酸化時の緩和電位が表面粗さの低下には効果的であることが確認できたので、緩和時間等を含めた緩和過程の条件を最適化することが原子レベル平坦化の鍵となりうる。(5) 緩和電位が自然浸せき電位に近いほど、試料表面が静的な状態で緩和されるため、膜厚が厚いにもかかわらず、表面粗さが小さくなった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 金属酸化膜、陽極酸化、原子層、膜構造  
緩和、原子レベル平坦化、ホッピングモデル

【研究 題 目】 生体酵素の機能を模倣したナノ物質変換システムの開発

【研究代表者】 多井 豊

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 大橋 文彦、山口 渡 (常勤職員2名)

【研究 内 容】

本研究では、ナノ材料の特異な物性を利用し、通常は困難な化学反応を穏和な条件下で実現する手法の開発を目的としている。3人の研究者がそれぞれ、項目①：構造および機能を制御したナノ多孔体の開発および基礎物性評価、項目②：サイズ選別したナノ粒子の作製、ナノ多孔体への担持、および触媒能の基礎評価、項目③：ナノ多孔体／ナノ粒子複合材料を電極とする電気化学リアクタの作製と反応評価、の各項目を分担する。

項目①については、層状物質  $\text{MoO}_3$  の層間に  $\text{Na}$ 、 $\text{K}$ 、 $\text{Fe}(\text{Phen})_3$  などのイオンを挿入した多孔体を合成、項目③とも合わせて、これらのナノ多孔体による、硝酸イオンや亜硝酸イオンの電解還元活性を評価した。

項目②については、表層（シェル）にのみ白金を有し、内部（コア）を異なる金属で置換したコア・シェル型ナノ粒子の作製に取組み、精密にサイズ制御した金・白金コア・シェルナノ粒子および銀・白金コア・シェルナノ粒子の作製に成功した。

項目③については、カーボンブラックに担持した金ナノ粒子触媒について、水溶液中での酸素の電解還元に対する活性を評価し、過酸化水素の合成に高い選択性を示すことを発見した。また、同じくカーボンブラックに担

持した金-白金コア・シェルナノ粒子触媒について、純白金触媒に迫る性能を有することを確認した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノ粒子、ナノ細孔、触媒

【研究 題 目】 プロモーター解析のための部位特異的組換えトランスジェニックメダカの作成

【研究代表者】 藤森 一浩

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 藤森 一浩 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

目標：

さまざまな組織再生を促す遺伝子をメダカ個体で簡便・高速に探索を行うことで、その候補遺伝子に限定してマウス等の哺乳動物でさらに詳細に評価できるような新しい創薬スクリーニングシステムを医薬産業へ提供する。これによってこれから到来する少子・高齢化社会への貢献を目指す。

研究計画：

メダカは分子生物学・遺伝学が適用でき、かつ個体が透明で内部臓器に至るまで“生きたままの細胞を“詳細に観察することが可能な小型脊椎動物である。本研究はメダカをモデルとして有用遺伝子のスクリーニングをハイスループットで行うシステムのための技術開発の一つとして位置付けられる。そのためには、ただ単に野生型のメダカを用いるのではなく、特定の細胞種に特異的にレポーター遺伝子を発現させたトランスジェニック(TG)メダカが有用であるが、それにはメダカで作動する細胞種特異的プロモーターの取得が必要不可欠である。本研究課題では部位特異的組換え酵素を用いてゲノム中のプロモーター領域を組み換えることによって、様々な細胞を標識することが可能な高効率でトランスジェニックメダカを作製するためのペアレンタルラインを樹立する。

年度進捗状況：

① 作製したトランスジェニックメダカ F4受精卵に Cre 部位特異的組換え酵素蛋白質をマイクロインジェクションしたところ、元の神経系における GFP シグナルが、約1週間後から消失を始めたことを確認した。② プロモーター交換用 loxP ベクターの構築：ゲノム中に存在する loxP サイトに任意のプロモーター（あるいは新規プロモーター候補）を挿入するために、プロモーターの両端に loxP を保有するベクター (pTx)を開発した。この自作のクローニングベクターは独自の TEX システムにより XcmI あるいは AhdI により1塩基末端を作成するものである。このベクターにメダカゲノムより PCR によって amplify したプロモーター候補を TA クローニングすることに成功した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 メダカ、再生医療、遺伝子、プロモータ



## 一、部位特異的組換え

## 〔研究題目〕鞭毛ダイニン複合体と微小管からなる運動ナノモジュールの構築と解析

〔研究代表者〕廣瀬 恵子

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕廣瀬 恵子、上野 裕則、原野 純  
(常勤職員1名、他2名)

## 〔研究内容〕

軸系外腕ダイニンは重鎖・軽鎖・中間鎖など10個以上のサブユニットからなる巨大分子であり、ドッキングコンプレックス (DC) を介して微小管に規則的に配列し、ストーク先端で微小管とヌクレオチドに依存した相互作用を行って力を発生する。本研究では、ダイニンとそれに付随するサブユニット、および微小管のみから成り、ダイニンが生体内と同様 DC を介して微小管上に配列し、ストークとステムの双方で相互作用するような「運動ナノモジュール」を開発することを第一の目的とする。モジュールの開発に成功したら、電子顕微鏡法とコンピュータ画像解析法を用いた解析により、複合体の構造とその変化を明らかにすることを目指す。これまで我々の研究室で用いてきたウニ精子外腕ダイニンは、DC を含んだ状態での精製が難しかったため、筑波大学の協力により、ホヤの精子から抽出した外腕ダイニンを用いた研究を開始した。精製したホヤ外腕ダイニンを微小管に結合させて電子顕微鏡で観察したところ、部分的に規則的結合が見られたが、微小管に結合せず凝集してしまっているダイニンも多かった。規則的結合がより高頻度で起こる条件を探すため、現在、混合の条件等を検討中である。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕分子モーター、鞭毛運動、生体運動、電子顕微鏡、構造解析

## 〔研究題目〕脂肪由来細胞を用いた骨・軟骨3次元組織の構築に関する研究

〔研究代表者〕植村 寿公 (ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕植村 寿公 (常勤職員1名)

## 〔研究内容〕

脂肪組織に存在する間葉系幹細胞に関して、骨3次元組織構築に関する研究を行った。ラット脂肪細胞由来間葉系幹細胞に骨の分化に重要な転写因子 ‘Cbfa1 を遺伝子導入し、骨への分化能を観察した、インビトロ、インビボへの移植とも良好な結果を得た。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕脂肪組織、骨

## 〔研究題目〕中空糸膜利用による衣服内気流の性状解明に関する研究

〔研究代表者〕佐古井 智紀

(人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕都築 和代 (常勤職員2名)

## 〔研究内容〕

目標：

衣服内の微小空間の換気を測る場合、衣服内のトレーサガス濃度を瞬時一様拡散させることは困難である。この研究では、衣服の通気性のために開口部から離れるほどトレーサガス濃度が減衰していくことを踏まえ、ガス発生量と濃度分布の計測から換気量と衣服内の気流を推定するモデルを提案し、その有効性を実験により確認する。

研究進捗状況(最終年度)：

昨年度までに得た換気量と衣服内の気流を推定するモデルの妥当性を検証するため、トレーサガス発生装置としてチューブ側面から微量・均一にトレーサガスを発生する装置を、シリコンチューブと多孔チューブを用いて作成した。発熱円筒5 mm の衣服内空間をとって布地を巻き、気流速度が一樣な風洞内に設置、衣服内空間の下側においてこのガス発生装置によりトレーサガスを発生させ、衣服内の多点でエアをサンプリング、その結果から換気量と衣服内空間の上昇気流速度を推定した。発熱が多い場合に衣服内空間の上昇気流速度が早くなり、また、風洞の風速が早いほど衣服内空間の換気が大きくなった。風洞内の風速が35 cm/s の微風速条件では、風洞内の風が強くなり衣服内空間が冷えやすい場合に衣服内空間の上昇気流速度が遅くなる妥当な結果が得られたが、風洞内の風速が35 cm/s より大きくなると、冷えやすい条件にも拘わらず衣服内空間の上昇気流速度が早くなり、温度差による熱対流では説明の出来ない結果となった。衣服内空間における空気の乱れの影響と考えられる。この乱れを踏まえて、換気量と衣服内の気流速度を推定するモデルの適用範囲を明らかにすることが課題として残った。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕衣服内空間、換気、移流

## 〔研究題目〕X線励起による金属酸化物表面の高度親水化現象の機構解明と応用

〔研究代表者〕大古 善久 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕田村 和久 (日本原子力研究機構)  
(他1名)

## 〔研究内容〕

酸化チタン光触媒の励起光として、紫外光の枠を超え、Ti の K 殻電子を励起できる X 線 (約5 keV) を用いると、水の接触角が2分程度で5度以下になり、両親媒性表面となる。この内殻励起による親水化反応は、これまでの紫外光下での反応と異なる部分があり、この現象の機構を解明すれば、高精度表面改質技術や放射光触媒となることが期待される。

平成19年度は、酸化チタン単結晶を用いて内殻励起表

面親水化反応速度を評価する際に、データの定量性と再現性を高めるため、試料表面を再構成し、油を表面に塗布してから光照射した結果、面方位依存性ならびにエネルギー依存性の評価において優位な差を確認した。酸化チタン電極の放射光下での光電気化学性能について論文発表と新聞発表を行った。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化チタン光触媒、調光、銀ナノ粒子、フォトクロミズム

【研究 題 目】分子間相互作用による光学分割能の評価手法の開発

【研究代表者】本田 一匡

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】都築 誠二、三上 益弘

(常勤職員3名)

【研究 内 容】

実験に依らない計算科学的な光学分割能の評価手法を構築することを目標に、不斉炭素をもつゲスト分子を包接した胆汁酸ステロイド包接化合物を対象として、結晶構造解析から決定した鏡像異性体存在比と非経験的分子軌道で計算したホスト-ゲスト間の相互作用エネルギーとの相関を調査し、実験と比較できる精度で計算するために必要な計算手順を明らかにする。

今年度は、相互作用エネルギー計算を正確に行うための前処理として重要な構造最適化計算の精度を向上させるための検討を行った。まず、昨年度実施した力場計算による構造最適化の精度を改善するため、有機結晶に対する精度が高いと報告されているパラメータを外部から入手し適用したが、期待どおりの結果が得られなかった。この原因は、力場計算では水素結合の方向性を評価するのに限界があるためと考えられた。そこで、電荷の空間分布から静電エネルギーを評価できる密度汎関数計算を試みることにした。コール酸アミド-2-ブタノールを用いた計算の結果、実際の結晶構造にかなり近い構造が得られた。鏡像異性体である S 体と R 体の構造を最適化し、ab initio 分子軌道計算で分子間相互作用を計算したところ、S 体が 0.72 kcal/mol 安定という結果が得られた。この結果は、実際の鏡像異性体存在比から推定されるエネルギー差 (0.2 kcal/mol) に対し、力場計算による最適化で得られた 2.26 kcal/mol という値よりも遥かに近く、密度汎関数計算による構造最適化の妥当性が示された。以上のことと、昨年度明らかにした相互計算手順により、目標をほぼ達成することができた。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】光学分割、鏡像異性体存在比、包接結晶、胆汁酸、分子間相互作用、非経験分子軌道法

【研究 題 目】圧子力学に基づく知能獲得型触覚センサ

に関する研究

【研究代表者】宮島 達也(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】宮島 達也(常勤職員1名)

【研究 内 容】

人間支援型ロボットは、人と同様に様々な材質からなる物体と接触し活動する。このような活動環境下では、接触の瞬間に物体の材質を認識できる分析機能を持つことにより把持動作をはじめとする各種活動の効率が向上するものと考えられる。さらに、触覚センサによって素材認識の能力を持つことはロボットの知能の獲得に繋がるものであり、分析機能を持つセンサの重要性は今後増大していくと思われる。本研究では、指先用の触覚センサの開発を目標として、力学物性試験法である圧子力学の技術や解析法をロボット用触覚センサ素子に応用する研究を進めている。これまでに、球殻構造を有する触覚センサを開発し、接触によって球殻に発生する歪み分布を球殻内面の2点の歪みにより近似することで、接触物体の弾性や粘弾性の感覚を検知できること、さらに、計測信号である球面変形信号を軸心調整にも利用することでシンプルな構成を保ちながら接触位置に関する調芯機能を組み込むことに成功した。本年度は、開発センサの適応可能対象物を粘弾性体に拡張する研究を実施した。試料のポリ乳酸を種々の温度に設定し、人が物体を「揉む」動作をモデル化した動的繰り返し負荷を加えた。粘弾性挙動の指標  $VQ$  として接触中心位置の歪みに対する横位置の歪みの比  $\varepsilon_y/\varepsilon_x$  を時間に対してプロットすると、周期的接触負荷のうち負荷を緩めるポイントにおいて周期的ピーク挙動が現れ、そのピーク高さは試料温度との間に相関が見られた。接触対象物の力学特性に依存し球面の変形挙動が異なることを利用する触覚センサにおいて、 $VQ$  パラメータは粘弾性挙動の指標として有効であることが示唆された。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】触覚センサ、接触、圧子力学、ロボティクス、ロボット

【研究 題 目】動作調節機能とその学習過程を模擬・評価するための神経筋系数理モデルの研究

【研究代表者】横井 孝志(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】金子 文成、小峰 秀彦(常勤職員3名)

【研究 内 容】

本研究では、動作調節機能を対象とした新しい運動療法やその効果・有効性を評価する方法を構築するための基礎研究として、訓練による学習・習熟過程の模擬・再現も視野に入れた神経筋系の数理モデルを開発する。このため、特に下肢の運動状態や筋出力状態、およびその学習過程を模擬・再現できる神経筋系モデルを構築することに焦点を絞って進めてきた。

前年度は脊髄レベルの機能的神経回路で左右交番的な運動リズムを生成する上で重要な役割を果たすと考えら

れているリズム生成機構を、2つの神経振動子からなるCPGとしてモデル化した。今年度はこのモデルにフィードバック制御、フィードフォワード制御、予測制御の機構を組み込むため、基本パラメータを決めるための実験を実施した。様々なリズム周期（周期30秒～0.5秒の12段階）でヒトが目標を追従する動作（立位で身体を左右にリズムカルに動かす運動）を運動計測装置、筋活動計測装置、側圧中心計測装置を用いて測定した。その結果、リズム周期が30秒から2秒に近づくにつれてリズム運動を修正・調節する要因が外的なものから内的なものに徐々に変化し、周期が0.8～2秒の範囲では主に内部モデルに基づいた目標リズム追従が行われている可能性が見いだされた。この結果をもとにフィードバック制御ループを支配するパラメータがリズム周期の増加に伴って弱くなり、逆に予測制御ループを支配するパラメータが1 Hz 前後でもっとも強くなるような機構を設け、神経振動子を改良した。これにより、リズム追従機構におけるフィードバック制御、予測制御およびそれらの切り替わりを適正に表現できるモデルを構築することができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 動作調節、リズム生成、数理モデル

【研究題目】 第3の注意駆動原理の提案：言語的加重による知覚システムの直接制御

【研究代表者】 熊田 孝恒（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 河原 純一郎（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究では、人間の注意システムが、人間固有の機能である言語によって影響を受けるか否かを明らかにすることを目標としている。

本年度は視覚探索課題を用い、探索刺激の種類と言語情報の種類を操作して言語的加重効果が生起するか否かを明らかにするとともに、その際の要因を特定することを目的とした。第1に、音声的な情報を先行呈示、または同時呈示することによって探索を促進するか否かを調べた。無意味音声を非効率探索画面に先行して呈示する実験を行った。その結果、特定の音声が特定の標的位置と対になって呈示されるときには、被験者はこの連合に意識的に気づかない場合であっても、この連合を利用して探索を促進することができた。次に、色（赤・緑）と方位（縦・横）の6-18個の要素からなる結合探索画面に加えて、標的を知らせる聴覚情報を2種類のタイミング条件で呈示した。いずれの条件も、“探すものは赤色の縦です”というように標色と方位の組み合わせを知らせる2.5秒の音声であった。一つ目の条件では音声を先に呈示、その直後に視覚探索刺激を呈示した（音声先行条件）、もう一方の条件では、視覚刺激を1.5秒前倒し、“探すものは”と聞こえた時点で視覚刺激が呈示されるようにした。そのため、この条件では視覚探索をしてい

る間に標的の組み合わせを知らせる聴覚情報が同時に呈示されていた（聴視覚同時条件）。実験の結果、聴視覚同時条件では探索の効率が向上した。今後は、聴覚情報同時呈示によって探索効率を向上させると考えられる相互作用の性質を詳細に検討する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 注意機能、言語機能

【研究題目】 色素ナノ粒子／ファイバー保持膜を用いる高感度金属イオン検出システムの開発

【研究代表者】 高橋 由紀子（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】 高橋 由紀子（他1名）

【研究内容】

本課題は ppb レベルにある規制値を測定可能な高感度金属イオン検出システムに向けての基盤研究であり、1) 色素ナノ粒子／ファイバー保持膜の開発、2) 妨害イオン除去膜の開発、3) これらを一体化させたシリンジの開発、さらに4) 試作した反射式光度計とマッチングを行う。本年度は1) について、水溶性（イオン性）試薬をナノ化・膜化する技術の確立、および2) 妨害イオン除去膜の作製に重点を置いた。イオン交換能を有する数百ナノメートル程度のシリカ、アルミナもしくはラテックスなどの表面に、イオン性分析試薬を静電吸着させ凝集体とし、生成したナノコンポジットをメンブレンフィルターでろ過し、製膜する。担体およびイオン性試薬の組み合わせを反対電荷としたときのみ製膜でき、また溶液 pH や試薬とコロイドの量比も重要であった。スルホン化もしくはアルキルアミン化されたラテックスは強酸性および強塩基性イオン交換体であるため、広い pH 範囲で製膜できた。電荷の異なる、ルモガリオン(1-)、バソフェナントロリン(2-)、HNB(3-)、TPPS(4-)、TMPyP(4+)、に適用し、すべての物質を膜にすることに成功した。これらはアルミニウムイオン、鉄(II)イオン、カルシウムイオン、水銀イオン、カドミウムイオン等用の検出膜となりうる。実際に TMPyP(4+) とシリカからなるカドミウムイオンの検出膜は、100 mL の検液を通液することで、茶色から緑の色変化により ppb レベルの定量が可能であった。2) においては、セルロース繊維に妨害イオンを除去するためのキレート基を化学修飾するために、まず塩化ホスホリルにて塩素化処理を行った。これにより末端にアミノ基を有するさまざまな官能基を導入することが可能である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 環境分析、ナノ材料、金属イオン試験紙、ppb レベル

【研究題目】 メダカにおける学習時の中枢神経活動の可視化

【研究代表者】 齋藤 光太郎



(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 齋藤 光太郎、川崎 隆史

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

行動・学習に関わる脳神経系の部位の同定およびその機能解析を覚醒動物個体に対して行なわれた研究は多くはない。本研究では、小型魚類であるメダカを用いた個体内細胞可視化技術を応用し、これを実現することを目標とする。

メダカの刺激応答系を取り上げ、それに対応してトランスジェニック技術を応用した中枢神経系の活動可視化技術の確立、さらに並行して、メダカ刺激応答の行動学的評価、学習系の確立、メダカ神経系限定領域損傷法の確立等を行う。これらを組み合わせて、刺激応答・学習に関わる脳神経系部位の同定および機能的関与を解析する。

本研究室で応用できる神経系特異的プロモーターの発現特性や顕微鏡下での刺激操作の容易性などを考慮に入れて、刺激応答系として、メダカの化学受容を取り上げた。中枢神経系の活動可視化のために神経系特異的プロモーター制御下でカルシウムプローブを発現するトランスジェニックメダカの系統を樹立し、化学物質に対する覚醒トランスジェニックメダカ脳内の応答をインビボイメージングにより蛍光強度の変化として捕らえることが可能になってきた。また、メダカの化学受容応答評価系を考案し、実用化した。この評価系において、ある種の化学物質に関して学習系が成立していることも判明した。同定された行動・学習系に関わる脳内部位をさらに確からしいものにするために、近赤外レーザを用いた神経系限定領域損傷法を確立中である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 トランスジェニックメダカ、化学受容、行動学習、インビボイメージング、損傷

〔研究題目〕 表面相互作用が機能性アミロイド繊維伸長に及ぼす影響

〔研究代表者〕 伴 匡人

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 伴 匡人、森垣 憲一

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

生体内に於ける Amyloid  $\beta$  ( $A\beta$ ) アミロイド繊維形成には、糖質や脂質、共存蛋白質との相互作用が関連し、これらの因子との相互作用が繊維の形態に影響を及ぼすと考えられる。また *in vitro* に於ける原子間力顕微鏡や蛍光顕微鏡観察の結果から、観察基板との相互作用が、繊維の形態や伸長速度に影響を与えることが報告されている。しかしながら、表面相互作用のアミロイド繊維伸長への影響については、体系的な研究例が少ないことから曖昧な点が多く残されている。本研究では、疎水性相

相互作用と静電相互作用に注目し、これらの相互作用が  $A\beta$  (1-40) アミロイド繊維伸長に与える影響について調べた。研究は、主に表面特性の異なる石英基板上での  $A\beta$  (1-40) アミロイド繊維伸長を全反射蛍光顕微鏡と蛍光色素 ThT で観察することにより行った。観察の結果、 $A\beta$  (1-40) 繊維伸長は基板の表面特性に大きく依存することが解った。疎水性基板やプラス電荷を帯びた基板上では、繊維伸長が阻害されたのに対し、マイナス電荷を帯びた基板上では、繊維伸長が促進された。さらに共焦点レーザー走査顕微鏡観察の結果から、マイナス電荷を帯びた基板上で伸長した繊維は、既に報告されている insulin アミロイド繊維から構成される spherulite 状のクラスターを形成することが明らかになった。以上の結果より、モノマー及び seed の基板への吸着の度合いが、アミロイド繊維の形成及び伸長に大きく影響を与えることが示唆された。また spherulite 様の繊維の形態や大きさが、アルツハイマー病患者脳内に蓄積した老人斑と似ていることから、spherulite 様繊維の形成機構を解明することにより、老人斑の形成機構の理解が深まると考えられる。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質、アミロイド繊維、疎水性相相互作用、アルツハイマー病

〔研究題目〕 出芽酵母における GPI アンカータンパク質の品質管理機構に関する研究

〔研究代表者〕 藤田 盛久

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 地神 芳文、横尾 岳彦、藤田 盛久、梅村 真理子 (常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

研究の背景と目的：

細胞を外界から隔てている細胞膜は、決して均一な構造ではなく、物性が異なる微小な領域がパッチ状に存在していることが、最近明らかになってきた。このような領域は脂質ラフトと呼ばれており、ストレス応答、細胞接着、あるいはシグナル伝達などに重要な役割を果たしていることがわかってきつつある。したがって、脂質ラフトの構造や機能の解析は、基礎的な生命現象を理解するためのキーの一つといえる。この脂質ラフトには GPI アンカー型タンパク質が含まれており、GPI アンカー型タンパク質がラフトに組み込まれるためには、膜に埋め込まれる脂質部分が改変される必要がある。この現象を、脂質リモデリングという。脂質リモデリングが正常に行われないと、GPI アンカー型タンパク質は脂質ラフトに組み込まれなくなり、様々な細胞機能の異常が起こると考えられている。私達は今まで脂質リモデリングの研究を行ってきたが、今回脂質リモデリングに関与する新規遺伝子の単離と機能解明に成功した。

研究の成果

GPI アンカーの脂質リモデリングの過程では、初期構

造である2本足のフォスファチジルイノシトール (PI) が中間体であるリゾ-PI や脂肪酸鎖長の長い PI を経て、セラミドに変換されることがわかっている。最近、これらの初期反応に関与する遺伝子 PER1、GUP1の機能解明が報告されたものの、後期反応であるセラミド型への変換反応に関与する遺伝子については不明のままであった。今回、私達は、CWH43遺伝子がセラミド型の GPI アンカー型タンパク質を作る反応の鍵を握っていることを明らかにした。

学術的・社会的に重要なポイント

2006年までに脂質リモデリングの初期過程に関与する遺伝子が少しずつわかってきた。今回の成果は、脂質リモデリングの後期過程を解明した初めてのものである。脂質リモデリングは酵母に特有の反応と考えられてきたが、驚いたことに、最近、ヒトにも類似の脂質リモデリングがあることが報告された。さらに、ヒトやマウスにも CWH43に似た遺伝子が存在し、これらが酵母と同一の機能を持っていることも私達は明らかにした。従って、今回の酵母での発見は、哺乳類細胞の脂質リモデリングの解明にも大きく貢献すると期待される。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 グリコシルフォスファチジルイノシトール、脂質リモデリング、脂質ラフト

【研究 題 目】 低熱伝導率系熱電材料を用いた環境調和型高出力発電モジュールの開発

【研究代表者】 小菅 厚子

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 小菅 厚子 (他1名)

【研究 内 容】

現在、日本の一次供給エネルギーの約70 %は廃熱として捨てられている。この廃熱を回収して電気として再度利用する技術が、熱電変換である。これまでのところ熱電変換技術は、材料性能の悪さから、非常に限られた用途のみしか実用化されておらず、高性能熱電材料の開発が早急に求められている。本研究では、極端に低い熱伝導率を有するタリウムテルライド系材料に着目して研究を行った。この材料は、極端に低い熱伝導率を有するため、既存材料を超える熱電特性を示す事がこれまでの研究で明らかになっている。この低熱伝導率発現機構を解明する事を目標に低温での熱的特性を評価した。具体的には、AgTlTe の低温比熱を1.9 K~300 K の範囲で行った。この測定から導きだされたデバイ温度は118 Kであり、超音波パルスエコー法で測定された過去のデータ126 K と比較的良好一致を示した。その他収集した低温物性についてもデータ解析を進めて行く予定である。また、熱電発電モジュールの実用化のためには、高い熱電特性を有するだけでなく、モジュール使用環境で耐えうる機械的強度を兼ね備えた材料開発も必要不可欠である。このような観点から、現在環境調和型の熱電材料と

して注目を集めている酸化物熱電材料の機械的強度の改善も行った。具体的には、CaMnO<sub>3</sub>系材料に延性・展性を示す銀粒子を分散させることで機械的強度の改善を試みた。その結果、Ag 粒子がクラックの進展を鈍らせ止める働きをし、CaMnO<sub>3</sub>系材料の熱電特性を損なう事なく、機械的強度を大幅に向上させる事に成功した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 熱電変換

【研究 題 目】 チタニアとセリア上の極薄金属膜及び金属超微粒子の特性と表面気相反応の過程の研究

【研究代表者】 田中 孝治

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 岡沢 哲晃 (他1名)

【研究 内 容】

近年、酸化物基板上的金属クラスターのサイズ・形状と触媒機能の相関が報告されているが、そのメカニズムは明らかにされておらず、触媒機能の活性化や nm サイズのクラスター制御に向けて、更なる研究が求められている。本研究では、TiO<sub>2</sub>(110)や CeO<sub>2</sub>(001)など金属酸化物結晶表面上に Au、Pt、Ni を蒸着し、極薄エピタキシャル膜形成を試みる。金属酸化物基板界面の構造と電子状態は、高分解能イオン散乱法と SR 光電子分光によって解析する。また同時併行に、基板上に金属クラスターを作製し、基板の違いによるクラスターのモフォロジー変化を、高分解能イオン散乱法などを用いて調べる。本研究では、2種類の条件で実験を行い、同時に解析することでより精度よくクラスターの直径を決定することが可能となった。また、クラスターサイズにゆらぎを導入してシミュレーションを行った。酸素欠陥表面 TiO<sub>2</sub>(110)上の Au クラスターは、大気を導入するとクラスターサイズが10 %程度大きくなることが明らかになった。

Au クラスターの帯電の基板依存性を調べるため、SrTiO<sub>3</sub>(001)と Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/NiAl(110)上の Au クラスターに対して、光電子分光測定を行った。その結果、どちらの表面に対しても Au4f の高エネルギー側へのシフトを観測した。Au4f のシフトは終状態効果の可能性もあるので、出射速度依存性を調べた。その結果、出射エネルギー50 eV~330 eV の範囲では、出射速度の依存性が見られなかった。Au4f のシフトに対して、仕事関数の変化は顕著な基板依存性が現れた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 表面科学、触媒、チタニア、セリア、金属薄膜、金属微粒子

【研究 題 目】 第一原理シミュレーションによる炭素系物質の脱水素化特性の研究

【研究代表者】 香山 正憲

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕坂本 晶子、香山 正憲

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

ナノ構造化グラファイトはグラファイトを水素雰囲気中でミリング処理して得られる物質であり、多量の水素を吸蔵する可能性が報告されている。吸蔵された水素は温度700 K および950 K 付近の2種類の温度で放出され、このうち高温側の水素放出は試料中の炭素原子と共有結合した水素によるもの、低温側の水素放出は試料の欠陥構造中に弱く結合した水素によるものだと考えられているが、水素放出のミクロなメカニズムは明らかになっていない。本研究では、第一原理分子動力学シミュレーションにより、水素放出のメカニズムを明らかにする。特に、次の3点について検討する。①700 K 付近で放出される水素の起源と放出のメカニズム、②脱水素化過程において鉄原子が果たす役割、③吸蔵されている水素原子間の相互作用。平成19年度は、①の課題に取り組み、グラフェンのアームチェアエッジに水素および炭化水素が結合したモデル系の第一原理分子動力学シミュレーションを行った。その結果、炭素・水素原子が-CH として結合した場合には、炭素原子はグラフェンエッジの炭素原子と5員環をつくるように再結合するが、-CH<sub>2</sub>として結合した場合には炭素原子は3員環をつくるように再結合することを明らかにした。また、-CH<sub>3</sub>が結合した場合には、この CH<sub>3</sub>はエッジの炭素原子と反発することなど、結合する炭化水素分子の違いによる、結合状態の変化を明らかにした。さらに、電子状態の解析により、水素原子の運動によって電子状態が変化し、このことが炭素原子の再結合を引き起こす様子を示すことができた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕第一原理分子動力学法、水素吸蔵材料、グラファイト、グラフェン

〔研究題目〕視覚情報選択における行為システムの役割と視覚システムとの相互作用

〔研究代表者〕澤(日比) 優子

(人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕澤(日比) 優子 (他1名)

〔研究内容〕

膨大な視覚情報を効率よく処理するためには、適切な情報の取捨選択を行う。これまで視覚システムとは独立して行為システムの研究が進められてきたが、視覚システムに比べその解明は十分には進んでいない。本研究では、行為システムから視覚システムへの逆の作用もありえるという従来の研究とは異なる視点にたち、情報の選択過程における両システムの相互作用を検討した。本年度は、健康な若齢者を用いて蓄積してきた知見に基づき新たな基礎研究を進める一方、これまでの基礎研究の成果を実用場面へと応用することを試み、高齢者や脳損傷

患者など被験者のポピュレーションを広げる研究に着手した。視覚システム上で入力情報として処理されているが、現行の課題に非関連な情報は、行為システム上で課題の実行に際して選択されないはずであるにも関わらず、課題遂行に影響するサイモン効果に注目し、その加齢差と左頭頂葉損傷患者の症例研究を行なった。英国ウェールズ大学では、著名な神経心理学者 Robert Rafal 先生と共に、一度選択された位置情報を捨てることが難しい為に生じる復帰抑制という効果に注目し、基礎研究と脳梗塞などにより情報の選択機能を担う頭頂葉を損傷した患者での応用研究を行った。この効果の生起には、情報処理過程の中でも比較的低次な視覚システムが関与すると考えられてきたが、課題に対する構えという比較的高次のレベルでかつ行為システムも関わることを明らかにした。本研究から、加齢や損傷によって視覚システムの機能が減弱した場合でも、習慣や学習などが関わる行為システム機能のリハビリテーションを行うことで情報選択が効率よくなされることが示唆された。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕選択的注意、高齢者、脳損傷患者

〔研究題目〕動的視覚環境での人間の知覚・行動特性に関するバーチャルリアリティ実験

〔研究代表者〕寺本 渉 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕寺本 渉 (他1名)

〔研究内容〕

本研究の目的は、自己運動時の視聴覚情報処理メカニズムを解明し、人間の心理特性に立脚した効果的・効率的な情報提示方法を提案することである。自己運動情報は視覚・前庭感覚・自己受容感覚など様々な感覚器を通して与えられる。本研究では、特に視覚的な自己運動情報(オブティカルフロー)に注目し、視覚的自己運動情報が与えられたときの人間の知覚や行動特性の変化を大型バーチャルリアリティ装置を用いて行動科学的に明らかにする。今年度は以下の2つに関して検討を行った。

1. 自己運動情報が物体認識に与える影響

物体の見えは自己運動(視点移動)によって時々刻々変化し、遮蔽等により見えない部分が発生するにもかかわらず、我々は容易に当該物体を同定・認識できる。こうした日常経験の背後にあるメカニズムを解明すべく実験を行った。その結果、観察者の自己運動による視点変換は、物体自身の回転による視点変換よりも物体認識を向上させることが認められた。また、観察者が実際に動かなくても、視点変換に関する動的視覚情報だけで物体認識が向上することがわかった。

2. 自己運動情報が聴覚的運動検出に与える影響

自己運動時にはその運動に伴って生じる相対的な環境の運動と外部対象自体の動きによって生じる運動を上手く区別している。本実験は、この現象の聴覚メカニズム解明を目指したものであった。実験の結果、自



己運動方向と逆方向に運動する聴覚対象に対する感受性が低下するグループと自己運動方向と順方向に運動する聴覚対象に対する感受性が低下するグループが認められた。これは、聴覚的運動検出に基準座標系の選択過程が介在することを示唆するものである。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 オプティカルフロー、バーチャルリアリティ、物体認識

【研究 題 目】 前頭葉における系列行為のメカニズムの解明

【研究代表者】 仁木 千晴（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 仁木 千晴（他1名）

【研究 内 容】

前頭葉における日常の系列行為（お茶入れ、手紙を書く、など）のメカニズムを解明するため、脳損傷者を対象とした行動実験および、健常被験者を対象とした脳イメージング研究を行うことを目的とした。これまでの進捗状況としては、右前頭葉損傷後、必要な物品に加えて不必要な物品も提示された場合にその使用を抑制できないことを見出し、物品使用の抑制機構がこの部位に関連していることを示唆した。この結果については、国内では京都で行われた日本神経心理学会、海外ではアイルランドで行われた国際神経心理学会にて発表を行った。さらに、この抑制機構が意図的な操作によるものではなく、潜在的な働きによっていることが示され、これについては国内では和歌山で行われた日本高次脳機能障害学会、アメリカで行われた国際神経心理学会にて発表がなされた。一連の脳損傷患者を対象とした行動実験では左前頭葉損傷後には右前頭葉損傷後とは異なり、障害は認められなかったが、左前頭葉を含めて系列行為の遂行を処理している前頭葉の機能を明らかにするため、健常者15人を対象として近赤外線分光法を用いて系列行為試行時の脳の酸化ヘモグロビン量を測定した。その結果、左右前頭葉は道具の使用時にその使用を可能にする知識の活性化およびそのコントロールに関与していることが示唆され、右前頭葉下方部のみ不必要な物品の抑制、および抑制のための自らの行動のモニタリングを行っていることが示された。この結果は、国内では日本ヒト脳機能マッピング学会のシンポジウムにて発表がなされた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 前頭葉、系列行為、道具の使用

【研究 題 目】 図を利用した手順学習環境を確立するための実験的研究

【研究代表者】 島田 英昭（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 島田 英昭（他1名）

【研究 内 容】

IT 社会が発達した現在、家庭や公共の場にある機器や設備を利用することは、社会生活を送る上で必要不可欠

である。本研究は、獲得すべき手順全体を表現した図の提示を利用し、効果的な手順学習環境を確立することを目的として実施した。

研究代表者の異動に伴い、3年計画のうち半年での辞退となったため、研究は学会発表と情報収集にとどまったが、今後の発展のために有意義なものとなった。

情報収集としては、国内外の学術論文をはじめ、市販の問題集や、ウェブ上で公開されているマニュアルにも及んだ。その中で、(a)認知プロセスに基づき（基礎実験を含む）、(b)実際に利用できるマニュアルを作成するという2点を同時に満たすという本研究のアプローチが未だ少ないことが明らかになった。研究を実践的に役立てることが重要視される現在、本研究計画の重要性を確認できた。

学会発表は、当初の予定通り、HCII2007（中国、北京）、CogSci（アメリカ、ナッシュビル）、日本認知心理学会（京都）、日本認知科学会（東京）、日本教育心理学会（埼玉）、日本心理学会（東京）において実施した。その中でも特に、挿絵（図）の動機づけ効果について発表を行った CogSci および日本認知科学会では、図研究における新たな視点として肯定的な評価を受け、今後この研究の発展が期待されていることが明らかになった。また、マルチメディアマニュアルについての発表を行った日本教育心理学会では、認知に関する基礎的な研究を踏まえながら、すぐに使えるコンピュータマニュアル化したという点が評価された。以上の評価は、当初の研究計画が期待されていることの現れである。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 分りやすさ、心理学、学習

【研究 題 目】 重度難聴者のための骨導超音波による音の到来方向知覚支援に関する研究

【研究代表者】 保手浜 拓也

（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 保手浜 拓也（他1名）

【研究 内 容】

本研究では、重度感音性難聴者が音の到来方向を知覚するための骨導超音波補聴器システムの構築を目指している。そのために、振幅変調された骨導超音波に対する知覚メカニズムを探るとともに、骨導超音波補聴器で方向定位するための最適な方法を検討する。本年度は、骨導超音波に対する両耳知覚特性について検討した。具体的には、骨導超音波の振幅包絡の両耳間時間差および両耳間強度差に対する頭内定位に基づく弁別課題を行った。その結果、振幅包絡の両耳間時間差、両耳間強度差を弁別可能であり、その弁別閾値は、振幅包絡の両耳間時間差では可聴域で知られているものの約20倍、両耳間強度差では可聴域とほぼ同等であった。さらに、復調音帯域をマスクングした実験から、復調音の両耳間時間差を弁別手がかりにしているのではなく、振幅包絡そのものの

両耳間時間差を弁別手がかりとしていることが示された。このことから、聴覚が振幅包絡の知覚に関して骨導超音波でも可聴音と同様の機能を有することを示唆するものであった。また、さまざまな変調周波数に対する骨導超音波の振幅変調検出実験結果から、振幅包絡の時間変動の検出において、変調周波数に対するローパス特性が示されたとともに、これが末梢フィルタの形状に依存するものではなく、より高次のメカニズムの性質を反映することが示された。これらの結果もまた、振幅包絡の聴覚情報処理に関して超音波と可聴音で共通の機能が存在することを示唆するものであった。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】骨導超音波、両耳知覚、方向定位

【研究 題 目】時間的変動のある視環境の心理的好ましさと大脳活動の関係

【研究代表者】岡本 洋輔（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】岡本 洋輔（他1名）

【研究 内 容】

輝度の時間的変動に関しては、これまで単一の時間周波数での輝度変動（正弦波パターン）に対する知覚特性が明らかにされてきた。一方、複数の周波数成分によって構成された輝度変動（複合波パターン）に対しては、周波数スペクトルには含まれない、エンベロープに対応した周期性が知覚されることが報告されているが、その知覚についての詳細な検討は行われていない。複合波パターンに対する知覚現象は、輝度変動の周波数スペクトルだけではその知覚を正確に予測できないことがあることを示しており、知覚特性の検討は人間の視覚系の時間情報処理メカニズムを明らかにする上で重要である。

本研究では、振幅変調パターンを用いた心理測定と大脳活動計測の結果からエンベロープ知覚特性について検討を行った。心理測定の結果、エンベロープ周期に対する検出閾はキャリア周波数に依存しており、キャリア周波数が高い(40 Hz)場合にはエンベロープ周期が知覚されにくいことが明らかとなった。さらに、エンベロープ周期に対応する脳磁界成分の大きさは、知覚されたエンベロープ周期での明るさの変化量を反映していることが示された。また、キャリア周波数が 30 Hz の場合には、知覚されたエンベロープの明るさの変化量は小さいが、エンベロープ周期の知覚が容易であったことが示された。これは、キャリア周波数の上昇によりエンベロープがより明確に表現されることで、その知覚が容易になったためと考えられる。このように、エンベロープ周期の知覚感度は、エンベロープの明るさの変化量とエンベロープの明確性の両者に依存している可能性が示唆された。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】点滅、時間周波数、振幅変調、知覚感度、脳磁界

【研究 題 目】ホソヘリカメムシにおける宿主-共生細菌間相互作用に関する研究

【研究代表者】深津 武馬（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】菊池 義智（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

ヒトを含め多くの動物はその消化管内に多様な微生物叢を保有し相互作用を行っている。遺伝子解析によりその多様性の全貌が明らかになりつつある一方、その宿主-共生者間相互作用の実態は未だ不明である。本研究では、特異的かつ高度に発達したホソヘリカメムシ-腸内細菌 *Burkholderia* の共生系を対象とし、共生細菌の遺伝的改変を主なツールとして、宿主-共生者間相互作用における遺伝的基盤の解明を目指す。

研究計画：

トランスポゾンを用いた形質転換により共生細菌の遺伝子欠失株を多数作成し、カメムシ消化管への感染能力や宿主の生存/産卵への影響を評価する。このような *in vivo* スクリーニングに加え、*in vitro* において特定の細菌能力（栄養素の合成や分解、運動性等）の欠失株をスクリーニングし、各変異体の宿主への影響を評価する。影響の見られたものについては原因遺伝子を特定、単離しプラスミドに組み込んで変異株に再導入することにより、その影響が補完されるかを確認する。

進捗状況：

本年度は *Burkholderia* 共生細菌の最適培養条件の確立を行うとともに、各種プラスミド・トランスポゾンを網羅的に導入、その有効性および効率を調査し、形質転換系の効率化を図った。Tn5トランスポゾンを用いたランダム突然変異に関しては、*in vitro* スクリーニングにより各種アミノ酸・ビタミン等の栄養要求性変異株を得ることに成功した。また窒素欠乏培地でも生育が可能であることが判明し、窒素固定能をもつ可能性が示唆され、その宿主への影響についても検討をはじめている。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】昆虫、共生、腸内細菌、形質転換

【研究 題 目】光合成細菌を利用した環境有害物質バイオモニタリングシステムの基礎技術構築

【研究代表者】塚谷 祐介（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】花田 智（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

光合成細菌がもつ光合成電子伝達系と呼吸鎖電子伝達系の毒物応答作用を利用し、環境中に放出された急性毒性を有する有害物質のバイオモニタリングシステムの基礎技術構築を目指すものである。工業廃水などの現場で想定される各種有害物質を用いて、実際にセンサ素子の電流応答変化を試験した。各物質に対する応答性は大きく異なり、マルチセンサ型の素子への可能性を明確に示すことが出来た。センサの熱安定性を向上させるために、好熱性光合成細菌である *Chloroflexus aurantiacus* のセ

ンサ素子への応用と、*Roseiflexus castenholzii* を用いた電子伝達系に関する基礎研究を行った。これら2種的好熱性細菌は、紅色細菌と同じ光化学系Ⅱを持つため、昨年度までの紅色細菌を用いた成果を活かしながらセンサの熱安定性を上げることが可能となる。しかし、これら好熱性細菌の光合成電子伝達系については、紅色細菌と比べて、不明な点が未だ残されており、それらの全容解明を目的とした基礎研究が必要であった。*Rfx. castenholzii* において未知の電子供与体と考えられているオーラシアニン単離精製することができたが、*in vitro* での光合成電子伝達系への直接的な電子伝達の観察には至っていない。本未知電子供与体の機能部位解明へ向けて研究を続行している。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 バイオセンサー、光合成細菌、電子伝達系

〔研究 題 目〕 共生微生物によって賦与される昆虫の寄主植物特異性の機構の解明

〔研究代表者〕 深津 武馬（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕 土田 努（常勤職員1名、他1名）

〔研究 内 容〕

植食者の寄主植物に対する適応は、餌や住処を規定し、農作物への害虫化にも関わるなど、極めて重要な生態的性質である。我々はこれまでに、エンドウヒゲナガアブラムシの植物適応が共生細菌 *Regiella*（別名 PAUS）の感染により大きく影響をうけることを発見した。本研究では、この現象について、生理メカニズムから宿主の生態に及ぼす影響までを包括的に解明することを目標とする。

研究計画：

栄養生理学的な解析により、*Regiella* 感染によって賦与される生理機構を明らかにする。具体的には、必須アミノ酸の合成能、および植物二次代謝産物の解毒能について検証する。さらに、共生細菌の体内動態についても分子生物学的、組織学的手法を駆使して解析し、宿主昆虫の植物適応との関係を明らかにする。

年度進捗状況：

人工飼料飼育系を用いた生理機能の解析をすすめ、*Regiella* がグルタミンを再利用し、必須アミノ酸を宿主アブラムシに合成・供給している可能性が示唆された。また、人工合成した青酸配糖体を人工飼料に添加して、*Regiella* 感染による影響を解析中である。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 昆虫、微生物、内部共生、寄主植物特異性

〔研究 題 目〕 微生物燃料電池システムの高効率化に関する研究

〔研究代表者〕 石井 俊一（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕 関口 勇地（常勤職員1名、他1名）

〔研究 内 容〕

微生物燃料電池プロセスを高効率化するために、数種の微生物燃料電池を作成した。気体状の酸素が電極と直接反応できる空気正極微生物燃料電池が、最も高い電気産生活性を示した。このリアクターを用いて、電気産生微生物として知られている *Geobacter sulfurreducens* PCA 株や、嫌気消化汚泥などを播種源とした複合微生物群集から、数ヶ月以上、安定的に電気産生が行われる事を確認した。次に、微生物による電気産生能力を適切に評価する方法の確立を行った。微生物が電子授受反応を行う負極（アノード）の表面積を小さくし、電子授受反応を行う生体触媒量を減らす事により、生物反応律速の条件を作り出す事が出来た。この条件における微生物と電極の電子授受反応速度を「生物量あたりの電極還元速度」として評価し、電気産生能力を比較した。PCA 株の電極還元速度は、固体状の鉄還元速度とほぼ同じ値を示した。これより、電極還元反応と固体鉄還元反応は、同じメカニズムで電子移動している事が示唆された。また、微生物燃料電池中で集積された電気産生微生物群集と、PCA 株単独とを比較すると、複合微生物群集が二倍以上の電極還元速度を示す事が分かった。これは、複合系微生物群集の方が、高い電気産生能力を持つ事を示唆している。来年度以降は、この評価方法を用いて、より優秀な電気産生微生物の取得を目指す予定である。また、電気産生微生物の持つ導電性のナノワイヤーを解析するため、微繊維を精製し、導電性 AFM を行った。その結果、共生菌の *Pelotomaculum thermopropionicum* SI 株の鞭毛が導電性を持つ可能性がある事が判明した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 微生物燃料電池、微生物ナノワイヤー、廃棄物からの電気生産

〔研究 題 目〕 新規ガーネット型高速リチウムイオン伝導体の単結晶育成と固体-固体界面の制御

〔研究代表者〕 阿波加 淳司

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 阿波加 淳司、秋本 順二

（常勤職員1名、他1名）

〔研究 内 容〕

リチウムイオン二次電池は、電解質を媒体としリチウムイオンが正-負極間を行き来することで充放電が行われる電池である。その優れた特性から各種携帯機器の電源として広く用いられ、現代社会において不可欠な電池として定着している。電子機器等の飛躍的な発展に伴い、高性能化・大型化へのニーズが益々増大していくなか、様々な安全装置を組み込んで安全性を向上させている現状を打開すべく、電池構成部材を全て固体で形成し、根本から安全性を高めようとする「全固体電池」に関する



研究開発が盛んである。本研究では、優れたリチウムイオン伝導性をもつガーネット型関連化合物に注目し、全固体電池への応用を目指して、良質な多結晶試料の合成や高品位な単結晶試料の育成を行い、結晶構造や基礎物性を明らかにすることを目的としている。

平成19年度は、良質な多結晶試料の合成方法の確立とリートベルト法による結晶構造解析に特に注力し研究を行った。その結果、不明であったリチウムイオンサイトを含む結晶構造の詳細を明らかにした。これらの解析結果は、イオン伝導特性の向上を図る上で、有益な基礎的知見となる。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ガーネット、リチウムイオン伝導体、固体電解質、結晶構造解析

【研究 題 目】 全身の触覚情報を触原色に基づき提示することを特徴とする人型ロボットの遠隔臨場制御

【研究代表者】 多田 隈 理一郎 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 多田 隈 理一郎 (他1名)

【研究 内 容】

本年度は、ハーバード大学において、人型ロボットの遠隔臨場制御を目的とするロボット制御用の触覚ディスプレイを製作し、それを装着した状態でロボットを操作できるマスタシステムを、モーションキャプチャ miniBIRD を用いて作成した。

このシステムの性能を確認するため、コンピュータ上の VR 空間に人型ロボットの3次元 CG によるシミュレータを構築し、そのロボットの皮膚にバーチャルな触覚センサを配置して、その出力を触覚ディスプレイにより操作者の腕にフィードバックする遠隔臨場制御システムを開発した。その結果、この触覚ディスプレイにより物体の重さの違いを感じ取れることや、物体の移動及び把持という作業の精度に、触覚ディスプレイにより有意差が出ることを確認し、このディスプレイが、操作者を拘束せず、ロボットの制御に有効であることを確認した。

さらに、この実験により、2002年に Marc Ernst 博士が Nature 誌で発表した、「人間の中枢神経系による視覚と触覚の情報処理が、ベイズ統計における最尤法に従う」ことが、有毛部皮膚を含めた腕全体でも成り立ち得ることを示すデータを得た。また、この触覚ディスプレイにおける滑り覚提示に使用可能なローラ機構「Omni-Ball」を開発し、それを用いた推進機構について発表した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 人間型ロボット、ヒューマノイド

【研究 題 目】 知的好奇心の本質と処理機構の解明ー認知神経科学的観点からー

【研究代表者】 榎 美知子 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 榎 美知子 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

人の学習は、記憶・問題解決といった認知的プロセスのみで構成されている訳ではない。個々の学習者の持つ知的好奇心が、学習の根幹を担っていると考えられる。しかし、その概念の曖昧さゆえに、知的好奇心が学習を支えるメカニズムは十分に明らかにされてこなかった。そこで本研究では、知的好奇心をより一般的な感情の一つとみなし、知的好奇心が学習にどのようなメカニズムで影響を与えているのかを明らかにしたい。

上記の目的を踏まえ、まず、感情が認知的処理に及ぼす影響を検討した。その結果、ネガティブ感情が注意の焦点化をもたらすのに対して、ポジティブ感情時には、人は様々な対象に注意を向け、それらを記憶できることが明らかになった。次に、より高次の認知プロセスに関して検討を行ったところ、ポジティブ感情が洞察的問題解決を促進するのに対して、ネガティブ感情が洞察的問題解決を阻害することが明らかになった。また、ネガティブ感情はあらゆる認知的処理を一様に妨害するのではなく、ネガティブ感情は意味的処理を妨害するが、感覚的処理には影響しないことが示された。

更に、一口に感情と言っても、知的好奇心のような高次の社会的感情と、生まれながらに獲得されている本能的な感情とでは、異なる性質を持つと考えられる。そこで、これらの感情の性質を比較する研究に着手した。その結果、人は本能的感情を自動的に処理することができることが明らかになった。それに対して、社会的感情の処理には認知的資源を必要としており、自動的に処理するのは難しいことが明らかになった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 実験系心理学、脳イメージング、感情、学習

【研究 題 目】 廃棄物系バイオマスと熱硬化性樹脂の共処理による有用資源の回収と燃料の製造

【研究代表者】 加茂 徹 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 安田 肇、中込 秀樹 (千葉大学)  
(常勤職員1名、他1名)

【研究 内 容】

目標：

廃棄物系バイオマスから製造した溶媒中でプリント基板や FRP 廃材を可溶化し、希少金属やガラス繊維等の有用生分解を回収すると共に、溶媒を液体燃料として利用する技術を開発する。

研究計画：

木材等の廃棄物系バイオマスと各種溶媒とを共熱分解し、クレゾール系化合物を多く含む可溶化溶媒を製造する。次に各種溶媒中でプリント基板を可溶化し、ガラス繊維等の高付加価値な材料を回収するための処理条件を検討する。また、各種クレゾール系化合物を分解改質し、

改質条件と生成物組成の関係を明らかにする。  
年度進捗状況：

製材残材である背板とチップ化した杉を熱分解すると、木酢液、タール、残渣が生成し、これらの収率の合計では杉背板が72.3 %、杉チップが68 %で同程度の収率であった。これらのことから、森林系の廃材・未利用材をその発生場所で、粉砕・チップ化等の前処理をせず簡易な設備で中間処理できる可能性が示唆された。

エポキシ板を有機溶媒中で加熱した場合、300 °Cでは多くの溶媒中に可溶化できるが、200 °Cでは殆ど溶かすことができなかった。クレゾールやベンジルアルコールを用いた場合、水酸化ナトリウムを添加するとエポキシ板の可溶化率が飛躍的に増加した。エポキシ板は、350 °C以上の水素供与性溶媒中ではビスフェノール A を介してフェノールやクレゾール類に分解する。一方、220°C程度の低い温度では、エポキシ樹脂中のエステル結合等の弱い架橋結合が開裂し、エポキシ樹脂はオリゴマーとして溶媒中に分散・可溶化されていると考えられる。

廃木材の熱分解で生成されるタール中には沸点が220 °C以上の重質なクレゾール系化合物が多く含まれており、常圧下220 °Cでもエポキシ板を50 %程度可溶化させることができた。すなわち、安価な廃棄物系バイオマス由来タールを用いてエポキシ樹脂製のプリント基板を可溶化処理し、銅やガラス繊維を分離・回収出来る事が示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】可溶化、熱硬化性樹脂、バイオマス、金属回収

#### ーその他助成金ー

【研究題目】ナノエレクトロニクスの移行に伴う電子製品の動的環境影響評価

【研究代表者】伊坪 徳宏（ライフサイクルアセスメント研究センター）

【研究担当者】伊坪 徳宏、Anders Andrae（他2名）

【研究内容】

ライフサイクルアセスメントは製品の環境性能を評価するために非常に有効なツールですが、技術的な移行に伴う動的な環境影響を評価することはできないため、新技術を対象とした評価は現実を反映しない恐れがあります。近年の電子機器産業界ではマイクロスケールからナノスケールへの技術革新が進んでいますが、新製品の普及に伴う環境影響の動的な変化を予測するためには、従来の LCA 手法を応用したダイナミックな評価手法を構築する必要があります。また、ナノ技術の革新により電力消費が抑えられる一方で、ナノ粒子の人間健康、生態毒性面における影響についての懸念も指摘されており、これらの課題に対応した手法の開発が求められていました。

本研究の目的は、ナノ電子技術の利用に伴って生じると予想されるエネルギー消費量の減少と有害性の影響増加の間のトレードオフを環境側面から動的に評価することです。具体的には以下の3項目をメインテーマとして検討を進めました。

(1) ダイナミック CLCA 技術の開発

従来の LCA による評価を拡張し、個別製品の評価に留まらず社会システム全体での新技術への移行による影響を評価するための Consequential Life Cycle Assessment (CLCA) 手法とさらに動的分析に対応した Dynamic CLCA 技術を開発します。

(2) ナノ粒子の毒性に関する影響評価係数の開発

LCA および LCIA のフレームに適用可能な障害調整年数 (Disability Adjusted Life Years : DALY) の考え方を利用してナノ粒子の暴露に伴う毒性の影響について影響評価係数を開発します。

(3) ナノ技術を利用した製品の普及に伴う環境影響の動的分析

従来製品からナノ技術を利用した電子技術への移行が進んだ際に予想される環境影響の変化をダイナミックに分析すべく、Dynamic CLCA 手法およびナノ粒子の影響評価係数を活用した事例評価を行います。事例として液晶ディスプレイ (LCD) やプラズマディスプレイ (PDP) から次世代ディスプレイ (Field Emission Displays) FED パネルへの移行、およびマイクロスケールの D-RAM メモリーからナノスケールの M-RAM メモリーへの移行の2つのケースについて分析を行います。

本年度は、DRAM と MRAM および LCD パネルと FED パネルの2つのケースを事例として選定し、日本の代表的な影響評価手法である LIME を組み込んだダイナミック CLCA の適用を試みました。ケーススタディを通じて DRAM と MRAM の比較においては電力消費量が重要なファクターとなり得ることが示唆されました。ナノ技術の専門家とのディスカッションにより、DRAM と MRAM の比較だけでなく、将来的な競合関係から FeRAM と MRAM の比較が重要であることが明らかとなりました。LCD パネルと FED パネルの比較については、従来型の LCA に基づいて行われたスクリーニング評価などの既存評価事例の調査を進め、今後の CLCA 適用に向けた準備を行うことができました。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノ電子技術、ダイナミック CLCA、環境影響

【研究題目】粗悪燃料を用いる船用および固定発生源からの大気汚染物質除去

【研究代表者】山田 裕介

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 山田 裕介、上田 厚、藤井 秀治（三菱重工業）、勝木 将利（三菱重工業）  
（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

ディーゼルエンジンは内燃機関の中で最も熱効率が高く、省エネルギーによる CO<sub>2</sub>削減に有効であり、その経済性や信頼性のゆえに、発電用、船舶・トラック・バス用の主要な動力源として世界中で幅広く用いられている。近年、地球環境保護意識の高まりから、日欧米を中心に、ディーゼルエンジンから排出される窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）や粒子状物質（PM）の規制が段階的に強化されつつある。これまで、脱硝触媒の研究は、軽油燃料を使用する自動車、建機用の小型ディーゼルエンジンの排ガス浄化用触媒として、国内外で開発が進められてきた。これらの触媒は耐硫黄性が低いため、硫黄分を多く含む重油を燃料とする内燃機関には用いることが出来ない。本研究では、硫黄含有量の多い重油や軽油を燃料として用いる中大型エンジン機種（船用および発電用固定ディーゼルエンジン）から排出される NO<sub>x</sub> を低減するための触媒開発を行い、現在の硫黄分を多く含む重油・軽油を燃料として用いることが出来るようにするための技術の開発を目的とする。

触媒探索にはコンビナトリアル触媒技術を用い、ペロブスカイト系材料の触媒機能開発を行う。探索により得られた高活性触媒は、実際にエンジン開発を行っている企業へ試料を提供し、実用化における問題点（耐久性、ハニカムへの成形加工の難易等）の洗い出しならびに実用化の可能性、システムの成立性について検討する。

平成19年度は、昨年度までに開発した粉末状触媒をハニカム構造化しても粉末状触媒で得られた脱硝性能を維持するために、ハニカム構造体の成形条件の最適化を図ることを目標とした。CeO<sub>2</sub>バインダーを用いることで、粉末状触媒で得られた脱硝性能を維持出来ることが分かった。次に、小型ハニカム構造体を用いて二次評価および耐硫黄性評価を実施した。これにより、本研究で開発したペロブスカイト触媒は、原料コストは従来型触媒の半分以下であるが、従来型触媒と同程度の脱硝性能と耐硫黄性を有することを確認出来た

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 脱硝触媒、コンビナトリアル手法、ペロブスカイト

〔研究題目〕 包括的製品政策に基づく EU 指令の導入による環境影響削減効果の評価

〔研究代表者〕 伊坪 徳宏（ライフサイクルアセスメント研究センター）

〔研究担当者〕 伊坪 徳宏、Sang-Yong Lee（他2名）

〔研究内容〕

欧州連合は、IPP(包括的製品政策)を通じて、ライフサイクルの視点から環境に配慮した製品設計の導入と環

境負荷の最小化を目指した政策を提案しました。これは、化学物質対策、廃棄物リサイクル、地球温暖化など、様々な環境影響を削減するための具体的提案の基礎になっています。

我が国では、欧州指令を受け、国、産業、企業がそれぞれ対応していますが、これにより実際にどの程度環境影響が変化するのか、評価されていないのが現状です。

本研究では、環境指向の公共政策を導入したときによる環境影響の変化を定量的に分析するための手法開発と実社会への実装を目指します。現在のライフサイクルアセスメントは既に製品の環境側面を評価するための手法として広く活用されていますが、中長期に渡る評価に対応していないなど、政策に対する評価には必ずしも十分な状況ではありません。既存の環境評価手法を活用し、社会レベルで動的に評価することが出来る手法の開発を目指した研究を行います。この目的を達成するために、新たな規制の導入による環境影響の中長期的な推移の予測を行うための手法開発を行うことを目標としました。公共政策における環境配慮のための意思決定への活用を目指し、システムダイナミックス理論を活用し、LCAに基づいた環境影響評価結果を中長期的な推移の評価に活用することのできる動的予測を実施します。

本調査初年度である今年度は、以下に示す事項について調査いたしました。

- (1) 製品システムにおける主要な環境影響改善策を特定する方法を提案するための基礎情報を収集しました。対象製品に関わる技術の動向調査、対象製品に関連した環境規制および規格の調査、対象製品に関する消費者の動向および廃棄・リサイクル技術の調査について、文献および関係学会における情報収集のもと行いました。
- (2) LCA 結果の信頼性とその管理を行うための手法を提案するための基礎調査を行いました。政策の評価は中長期を視野に入れた予測を含むため、その信頼性について定量的に表示することが求められます。ここでは、文献調査等を通じて LCA 結果の不確実性および変動の表示と分析方法のあり方について検討しました。
- (3) 新たな環境規制の導入による環境影響の中長期的な推移を予測するための基礎的検討を行いました。システムダイナミックソリューション（SDS）用ソフトウェアを活用した動的環境影響評価モデルのフレーム作りに向けた検討を行いました。さらに、動的環境影響評価モデルと LCA の融合のための課題抽出と対策検討を行いました。

これらの検討を通じて、次年度での研究目標達成のために必要な基礎情報の収集を完了することができました。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 環境政策評価、動的評価、システムダイナミックス、環境影響



〔研究題目〕化学物質リスク評価のための3次元多媒体動態モデルの構築と適用

〔研究代表者〕東海 明宏

(化学物質リスク管理研究センター)

〔研究担当者〕アミン ナワダ (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

1. 目 標

リスク評価のための3次元多媒体モデルを、ナワダ氏が京大学位論文で構築した3次元水文モデルと、産総研で開発した動態評価モデルを統合することによって実現する。

2. 研究計画

ナワダ氏が構築した、STHM (Spatial and Temporal Hydrological Modeling、空間的・時間的に解像度を高めた水文モデル) をベースとして、環境動態のパラメータを地域特性に反映させて推定する方法を開発することで適用範囲の拡大を目指す。これに連動して、各種のデータベースを活用し、排出量推定方法の開発に取り組み、ケーススタディを実施する。このためのアルゴリズムの開発とプログラムを自作する。研究期間は、平成17年6月1日から平成19年5月31日である。

3. 概要

リスク評価における工学的手法とりわけ、生産工程等から排出された化学物質が、水圏を経由して、生態系の生物、ヒトにまで暴露される過程は、きわめて複雑であるため、適度に単純化しながらモデルを構築する必要がある。その課題の必要性が認知されているながらも、現実には、極端にダイナミクスを追及するモデルか、あるいは、逆に極端に単純化しすぎて、使えないモデルが多かった。それをナワダ氏のモデルを核に構築し、中国の珠江流域と国内の数百 km<sup>2</sup>の流域に適用した。

4. 平成19年度における成果

平成17年6月1日から、産業技術総合研究所で、標記の研究課題で研究に着手し、これまで以下の成果をあげた。まず、中国、広州の珠江流域を対象として、モデルに必要なパラメータを整備し、ノニルフェノールエトキシレートの動態解析を実施した。これは、STHM モデルに化学反応の項を追加して、この流域に適用し、流出解析モデルと化学物質の動態モデルを連立させて解析するものである。河川流域は、453,700 km<sup>2</sup>であり、このような広域を対象とした解析には、流域場情報、排出量の推定が重要となる。そこで、流域場情報は、インターネットから国際機関で保有されている地理、水文データを収集・整備することにより解析に供した。また、化学物質の排出量に関しては、国単位の消費量を人口比率等で回帰させて地域に割りつけて推定した。

ナワダ氏が構築したモデルによって、広域の水圏を

対象とした化学物質のリスク評価を行う上で基礎となる情報を生産できた。この2年間の研究によって、今後の広域的なリスク評価のために活用しうる手法のプロトタイプの構築を終了した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕広域水系、リスク評価、リスク管理、STHM

〔研究題目〕分子性半導体結晶デバイス界面の分光学的研究と有機エレクトロニクスへの展開

〔研究代表者〕長谷川 達生

(強相関電子技術研究センター)

〔研究担当者〕長谷川 達生、ハース・サイモン

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、有機分子からなる半導体を用いて形成した有機エレクトロニクス素子の素子動作を理解し、かつその決定要因を探ることを目的として、単結晶によるプロトタイプ素子を用いた半導体界面の分光学的研究を行う。本年度は、このための準備段階として、ルブレ、ペンタセン、テトラシアフルバレンなど、典型的な数種類の分子性半導体の大型単結晶成長と、これらと様々なゲート絶縁層を組み合わせた単結晶トランジスタの作製を行った。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕プラスチックエレクトロニクス、有機エレクトロニクス、有機トランジスタ、有機半導体

〔研究題目〕ナノ構造有する電極材料の合成とリチウムイオン電池への応用

〔研究代表者〕周 豪慎 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕王 永剛 (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

溶液中に、濃度、pH、時間などをコントロールし、溶液反応を利用して、サイズが数十ナノのリチウムイオン電池の正極或いは負極活物質の前駆体を合成した。合成した前駆体に、不活性ガス雰囲気高温で熱処理することによって、サイズが数十ナノから数百ナノのリチウムイオン電池活物質の微粒子を合成した。電気化学の評価により最適化を測っている。また、導電性を向上するために、独創的な方法を用いて、ナノサイズの活物質微粒子の表面にカーボンコーティングした。優れているパワー密度とサイクル特性を有することを期待されている。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕ナノ複合粒子、カーボン、コーティング、高出力、蓄電デバイス、リチウムイオン電池

〔研究 題目〕 BCC 型水素貯蔵合金のナノ構造および  
反応機構に関する基礎的研究

〔研究代表者〕 秋葉 悦男（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 Shao Huaiyu（常勤職員1名、他1名）

〔研究 内容〕

目標：

高効率でクリーンな燃料電池の実用化のために、軽量なマグネシウムをベースとした高吸蔵量水素吸蔵合金を合成し、その水素吸蔵放出反応機構を解明する。

内容：

高吸蔵量が期待される BCC（体心立方）構造をもつマグネシウム基合金をボールミリング法にて合成する。合金の合成過程を明らかにすると共に、BCC 格子の大きさが水素吸蔵量および水素吸蔵放出温度などの諸特性におよぼす影響を解明する。

年度進捗状況：

ボールミリング法にて、BCC 構造をもつマグネシウム-コバルト系合金を合成した。この合金の結晶子サイズは1~5ナノメートルであり、一般的な溶解法にて作製される合金のマイクロメートルオーダーの結晶子に比べて微細であることが分かった。また、マグネシウムとコバルトの組成比を変えることで、BCC 格子の大きさを制御することに成功した。水素吸蔵量が最も高い  $\text{Mg}_{50}\text{Co}_{50}$ BCC 合金は、30 °Cにおいて1時間で2.4質量%の水素を吸蔵した。

合金の格子定数より水素が吸蔵される格子内の占有サイトの大きさを見積もることができる。高い水素吸蔵量をもつ  $\text{Mg}_{50}\text{Co}_{50}$ BCC 合金中の水素の占有サイトの大きさは0.0378ナノメートルであることが分かった。合金の構成元素および組成などを変化させることで水素占有サイトの大きさを最適化し、さらに高い吸蔵量をもつマグネシウム系 BCC 合金を合成することが今後の課題である。また、合成される合金の水素吸蔵放出反応機構の解明を並行して進める予定である。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素エネルギー、ナノ構造制御、水素貯蔵材料

〔研究 題目〕 ナノポーラス複合機能材料を用いた電気  
化学エネルギーデバイスに関する研究

〔研究代表者〕 周 豪慎（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 王 開学（常勤職員1名、他1名）

〔研究 内容〕

ポリマーをソフトテンプレートに、又、陽極酸化アルミをハードテンプレートとして用いて、3次元的に規則正しい構造を有するナノ複合構造材料を合成し、溶媒抽出方法でテンプレートを除去し、ポーラスカーボンを合成している。不活性ガス雰囲気中で熱処理して、炭化させてから、X 線回折、ガス吸着等温曲線、走査電子顕微鏡、透過電子顕微鏡を利用して、基礎物性を評価したうえで、

リチウムイオン電池の負極材料、或いはスーパーキャパシタ用電極材料として、電気化学容量と充・放電レートとの関係を調べている。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ナノポーラス、陽極酸化、カーボン、蓄電デバイス、スーパーキャパシタ

〔研究 題目〕 高性能強誘電体ゲート電界効果トランジスタの研究

〔研究代表者〕 酒井 滋樹（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 酒井 滋樹、Li Qiuhong  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究 内容〕

本研究では、次世代の不揮発メモリ・不揮発ロジック素子として期待される強誘電体電界効果トランジスタ（FeFET）の微細化・薄膜化の研究を行い、実用半導体集積回路への応用が可能な高性能 FeFET を作製することを目指してきた。強誘電体  $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$  と絶縁体  $\text{Hf-Al-O}$  の薄膜化を進め、低振幅（4 V）でのデータ書込み動作が可能な強誘電体ゲートトランジスタ作製という目標に昨年度到達できたので、その成果をさらに発展させ、本年度は不揮発ロジック回路への FeFET の応用展開を図るための回路作製技術の研究を行った。これまでトランジスタ単位の研究であったので、トランジスタのソース・ドレイン・ゲートの各電極の形成までに作製プロセスが留まっていたが、不揮発ロジック回路では、p チャンネルの FeFET と n チャンネルの FeFET を組み合わせるので、電極間の配線の形成と、配線間の不要な短絡を防ぐ絶縁膜の形成が必要である。ソースとドレイン電極用のシリコンの穴に、まず電子ビーム蒸着法で Ti/Al の2層金属を埋めこんだ。ソース、ドレインとゲート電極への第1層の配線材料には、Ti 金属を用いた。第2層の配線を形成する前に、 $\text{SiO}_2$  絶縁体層を rf マグネトロンスパッタ法で形成し、第2配線は電子ビーム蒸着法による Ti/Al の2層金属で形成した。本年度開発したこの回路作成技術を用いて FeFET によるロジック演算 NOT 回路を試作し、電気特性を評価しロジック演算動作を確認した。以上まとめると、本研究の目標である実用半導体集積回路への応用が可能な高性能 FeFET の作製し大いに貢献する成果を得ることができた。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 不揮発素子、強誘電体、強誘電体 FET

〔研究 題目〕 先進的液相電解めっき法による多層型高温超伝導体薄膜の作製

〔研究代表者〕 田中 康資（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 田中 康資、D.D.Shivagan  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究 内容〕

多バンド超伝導体では従来型量子エレクトロニクスと

新しく勃興しつつある量子コンピューターなどの新しい量子エレクトロニクスを同時に実現し、自在に組み合わせることができる。そのため、新しい超伝導エレクトロニクスを生み出そうとする機運が高まっている。

新しい超伝導エレクトロニクスのコアとなる、バンド間位相差ソリトン（成分間位相差ソリトン(i-soliton)）については、まだその自由な発生方法や検出技術、制御技術が未知であり、この検討を進めた。制御技術については、新たに、i-soliton 同士を相互作用させる方法を考案、特許として申請した。

具体的な実験を進めるために、バンド間位相差ソリトン検出回路に関しては、測定装置の設計および製作を行った。平成20年度に試運転を行う予定。

また、磁場侵入長より十分薄い超伝導薄膜2枚積層膜（人工2成分超伝導）における渦糸分子の生成について理論的な検討を進め、自由な生成法について結論を得た。その実験実証の方法論の検討にも着手した。

これらとは別に、頂点にフッ素を含む多層型高温超伝導体 F-0234について磁束格子融解磁場の、ドーピング依存性を系統的に調べた。磁束格子融解磁場は、磁場侵入長を通して、超伝導対密度に依存している。ほぼ最適ドーピングから、アンダードーブに向かってドーピングレベルを変えると、超伝導対密度の温度依存性を記述するモデルが、3D-XY 臨界モデルから、平均場モデル、二流体モデルに移り変わっていくことが分かった。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超伝導エレクトロニクス、ソリトン、超伝導薄膜材料

【研究 題 目】強誘電体ゲートトランジスタの素子特性変調の研究

【研究代表者】酒井 滋樹(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】酒井 滋樹、Wang Shouyu  
(常勤職員1名、他1名)

【研究 内 容】

高密度の不揮発メモリとして期待される金属・強誘電体・絶縁体・半導体型の強誘電体ゲートトランジスタ(FeFET)の更なる特性向上を目指して、前年度までに絶縁体 Hf-Al-O と強誘電体  $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$  (SBT)をパルスレーザ堆積 (PLD)する際の条件、SBT を多結晶化するための熱処理条件等の適正化の研究を行った。最終年の本年度は、メモリウィンドウの基板内のばらつきを抑制させるために新たに大面積製膜用に設計した PLD 装置を用いて FeFET を作製した。まず、大面積製膜用に10 cm 長の Hf-Al-O と SBT のターゲットを用意し、Hf-Al-O と SBT の製膜それぞれに対してターゲット上をレーザ照射する位置の中心とレーザを掃引する幅の適正条件を明らかにした。次に、大面積製膜用 PLD を用いて20 mm 角のシリコン基板上に FeFET を試作し、基板内の46個の FeFET のメモリウィンドウのばらつきを評価し

たところ、ばらつきの標準偏差をウィンドウ幅(平均値 0.96 V)の4.3 %以内に収めることが出来た。これにより膜厚均一性の優れた大面積製膜用 PLD 導入の意義を検証できた。FeFET のゲート金属としてこれまで選択し開発した材料は Pt であるが、種類の金属だけではトランジスタ特性のしきい値電圧の制御範囲が狭い。Au、Ti、Ni を選び FeFET を試作し、しきい値電圧を変化させる研究も行った。その結果、しきい値電圧の制御範囲を拡大できた。例えば Ti をゲートとする FeFET のしきい値電圧は、Pt をゲートとするものより0.7 V 小さかった。初年度・2年度の材料・プロセスの面からの研究と本年度の主に装置の面からの研究を総合し、高品質強誘電体ゲートトランジスタ作製の基盤技術を構築できた。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】不揮発メモリ、強誘電体材料、強誘電体 FET

【研究 題 目】多層型銅酸化物超伝導体におけるキャリア不均衡調節による物性制御

【研究代表者】伊豫 彰(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】伊豫 彰、P.M.Shirage  
(常勤職員1名、他1名)

【研究 内 容】

ユニットセルに多数の  $\text{CuO}_2$ 面を有する多層型銅酸化物超伝導体について、キャリア不均衡調節による物性制御を行うことにより、高温超伝導の本質的な物性解明、Tc の向上、新現象発見を目標に研究を行っている。平成19年度は下記の成果を得た。

頂点フッ素系多層型超伝導体  $\text{Ba}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_4\text{O}_{10}(\text{O},\text{F})_2$ のその Jc、Birr 特性を、磁化測定により評価した。その結果、この系の異方性は、2次元-3次元交差磁界(0.11T)から、約182と見積もられた。また、この系のピンギン特性が、表面ピンギンが支配的であることを見いだした。

昨年度新たに開発した頂点フッ素系多層型超伝導体  $\text{Ba}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{10}(\text{O},\text{F})_2$ について、アンダードーブ状態(Tc=82 K)からややオーバードープ状態(106 K)の試料を高圧合成し、その Jc、Birr 特性を、磁化測定により評価した。その結果、アンダードーブ側に状態が移動するに従い、急速に Jc と Birr が小さくなることを見いだした。また、アンダードーブ状態の試料の異方性は、2次元-3次元交差磁界(0.28T)から、約118と見積もられた。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】高温超伝導、多層型銅酸化物超伝導体、臨界電流密度、不可逆磁界

【研究 題 目】多層型高温超伝導体における反強磁性と超伝導の共存現象の解明

【研究代表者】伊豫 彰(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】伊豫 彰、鬼頭 聖、P.M.Shirage



(常勤職員2名、他1名)

#### 〔研究内容〕

単位胞内に結晶学的に異なる  $\text{CuO}_2$ 面を持つ”多層型銅酸化物高温超伝導体”では、その異なる  $\text{CuO}_2$ 面間でホール濃度に分布が生じ、ホールの少ない層では反強磁性秩序が、ホールが適度に存在する層では超伝導が起こる。ナノスケールしか離れていない隣接する層で両者が共存している。銅酸化物がなぜ高い温度まで超伝導を保てるのかという根本的な問題とその発現機構を解決するために大阪大学との共同研究を行っている。平成19年度は下記の成果を得た。

産総研で開発した頂点フッ素系の多層型高温超伝導体の核磁気共鳴(NMR)実験を行った。試料は単位胞内に結晶学的に異なる2種類の  $\text{CuO}_2$ 面(内側の  $\text{CuO}_2$ 面(IP)と外側の  $\text{CuO}_2$ 面(OP))をもつ  $\text{Ba}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_{408}(\text{O}1-\text{yFy})_2$  ( $2\text{y} = 1.2, 1.4, 1.6 \text{ and } 2.0$ ) を用いた。NMR 測定によって、OP のホール濃度が IP のそれより大きいことがわかった。またキャリアの総数は、F 濃度 y が大きくなるに従い減少することがわかった。フッ素の NMR により、55 K の超伝導になる  $2\text{y}=2.0$  の試料において、ネール温度100 K 以下で反共磁性秩序が発達することが明らかになった。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 高温超伝導、多層型銅酸化物超伝導体、NMR、磁性と超伝導の共存

#### 〔研究題目〕 光電変換高効率化に資するチタニアナノチューブの基礎物性に関する研究

〔研究代表者〕 神 哲郎 (環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 神 哲郎、池 波

(常勤職員1名、他1名)

#### 〔研究内容〕

色素増感型太陽電池 (DSSC) は新しいタイプの分子レベルの電気化学太陽電池であり、この種の太陽電池の価格は商用シリコン太陽電池に比べて1/5~1/10である。しかしながら、DSSC 電極としてのチタニアは多孔質化すると光電変換効率が向上することが知られており、チタニアのモルフォロジー制御を種々検討することで効率を大幅に増大することが可能となる。本研究ではナノレベルで細孔径構造制御したチタニアのマイクロメートルオーダーの厚膜合成と高光電変換効率のための DSSC 電極としての応用について検討した。

市販の超微粒子チタニア (Degussa P25、平均粒径25 nm) をエタノール中に分散し、これに塩酸触媒を添加したチタンブトキシドを加えて、 $\text{SnO}_2 \cdot \text{F}$  膜 (透明導電膜) 上にディップコートした。創製した膜は350~450 °C、空气中で熱処理した。ディップコートの回数を1, 6, 12, 18, および 21としたとき、チタニア膜の膜厚は各々0.2, 1.0, 2.1, 3.1, および3.5  $\mu\text{m}$  であった。さらに XRD の結果から、アナターゼ型チタニアに起因

する(101), (004), (200), (105)および(211)のピークを観察した。加えて TEM の観察から、連続的な結晶構造であり、電子線回折からもこれらの事実を確認した。TEM および SEM の結果から細孔構造は warmhole-like なメソ孔を有する多孔質チタニア膜であることがわかった。窒素吸着による細孔構造の測定結果から、400 °Cで処理したチタニア膜の平均細孔径は8.9 nm、細孔容積は0.529  $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$ 、表面積は 129.4  $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ であった。

これらの基礎的知見を確認した上で、光電変換効率の測定を行った。用いた色素は N719 dye ((Bu4N)2Ru(dcbpyH)2(NCS)2)で、一般的なセル構造とした。膜厚0.2~3.5  $\mu\text{m}$  の範囲で測定を行った。光電変換効率は膜厚が増加するに従って増大し、0.2  $\mu\text{m}$  で0.55 %であったものが3.5  $\mu\text{m}$  のときに6.05 %となった。また3.5  $\mu\text{m}$  より厚い膜の場合は逆に効率を低下させた。

以上の結果から、結晶学的に連続的なフレームワーク構造を取り、ナノメートルオーダーの細孔とマイクロメートルオーダーの膜厚を有するチタニア膜構造体では、比較的大きな光電変換効率を得ることが出来、今後のさらなる膜構造の検討で高効率化も可能であることが示唆された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 チタニア、光電変換効率、光電気化学的測定、色素増感型太陽電池

#### 〔研究題目〕 ケイ素配位子による遷移金属錯体の反応性制御

〔研究代表者〕 島田 茂 (環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 島田 茂、李 咏華

(常勤職員1名、他1名)

#### 〔研究内容〕

ケイ素-遷移金属錯体においてケイ素基 (シリル基) は結合する遷移金属に対し高い電子供与能を有しており、シリル基を遷移金属上に配位子として導入すると遷移金属の電子密度を高め、その反応性を大きく高めることが期待される。さらに、遷移金属上でシリル基のトランス位に配位した基質を効率的に離脱させることにより、遷移金属上に活性点を保持する効果も期待できる。本研究では、このシリル基の特性を利用することにより、N-H、C-H、C-C などの反応性の低い結合の切断反応を媒介する遷移金属錯体を創製することを目的とする。

ケイ素部位と2つのリン部位の3つの配位部位を持つ新規配位子を導入したイリジウム錯体に関して検討を継続した。昨年度合成に成功した  $[\text{Ir}(\text{H})\text{Cl}]$  (L=新規配位子) から触媒前駆体として期待される三価ジヒドリド錯体もしくは一価錯体の合成を目的に、種々の条件下ヒドリド還元を検討した。その結果、窒素雰囲気下ボロヒドリド還元剤を用いることにより良好な収率で新規錯体の単離に成功し、多核 NMR および単結晶 X 線構造解析に

より窒素分子が配位した三価ジヒドリド窒素錯体  $[\text{LiIr}(\text{H})_2(\text{N}_2)]$  であることを明らかにした。この錯体とオレフィン類との反応により、一価オレフィン錯体の合成を検討したが、目的とする錯体の単離には至らなかった。窒素分子の配位が反応性低下の原因と考え、アルミニウムヒドリド還元剤によりアルゴン下反応を行うことにより、窒素分子の配位していない  $[\text{LiIr}(\text{H})_2]$  と考えられる錯体が生成することを NMR により確認した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 遷移金属触媒、ケイ素、錯体

【研究題目】 ナノメートル薄膜の膜厚、密度、組成などに関する計量学的計測に関する研究

【研究代表者】 小島 勇夫（計測標準研究部門）

【研究担当者】 Jiangwei FAN（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

開発した高精度ゴニオ試料台を用いて放射光による薄膜評価を中心に行った。数 nm～100 nm 程度の  $\text{ZrO}_2$  膜では全反射の臨界角は  $0.1^\circ$  程度であるため、入射角度は最小  $0.05^\circ$  から  $3^\circ$  程度まで測定した。同様の測定を半導体デバイスで重要な High-k 薄膜（ $\text{HfO}_2$  系の薄膜）についても実施した。X 線吸収スペクトルは、入射角が  $0.1^\circ$  程度では X 線は最表面で反射するため表面近傍の情報が得られる。入射角が臨界角を超えると X 線は内部に侵入し、基板界面での反射が影響するようになる。このように深さ方向について微細な分布が非破壊で分かるようになった。極浅イオン注入した試料に応用したところ、 $\text{HfO}_2$  膜で示されたと同様、深さ方向について濃度分布の違いが観測でき、注入元素による局所的な結晶構造変化が見いだされた。また、イオン注入元素の周囲の構造を含む新しい知見が多く得られた。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 ナノ薄膜標準、X 線反射率、放射光計測

【研究題目】 環境における化学物質分解微生物群の分子遺伝学的挙動解明

【研究代表者】 鎌形 洋一

（ゲノムファクトリー研究部門）

【研究担当者】 鎌形 洋一、Zhang Yu

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

微生物の群集解析に頻用される変性剤濃度勾配ゲル電気泳動（DGGE）の改良を行った。本研究では、あらかじめ縮退プライマーの末端に特定制限酵素の認識配列を付加して、当該制限酵素処理後の消化物を DGGE に供することで、非特異的なバンドの生成抑制を試みた。対象として、環境中で有害物質として認知されている BTEX（ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、キシレン）の分解に関わるモノオキシゲナーゼの変性剤濃度勾配ゲル電気泳動（DGGE）による解析を行った。まず、

先導実験として BTEX 分解微生物ゲノム上のモノオキシゲナーゼを縮退プライマーによって増幅し、DGGE 解析により高精度にモノオキシゲナーゼ遺伝子を検出できることを検証した。次に、本手法を用いて活性汚泥、霞ヶ浦の底泥、油田排水の試料から DNA を抽出し、同様の方法で DGGE を行い、きわめて高精度にモノオキシゲナーゼ遺伝子を検出することを実証した。さらに、油田の排水試料からは多様なモノオキシゲナーゼの存在を示唆するデータを得ることができ、環境サンプル中の微生物機能遺伝子の多様性解析手法としての有効性を実証することができた。また、廃水処理施設から採取した活性汚泥よりメタゲノムライブラリーの構築を行った。本研究では、ベクターとしてフォスミドを用いて、約5万クローンから構成されるライブラリーを作製した。次に、 $\beta$ -ラクタム系抗生物質耐性遺伝子の分離を目的として、抗生物質耐性能を有するメタゲノムクローンの分離を行い、複数のクローンを取得した。さらに、抗生物質耐性遺伝子の同定と DNA 塩基配列の決定を行い、抗生物質耐性に関わる新規な遺伝子を検出することが出来た。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 微生物群集、多様性、フェノールヒドロキシラーゼ、クローン解析、メタゲノム解析

【研究題目】 ナノテクノロジーを利用する無機イオン分離計測技術の簡素化に関する研究

【研究代表者】 南條 弘（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】 松永 英之、南條 弘、

DEIVASIGAMANI Prabhakaran

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本研究では、まず、ガラスプレートの表面を活性化させることにより反応性を高める手法について検討し、活性化した表面を機能性試薬で修飾する手法を検討した。すなわち、分子認識性試薬をラングミュアプロジェクト（LB）法によりガラスプレートに累積被覆した分子認識性膜状材料を開発し、その認識特性を明らかにした。その結果、長鎖アルキル型アゾ色素と長鎖の側鎖を持つ高分子とによる LB 膜を累積したガラス板材が良好なカドミウム検知材料になることがわかり、その反応機構の詳細について検証した。この材料に関して、特許出願を行った。同様に、基質としてポリ塩化ビニルシートを利用し高分子を利用しない作成法についても検討し、同じく良好な計測材料になることも確かめた。この材料の特性について、反応機構などの詳細を明らかにした。また、ポリスチレン微細ビーズについてクロロメチル化及びアミノメチル化により化学修飾して機能性分子によるグラフト化が可能な材料とし、これに金属イオンと選択的に

反応する色素系キレート試薬などの機能性試薬を化学結合させることで、分子認識性多孔質微細粒子材料を合成した。これらの分子認識特性についても、反応機構や表面処理方法について検討を行い、化学センサー材料として利用可能であることを示した。このほか、新しいタイプの材料として、ナノポアシリカからなるシリカモノリスを利用し、適切な化学修飾による化学センサーの開発を行い、骨格材料としての優位性を提案した。以上の成果を、特許出願するとともに、数報の国際誌に発表している。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 簡易計測、LB 膜、化学センサー、有害重金属

【研究 題 目】 有害汚染物質の簡素で迅速な高感度検出を目的とする新規機能性ナノ構造シリカの開発

【研究代表者】 南條 弘（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】 松永 英之、南條 弘、  
ABDEL DAYEM ISMAILALI A. A、  
（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

本研究では、産業排水や環境水に含まれる微量無機イオン類の簡素で迅速な高感度計測技術の開発を行う。これらの技術の中核となる選択的認識と応答機能を持った新規な分離計測用材料をナノ構造制御シリカを用いて開発した。すなわち、ナノポア単結晶シリカ材料（以下、シリカモノリス）の内部表面に、ゾルーゲル法、あるいは、シリル化法によりナノサイズで化学修飾することにより機能性有機色素を固定化し、無機有害イオン応答性をもつ新しい材料を創製した。次いで、こうして得られる材料をもとに、目的とする無機有害イオンに対する迅速かつ簡素な計測技術を新規に開発した。具体的には、環境基準レベル（ppm～ppb）の濃度のカドミウム、クロム、ビスマス、アンチモン、水銀などの有害重金属類の濃度を簡易に分離濃縮・計測できる材料及び手法の開発を行った。本研究では、多孔質シリカモノリスをアルキルアンモニウム型シリル化剤などにより化学修飾して陽イオン性材料とし、これに無機イオンと選択的に反応する陰イオン性色素系試薬などの機能性試薬を化学結合させるためのいくつかの反応条件を明らかにした。また、多孔質シリカモノリスの内部表面に陰イオン性官能基を付与するための化学修飾法を開発し、陽イオン性色素による修飾が可能な材料の開発を行った。すなわち、シリカモノリスの表面をまず、メルカプト基を末端にもつシリル化剤で処理し、次いでこれを選択的に酸化することによりスルホ基に変化して陰イオン性を発現させる手法が有効であることを新たに確認した。本研究で明らか

にした手法は、今後の同種の化学センサーを創製するためのきわめて有効な指針となると期待されるものである。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 簡易計測、ナノ構造制御シリカ、ケモセンサー、有害重金属イオン

【研究 題 目】 超臨界二酸化炭素中でのメソ構造有機-無機ハイブリッド触媒を用いた高選択的酸化反応

【研究代表者】 横山 敏郎（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】 横山 敏郎、  
DAPURKAR Sudhir Eknathrao  
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

本研究では、超臨界二酸化炭素（scCO<sub>2</sub>）の特性とメソ構造有機-無機ハイブリッド触媒機能のシナジー効果を利用し、これまで極めて困難とされてきたアルカン類の高選択的酸化反応を中心として検討を行う。さらに、化学構造の異なる基質を用いて種々の酸化反応を行うとともに、超臨界状態に依存した触媒活性発現機構、反応メカニズムを理論・実験の両面から系統的に明らかにする。

具体的には、ナノスケールでの有機-無機ハイブリッド触媒調整法と、超臨界二酸化炭素反応に関する多くの知見、経験を融合することにより、全く新しい“超臨界二酸化炭素を用いる高選択的酸化反応”を創製する。また、超臨界状態特有の触媒活性発現機構、反応メカニズムを明らかにするために、超臨界二酸化炭素中での酸化反応について、溶解した基質、触媒（Co、Mn、Cr、Ti等）、ならびに反応生成物の相関関係について *ab initio* 法によりエネルギー計算を行うとともに、各種分光学的高圧 *in situ* 測定によって、scCO<sub>2</sub>との親和性、溶解性の大きさを理論的、実験的に検証する。

平成19年度においては、昨年度に合成したハイブリッド触媒の中から、酸素酸化触媒活性が良好な Cr-MCM-41触媒（メソポーラス型）を選定し、scCO<sub>2</sub>-酸素ガス共存下におけるベンジル化合物及びオレフィン化合物の酸化反応を試みた。具体的な成果として、1)テトラリンの酸化反応においては、工業原料として重要な1-テトラロンが高選択的（収率63%）に得られること、2)シクロヘキセンの酸素酸化反応では、生成物である2-シクロヘキセン-1-オン/2-シクロヘキセン-1-オール比が6.5と、従来触媒に比べ著しく高い値で得られること、3)オレイン酸の酸素酸化反応においては、非常に穏やかな反応条件下においても炭素-炭素二重結合が開裂し、アゼライン酸及びノナン酸が高収率で得られる、ことを見いだした。

【分 野 名】 環境・エネルギー



〔キーワード〕 超臨界二酸化炭素、メゾポーラス材料、酸素酸化、Cr-MCM-41

〔研究題目〕 選択溶解と陽極酸化による自己組織化チタニアナノチューブの形状制御

〔研究代表者〕 南條 弘（コンパクト化学プロセス研究センター）

〔研究担当者〕 南條 弘、Fathy M. Bayoumi  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

チタンシート上に長さ1,000 nm 以上のチタニアナノチューブを作製することが19年度の目標であった。純チタンをバフ研磨し、イソプロピルアルコール、フッ化アンモニウム水溶液中で、0V (vs.Ag/AgCl)～20 V まで200 mV/s の速度で掃引し、その後最大電位で数時間保持して、チタニアナノチューブ、ナノホール、ナノロッドを作製した。表面構造は電界放出形走査電子顕微鏡で観察した。

ナノチューブの内径は50～150 nm、肉厚は10 nm 程度、長さは最大1,100 nm に達した。陽極酸化したサンプルをカットすると、その周辺の陽極酸化層が一部剥離して断面観察を可能にした。通常断面は樹脂埋め後にカット・研磨して観察されるが、チタニアーチタン界面はチタニア層内よりも剥離しやすく、ナノチューブを変形させることなく、簡単に断面を観察できることが分かった。また、ときどき、ナノチューブ上に横たわる長さ数千 nm のナノチューブが観察された。未だこれらの形成条件は不明であり、均質なナノチューブ表面の作製方法を確立したい。

このような多孔質チタニアは比表面積が大きく、金属シート上に形成するため、電極としてそのまま使用可能であり、電気抵抗変化に応答する水素ガスセンサーや光照射で色素の電子を励起する色素増感太陽電池の基板として期待される。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 陽極酸化、チタニア、ナノチューブ、多孔質、比表面積

〔研究題目〕 超好熱性アーキアの新規酵素群を活用した結晶性セルロース完全糖化技術の開発

〔研究代表者〕 石川 一彦  
（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕 石川 一彦、han-woo KIM  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

目標：

超好熱性アーキアの新規酵素群を探索し、結晶性セルロースを完全に糖化する酵素反応系を構築することを目指す。

研究計画：

種々のアーキアのゲノム情報から、新規耐熱性セルロース加水分解酵素群を探索し、遺伝子クローニングおよび酵素の調製を行う。結晶セルロース基質を用いて最も大量のグルコースを生産できる酵素系の組み合わせを調べるとともに、構造機能解析データを用いてタンパク質工学的に酵素の最適化を行う。高温での反応系を整えることで糖化効率100 %の技術を確立する。

年度進捗状況：

既にセルロースの糖化効率を90 %以上にすることができ、酵素系の確立に成功した。現在、タンパク質工学的手法で酵素活性の最適化を行っている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖化、バイオマス、アーキア

〔研究題目〕 中国大陸の斑岩銅鉱床の成因に関する研究

〔研究代表者〕 渡辺 寧（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 渡辺 寧、Li Xiaofeng  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

中国江西省の徳興斑岩銅鉱床の炭酸塩鉱物の炭素酸素同位体の測定を行い、前年度までに得られたデータと合わせて鉱床成因の考察を行った。徳興斑岩銅鉱床は、170 Ma に海洋地殻の沈み込む場においてカルクアルカリ質マグマ活動に伴って形成されたことが明らかになった。鉱物の安定同位体測定結果から本鉱床はマグマ水により硫化鉱物形成されたことが示された。これらの結果は、2007年9月25日から30日にかけて米国アリゾナ州ツーソンで開催された Ore & Orogenesis 2007会議で発表を行った。また成果の一部は Resource Geology に公表した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 中国、斑岩銅鉱床、徳興、クライマックス、永平

〔研究題目〕 人間型ロボットの行動記述手法の研究

〔研究代表者〕 横井 一仁（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 Francois SAIDI（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

本研究では、人間型ロボットに意味ある作業、特に指示された物体を指示された場所に運ぶ、物体搬送作業を行わせるために必要不可欠な行動記述手法を確立することを目的とする。物体搬送作業で重要となるのは、指示された物体を未知環境下で見つけ出すことである。ロボットの行動環境として、平らな床面に様々な物体が置かれている屋内環境を想定する。見つけ出したい物体のモデルはロボットに事前に与えるが、環境内に何がどのような配置で置かれているか、環境のどの位置に見つけ出すべき物体が置かれているかはロボットに与えない。ロボットはステレオビジョンを用い環境を探索し、環境に

関する知識を増加し、指示された物体を見つけ出すために移動する。そのためには、環境情報を追加できる期待あるいは、物体を見つける確率を高めるために、どこにいくか、どこを見るかを決める多次元の Next Best View 計画法を昨年度確立した。本年度は、人間型ロボットの腰関節を使うことにより、歩行することなくより広範囲を探索できるようにした。また、鉛直軸に沿った探索アルゴリズムの最適化を図った。さらに、Next Best View 計画法で使用する評価関数を見直し、新たに探索有用性を評価する関数を追加した。この探索有用性を評価する関数とは、ロボットが新たな探索領域に到達できるセンサ位置・姿勢をより高い評価値とするものである。この新たな Next Best View 計画法と、物体認識法を統合し、人間型ロボット HRP-2を用いて未知環境の中から既知の物体を探し出す実験に成功した。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】国際研究者交流、人間型ロボット、ヒューマノイド、行動計画、行動記述法

【研究 題 目】人間型ロボットのための人のような滑らかな動作計画法

【研究代表者】横井 一仁（知能システム研究部門）

【研究担当者】DAVID Anthony Nicolas  
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

本研究では、オフィスや一般家庭などのような非整備な環境中で行動する能力をロボットに持たせることを目的とし、机、椅子、カップボード、床に置かれた箱等、様々な操作対象物や障害物の存在する環境で人間型ロボットに人のような滑らかな動作を実行させる手法を確立することを研究目標とする。これにより、人間型ロボットが環境に応じて、一連の作業を軽快かつ滑らかに実行することが可能となる。

この目標の実現のために本研究では、1) 滑らかな動作の実現に柔軟要素が果たす効果、2) 人間に類似した自然な動作生成、3) 人間型ロボットを用いた実験、の3項目について研究を行う。

平成19年度は、まず「滑らかな動作の実現に柔軟要素が果たす効果」について集中的に検討した。我々は、日常生活において様々なものをつかんだり、さわったり、つまり操作物体も含む環境を接触しながら作業を遂行している。特に足裏と床の接触・離脱を繰り返す歩行は、まさにその典型的なものである。このような環境との接触を伴う作業を滑らかに遂行するために重要な項目が、接触安定性の確保である。接触安定性が低いと、安定な接触を得るためには、ゆっくり近づくと、接触後長い時間おくことが必要となり、円滑な動作の妨げとなっている。この接触安定性を確保するために有効な手法として、柔軟要素をロボットの機構の中に組み入れることがあげられる。そこで、人間型ロボットの足首機構内部あるいは

足裏表面にどのような柔軟要素加えることにより、どの程度接触安定性が変化するかについて、理論的なモデルを構築するとともに、我々が現有しているシミュレーションソフトウェアを購入する数値計算機に実装し、数値的な解析を行った。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】国際研究者交流、人間型ロボット、柔軟要素、シミュレーション

【研究 題 目】完全スピン偏極強磁性体薄膜の作製と評価及びそのスピントロニクス素子への応用

【研究代表者】秋永 広幸（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】WANG Wenhong（他1名）

【研究 内 容】

目標：

本研究では、閃亜鉛鉱型ヒ化クロム等、完全スピン偏極強磁性体薄膜及びその多層膜構造の特性評価を行い、更に、その薄膜を用いてスピン依存磁気輸送現象を示す素子構造を開発することを最終目標とする。

計画：完全スピン偏極強磁性体において、そのスピン偏極度など固有物性値を決定することを第1の目標とする。第1の目標達成に向けた詳細計画としては、薄膜作製、その高品質化と構造評価、更には薄膜の低抵抗化と磁気輸送現象測定を行う。

年度進捗状況：

平成19年度にかけては、半導体テクノロジーの基幹材料である Si と Fe とのヘテロ接合を作製しその界面を制御することによって、Fe 薄膜に対する交換結合の大きさを制御できることをつぎとめた。この成果は、2007 Silicon nanoelectronics Workshop (2007/6/10-11, Kyoto, Japan)にて発表した。平成19年6月にて、本研究課題は終了した。

平成18年度までの研究成果も含め、多くの学術誌において成果発表を行うことが出来た。その代表的な論文のリストを下記に挙げる。

- [1] W. H. Wang, F. Takano, H. Akinaga and H. Ofuchi, "Structural, magnetic, and magnetotransport properties of Mn-Si films synthesized on a 4H-SiC(0001) wafer", Physical Review B, 75, 165323 (2007).
- [2] W. H. Wang, F. Takano, H. Ofuchi, and H. Akinaga, "Local structural, magnetic and magneto-optical properties of Mn-doped SiC films prepared on a 3C-SiC(001) wafer", New Journal of Physics, 10, 055006 (2008).
- [3] W. H. Wang, F. Takano, M. Takenaka, H. Akinaga, and H. Ofuchi, "Anomalous temperature-dependent exchange bias in Fe films deposited on Si substrates with the native oxide layer", Journal of Applied

Physics, 103, 093914 (2008).

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 完全スピン偏極強磁性体、シリコンカーバイド

【研究 題 目】 半導体への高効率スピン注入技術およびスピン操作技術の開発

【研究代表者】 高野 史好(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 Asawin Sinsarp(常勤職員1名、他1名)

【研究 内 容】

本研究では、強磁性体から半導体への電氣的スピン注入、および注入されたスピンの操作技術の開発を目的としている。“金属／絶縁体／金属”積層構造からなる強磁性トンネル磁気抵抗素子において、**MgO** 単結晶をトンネル障壁とした場合に、劇的な磁気抵抗比の上昇が報告されている。このように、スピン保持トンネリングには障壁の単結晶化が非常に有効であることから、本研究においても、トンネル障壁のエピタキシャル化を進め、スピン注入効率の向上を目指した。ここで、強磁性体 **FePt** は、**MgO** 上にエピタキシャルに成長することが期待される上、垂直磁化を示す。通常の強磁性体は面内方向に磁化容易軸を持つため、スピン注入には比較的大きな磁場が必要であるが、この **FePt** をスピン注入源として適用できれば、零磁場でのスピン注入が可能になる。本研究では、**GaAs/AlGaAs** 量子井戸・発光ダイオード(LED) 構造上の、**FePt/MgO** トンネル接合の形成条件の最適化を行うとともに、LED 部に関しては井戸幅やドーピング・プロファイルの検討を行った。また、**Fe** 層と **Pt** 層を1層ずつ交互積層しアニールを施すことにより、垂直磁化特性を示す **FePt** 電極を形成することに成功した。この **FePt** 電極を用いたスピン LED では、高磁場中 (1T) で12 %、また、零磁場においても6 %程度のスピン注入信号を得ることができ、零磁場における高効率スピン注入に成功した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 半導体、強磁性体、複合構造、スピン注入

【研究 題 目】 高度に機能化された液晶半導体に向けた新規な金属錯体液晶に関する研究

【研究代表者】 清水 洋 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 清水 洋、ネケルソン ファビアン  
(常勤職員1名、他1名)

【研究 内 容】

ユビキタス社会を中心とした機動性を持つ軽量フレキシブルデバイスの研究開発が益々活況を呈している現在、有機半導体、導電性高分子が注目されている。最近では一部の液晶材料が性能の良い有機半導体として振る舞うことが判明、デバイス製造行程にマッチしうる新規な材料として注目を浴びている。本研究では溶媒可溶性に富

み、大きな $\pi$ 電子共役系を持つフタロシアニン金属錯体液晶に対して、 $\pi$ 電子共役系の積層カラム構造の化学的制御によって電荷移動度の高速化及びそれに伴う高電気伝導性の獲得を狙った研究を行う。

平成19年度(最終年度)は、昨年度に合成した溶媒可溶性に富み大きな  $p$  電子共役系を持つ2,3,6,7,10,11,14,15位に長鎖チオアルキル基を有するジヒドロキソフタロシアニンケイ素錯体の飛行時間計測 (Time-of-Flight) 法による電荷移動度の計測のまとめを行うとともにその脱水縮合2量体の合成及び液晶性を解明した。その結果、いずれも電荷輸送に好ましいカラムナ相の発現が認められ、初期的な測定による電荷移動度はその相に典型的なものであった。このこととフタロシアニン環がスタックした高分子における電荷移動度との比較から単量体や2量体よりも長い積層秩序の重要性が示唆されるとともに動的状態の制御に関する知見の重要性が抽出された。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 有機エレクトロニクス、液晶性半導体、電荷輸送

【研究 題 目】 ブロック共重合体と超臨界二酸化炭素によるナノ多孔体創製

【研究代表者】 横山 英明(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 横山 英明、Lei Li  
(常勤職員1名、他1名)

【研究 内 容】

複数のポリマー種から構成されるブロックコポリマーは、その分子のオーダーで相分離を起こし、ナノオーダーの規則構造を自己組織的に構成する。我々は、ナノメートルサイズで相分離したブロックコポリマーをテンプレートとして利用することに加えて、超臨界二酸化炭素を利用した選択的な発泡を利用することで、ナノ多孔体が容易に作成できることを見出している。本年度は、孔の形状を球状の空孔のみならず、チャンネル状、あるいは共連続構造にすることが出来ることが確認された。これらの構造は、フィルター等の応用の用途が広がることになる。さらに、多孔体材料を作成する条件は、超臨界流体内での膨潤状態に起因しているため、ブロックコポリマーの膨潤状態の研究を行い、連続孔を含む様々な構造の発現を確認した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】 ナノ多孔体、ブロックコポリマー、テンプレート

【研究 題 目】 ブロック共重合体と超臨界二酸化炭素・共溶媒によるナノ多孔体創製

【研究代表者】 横山 英明(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 横山 英明、Rui Zhang  
(常勤職員1名、他1名)



## 〔研究内容〕

複数のポリマー種から構成されるブロックコポリマーは、その分子のオーダーで相分離を起こし、ナノオーダーの規則構造を自己組織的に構成する。我々は、ナノメートルサイズで相分離したブロックコポリマーをテンプレートとして利用することに加えて、超臨界二酸化炭素を利用した選択的な発泡を利用することで、ナノ多孔体が容易に作成できることを見出している。本研究では、超臨界二酸化炭素と溶媒の混合系を利用することにより発泡を形成する研究を行っている。二酸化炭素の圧力を変えることにより、用意に混合比が変化するため、ブロックコポリマーの溶解性を容易に変化させることが可能であることがわかった。これにより、フッ素系のポリマー以外でも発泡を導入できることを示した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・製造・材料

〔キーワード〕 ナノ多孔体、ブロックコポリマー、テンプレート、共溶媒

〔研究題目〕 細胞接着因子及び遺伝子担持アパタイト層による、骨形成を促進する骨補填剤の開発

〔研究代表者〕 大矢根 綾子（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕 Zhang Wei（常勤職員1名、他1名）

## 〔研究内容〕

目標：

本研究の最終目標は、高分子材料表面に細胞接着因子及び遺伝子担持アパタイト層を形成させることにより、骨欠損部において周囲の骨形成を促進し、周囲の骨と直接結合して一体化する骨補填材を開発するための基礎的指針を明らかにすることである。

研究計画：

本年度は、研究に必要な基盤技術（プラスミド調整技術、細胞接着因子及び遺伝子担持アパタイト層の形成技術、得られた材料の表面構造評価技術、得られた材料の *in vitro* 評価技術）を習得し、次年度以降の研究準備を行う。

年度進捗状況：

今年度の進捗状況は以下の通りである。

- ・ルシフェラーゼの cDNA を含むプラスミドを調整し、reporter gene としての性能確認を行った。
- ・溶融・プレス成型によってエチレンービニルアルコール共重合体（EVOH）の平板状基板を作製し、同基板の表面全面にアパタイト層、及び細胞接着因子及び遺伝子担持アパタイト層を形成させるための処理条件を確認した。
- ・前項で得られた試料表面において CHO-K1細胞を3日間培養し、同細胞への遺伝子導入効率をルシフェラーゼ活性により評価した。細胞接着因子及び遺伝子担持アパタイト層表面における遺伝子導入効率が、

アパタイト層表面における遺伝子導入効率よりも有意に高いことを示し、本遺伝子導入システムの再現性を確認した。

- ・細胞接着因子の製品ロットによる遺伝子導入効率の違いを調べ、最も高い遺伝子導入効率の得られる細胞接着因子の製品ロットを選定した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

〔キーワード〕 アパタイト、接着因子、遺伝子、遺伝子導入、骨補填材

〔研究題目〕 電子と光子を用いたメゾスコピック構造計測技術の開発に関する研究

〔研究代表者〕 中山 景次（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕 中山 景次、アレキサンダー・ガチェンコ（常勤職員1名、他1名）

## 〔研究内容〕

本研究においては、絶縁体、半導体、導体の様々な固体に対し、種々の欠陥を含有する複雑なメゾスコピック界面構造計測技術を開発する研究を行っている。絶縁体として LiF、NaCl、KCl、MgO などの結晶を、半導体としては Si、GaAs などの結晶を、また、導体としては Ti、Al などの各種金属を用いた。欠陥形態としては、1) 超高真空中にてダイヤモンド圧子でスクラッチする、2) 大気中にてダイヤモンド圧子でスクラッチする、3) 真空中にて各種エネルギーを有する電子を衝撃させる、の三種類のプロセスで生成したものを対象とした。これらの試料の内部欠陥を熱刺激電子放出計測法を用いて行った。その結果、計測した絶縁体、半導体、金属のすべての試験片に対して、スクラッチ固体面と電子衝撃面の両者の TSEE のグローカーブにおいてほぼ同じ温度領域に主ピークが発生した。このことは、絶縁体、半導体、金属のすべての固体内部にトライボロジープロセスと電子衝撃において類似の欠陥が発生していることを意味する。一方、この主ピークの高さ、及び面積はトライボロジー損傷面と電子衝撃面の両面において絶縁体>半導体>金属の順に低下した。本研究によりトライボロジー損傷を包含するメゾスコピック欠陥構造を熱刺激電子放出法を用いて計測するための新手法開発の基礎が得られたと考える。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 熱刺激電子放出、メゾスコピック欠陥構造、トライボロジー欠陥、電子照射欠陥、絶縁体、半導体、導体

〔研究題目〕 高性能ナノコンポジット希土類永久磁石薄膜の開発

〔研究代表者〕 秋永 広幸（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕 ZHANG Wenyong（他1名）

## 〔研究内容〕

目標：

当研究課題では、希土類永久磁石や希土類・遷移金属・貴金属元素を含む強磁性体のナノ構造を制御することによって、高性能ナノコンポジット強磁性薄膜の実現を目標に研究開発を行っている。より具体的には、第一候補として Pr-Fe-B/Fe 系ナノコンポジット薄膜を選択し、そのナノ構造を制御することによって磁気異方性を高め、目標の達成を目指すこととした。また、永久磁石を薄膜化することによってナノ構造を制御しやすくし、そしてそのナノ構造を制御することによって希土類ナノコンポジット永久磁石の持つ潜在的な能力を最大限に高めることを目指し、部材の究極の性能を引き出すためのナノ構造機能相関を明らかにするという新しい手法を試みる。

進捗状況：

平成19年10月に、当研究はスタートした。平成19年度は、当初研究計画に従って Pr-Fe-B/Fe 系ナノコンポジット薄膜をするためのスパッタ成膜技術の開発を行った。世の中に存在しない組成域でのターゲット形成であったが、スパッタ成膜を可能とするターゲットを銅のバックリングプレート上に作製することが出来た。続いて、実際の成膜を、成膜中ガス圧や基板の温度を変えて行った。その結果、極めて平坦な Pr-Fe-B 系薄膜を作製することが出来る成膜条件を見出すことに成功し、さらには、基板温度を制御することによって、膜のナノメートル領域での組織が変わることを明らかにした。さらに、そのナノ組織構造や基板との界面の状況に応じて、Pr-Fe-B 系薄膜の磁気異方性や磁気的な硬さが変わることを磁化測定及び磁気力プローブ顕微鏡観察にて明らかにした。これらの成果については、現在、学術雑誌に投稿するための準備を進めているところである。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 希土類永久磁石、ナノコンポジット薄膜

〔研究題目〕 糖鎖を用いた、食中毒菌の生産する有害タンパク質の高感度検知法の開発

〔研究代表者〕 鵜沢 浩隆(バイオニクス研究センター)

〔研究担当者〕 鵜沢 浩隆、S. Roy  
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

昨年度までに、ベンジル基、アセチル基などで適切に保護し、末端のシアル酸がグリコリル化した特徴的な3糖(Neu5Gcα2→3Gal β 1→4Glc β 1→spacer-N<sub>3</sub>)の完全保護体の合成を達成している。本年度は、このグリコリル化シアル酸含有3糖の脱保護を試みた。すなわち、この完全保護体について、NaOMe/MeOH による脱アセチル化、水酸化ナトリウムによるメチルエステルの加水分解、水素雰囲気下水酸化パラジウムによる接触還元(脱ベンジル化とアジド基のアミノ基への還元)を経て完全脱保護を行い、フリーの Neu5Gcα2→3Gal β 1→4Glcβ1

→spacer-NH<sub>2</sub>を約60%の収率で得た。この脱保護体には異性体の β 2→3糖が混入しているので、シリカゲルカラムで精製して副生成物を除去し、目的の3糖を得ることができた。その後、DMF 中、トリエチルアミンの存在下、コハク酸イミドで活性化したりボ酸と1時間反応させ、還元末端側のスパーサーにアンカーを導入した望みの3糖誘導体へ高収率(90%)で変換した。

同様に、この3糖のグリコリル基が N-アセチル基で置換された Neu5Aca2→3Gal β 1→4Glc β 1→spacer-NH<sub>2</sub>も別途合成した。すなわち、適当なアルキルスパーサーを還元末端側に有し、2,2',3,6,6' 位がベンジル基で保護した2糖 LacNAc-spacer-N<sub>3</sub>誘導体を合成した。この2糖をアクセプターに用い、シアル酸メチルチオグリコシド体をドナーに用いて NIS/TfOH の存在下でグリコシル化を行い、65%の収率で完全保護した3糖誘導体に変換した。グリコリル体と同様にして脱保護を行い、望みの完全脱保護体、Neu5Aca2→3Gal β 1→4Glc β 1→spacer-NH<sub>2</sub>を75%の収率で得た。グリコリル化3糖と同様に、還元末端側のスパーサー部位のアミノ基にリボ酸を91%の収率で導入した。これらの糖誘導体は、金基板表面に固定化して糖鎖被覆チップを作製した。標準タンパク質であるヘマグルチニンを用い、バイオセンサーに表面プラズモン共鳴(SPR)を使用して、当該蛋白質と合成した糖鎖との相互作用を解析し、ヘマグルチニンが結合したことを確認した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖鎖合成、中間体、グリコリル化シアル酸

〔研究題目〕 水添加による水素の燃焼・爆発反応の抑制効果

〔研究代表者〕 角舘 洋三(環境管理技術研究部門(爆発安全研究コア))

〔研究担当者〕 金 東俊(他1名)

〔研究内容〕

水蒸気が存在する場合の水素・空気混合気の燃焼挙動への影響を、極細熱電対を用いた火焰伝搬速度の測定と、圧力トランスデューサを用いた爆風圧力の測定結果の詳細な解析を行い、火炎伝播速度、爆風圧、爆風インパルスとも有意に小さくなる傾向があることを確認した。また、素反応等を考慮した考察により、高湿度状態の場合に計算で得られた層流燃焼速度の減少は、火炎伝搬速度の挙動と一致しており、また爆風ピーク圧力、インパルスの低下も火炎伝搬速度の低下から予想される値と矛盾しないことが示された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 水素、水、湿度、爆発、燃焼、火炎伝搬速度、爆風

〔研究題目〕 新しい多孔質金属錯体による高性能水素

## 貯蔵材料の研究

〔研究代表者〕 徐 強(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 徐 強、董 宝霞(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

水素エネルギー社会の構築には、高効率水素貯蔵技術の確立が必要不可欠である。これまで、水素吸蔵合金、ケミカルハイドライド等各種水素貯蔵材料が検討されてきたが、重量・体積当たりの水素密度が低いこと、リサイクル性、反応速度、分離・回収技術等様々な問題が存在し、これら諸問題を克服するブレークスルーが期待されている。本研究では、細孔制御しやすく、水素等の小分子を吸蔵できる可能性が高い多孔質金属錯体高分子の持つ優れた性質に着目し、高性能可逆の水素貯蔵技術の確立を目的としている。銅、銀、亜鉛、コバルト、カドミウム、モリブデンなどの金属塩と配位子である1,3,5-tris(imidazol-1-ylmethyl)-2,4,6-trimethylbenzene, 3,5-pyrazoledicarboxylic acid, 3,4-dihydroxy-3-cyclobutene-1,2-dione, 1,4-phenylenediacrylic acid などを出発物として用いて、各種溶媒、反応温度・圧力条件下で、一連の新規金属錯体を合成した。単結晶 X 線構造解析を行い、結晶構造を明らかにした。結晶構造解析に加え、これらの錯体について各種分光法による解析を行い、熱安定性などについての評価を行った。ゲスト分子の脱離や、ガス吸着特性について検討を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 エネルギー、水素、水素貯蔵

〔研究題目〕 新しい水素貯蔵材料の研究

〔研究代表者〕 徐 強(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 徐 強、張 新波(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、新しい試みとして、前周期軽元素水素化合物を有望な化学的(非吸着系)水素貯蔵材料として取り上げ、高性能可逆の水素貯蔵技術の確立を目的とする。

前周期軽元素主体水素化合物は、高い水素密度を持ち、高性能可逆の水素貯蔵材料としての可能性が高い。

これまで、可逆的に水素を吸収・放出できる材料は周期表の第1周期から第15周期までの元素に限られていたが、本研究は、前周期軽元素であるナトリウムの酸化物の可逆的水素吸収・放出により、可逆的水素貯蔵材料を第16周期元素に広げた。2水素結合という新しいコンセプトに基づき、酸化ナトリウムの可逆的水素吸収・放出特性を明らかにすると共に、水素解離・吸収反応の反応機構や熱力学関数を第一原理計算及び理論化学計算手法を用いて解明した。水素分子が Na と O の架橋サイトに吸着した場合エネルギー的に最も安定であり、Na に結合した部分的に負電荷を持つ水素 ( $H^{\delta-}$ ) と NaO に結合した部分的に正電荷を持つ水素 ( $H^{\delta+}$ ) との間に2水素結合  $Na-H^{\delta-}\cdots H^{\delta+}-ONa$  (Dihydrogen bonding) が形成することが明らかになった。この2水素結合は、 $Na_2+H_2$

→  $NaH+NaOH$  の進行に有利に働き、反応中間体として水素の解離、吸収過程に重要な役割を果たすことを明らかにした。 $Na_2O$ ,  $NaH$ ,  $NaOH$  や  $H_2$  を含む  $Na-O-H$  系材料の格子ダイナミックスは興味深い。計算プログラム PHONON を用いてこれらの材料の格子振動特性を調べた。熱容量、振動エンタルピーやエントロピー及び自由エネルギーなどの各種熱力学関数を求めた。特に、これら熱力学関数を水素放出過程  $NaH+NaOH \rightarrow Na_2O+H_2$  に用いた。計算の結果、脱水素化過程  $NaH+NaOH \rightarrow H_2+Na_2O$  は528 K に起こると予測され、実験結果に近い値を示した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 エネルギー、水素、水素貯蔵

〔研究題目〕 エネルギーデバイス用固体電解質材料の構造・導電メカニズムに関する研究

〔研究代表者〕 蔭山 博之(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕 Frank Uwe Renner (他1名)

〔研究内容〕

本研究では、リチウム二次電池の特性に大きな影響を及ぼすと考えられる電解質層(リチウムイオン導電性の固体電解質材料層)と電極材料との界面のモデルとして、電解質/電極材料の積層膜を取り上げ、高輝度放射光などの透過力の大きなビームを用いた「埋もれた」界面のナノメートルオーダーの領域における結晶構造の解析を試み、電池の特性に影響する電解質/電極材料界面におけるイオン導電性を支配する構造因子など、導電メカニズムを明らかにすることを目標とした。

先ず、高輝度放射光を用いた表面 X 線回折による「埋もれた」界面のナノメートルオーダーの領域における結晶構造の解析のために、従来、水溶液/固体系で使われてきた表面 X 線回折用セルをリチウム電池用の非水溶媒系用に改造して、Ar 気流中での予備実験を行った。その結果に基づき、高輝度光科学研究センター (SPRING-8) のビームライン BL13XU において、電解質/リチウム電極材料(炭素負極、金属被覆炭素負極、金負極)界面の表面 X 線回折に関する共同利用実験を行い、特にリチウム金負極材料(金薄膜、金ナノ粒子、金単結晶など)の電解質との界面で起こる電気化学反応に関して新しい知見を得ることができた。昨年度、欧州放射光施設 (The European Synchrotron Radiation Facility, ESRF) で得られたデータ、および今年度、SPRING-8 で得られたデータを解析して、Electrochimica Acta 誌に投稿した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 結晶構造解析、表面回折、イオン導電体、ナノ材料、電気・電子材料

〔研究題目〕 新しい多孔質金属錯体の水素貯蔵材料と



## としての研究

【研究代表者】 徐 強(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 徐 強、杜 森(常勤職員1名、他1名)

### 【研究内容】

本研究では、細孔制御しやすく、水素等の小分子を吸蔵できる可能性が高い多孔質金属錯体高分子の持つ優れた性質に着目し、高性能可逆的水素貯蔵技術の確立を目的としている。6-イソキノリンカルボン酸( $L^2$ )配位子を用いて、水素などの気体貯蔵性能を有する新規多孔性錯体高分子の設計と構築を試みた。水系溶媒中において、一連の低次元配位種のみが形成され、これは、金属センター周囲の配位サイトが水分子によって占有されたものと考えられる。この知見に基づき、水系溶媒を DMF に変え、硝酸銅と( $HL^2$ )との反応により、新規層状錯体高分子 $[\{Cu(L^2)_2\} \cdot (DMF)_2]_n$ の構築に成功した。本錯体は $[Cu_2(COO)_4]$  2次構造基本単位は架橋配位子  $L^2$ によって連結され、末端配位子を両側に持つ層状フレームワークを形成する。さらに、このような配位層は末端配位子の層間芳香性スタッキング効果により集積し、 $[001]$ 、 $[011]$ 、と $[0\bar{1}1]$ 方向に1次元チャンネルを持つ3次元多孔質結晶を形成する。BET 表面積は $33.2 \text{ m}^2/\text{g}$ であり、恒久多孔性を示す。本多孔質錯体は水素貯蔵材料としての可能性を持つ。また、2-メルカプトニコチン酸( $HL^3$ )( $HL^3$ )と硝酸銅(II)を DMF/メタノール中で反応させると、新規な6核錯体 $[Cu(L^4)]_6 \cdot (H_2O)_2$ が形成される。この反応において、陰イオン性配位子、2-チオレート- $N,N'$ -ジメチルニコチンアミド配位子、の *in situ* 形成と銅(II)から銅(I)への還元が観測された。単結晶 X 線構造解析の結果、本錯体においては、それぞれの銅(I)センターは3つの独立した  $L^4$ 配位子からの2つのチオレートと1つのピリジル配位子によって三角形を形成する。結果として、6つの  $Cu^I$  イオンは6つの $\mu_3$ - $L^4$ の架橋によって6核のクラスターを形成する。これらの錯体についてガス吸着特性について検討を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 エネルギー、水素、水素貯蔵

### 【研究題目】 希ガスマトリックス中での金属と小分子との反応の研究・金属単原子からクラスターへ

【研究代表者】 徐 強(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 徐 強、江 凌(常勤職員1名、他1名)

### 【研究内容】

金属と小分子との反応に関する研究は、新規化学種(反応中間体)の発見や(触媒)反応機構解明に重要な意味を持つ。本研究では、マトリックス単離赤外分光法を用いることにより、一連の金属及び金属クラスターと小分子との反応を解明することを目的としている。本年度では、主な研究成果として、一酸化炭素(CO)と3d 金属2量体との反応、後周期ランタノイド2量体上での一酸化炭素の活性化、及びランタノイド元素と二酸化炭素

( $CO_2$ )との反応について系統的な研究を行い、新規化学種の構造や電子状態を明らかにするとともに、反応機構を解明した。一酸化炭素と3d 金属2量体との反応について、6種類の異なる交換-相関密度関数を用いて系統的に研究を行った。周期表の左から右へ行くにつれて、3d 金属2量体と CO との結合は side-on から、bridging を経由して、terminal へと変化する。Sc と Ti において、金属-酸素結合が形成されることを強く示唆された。 $M_2CO$  ( $M = Sc-Zn$ )の基底状態では、周期表の左から右へ行くにつれて、C-O 伸縮振動は増加し、結合エネルギーが減少することがわかった。Tm と Yb に関しては、一酸化炭素との反応生成物が観測されなかったが、Tb, Dy, Ho, Er, Lu については、一連の新規分子 $Ln_2[\eta^2(\mu_2-C, O)]_x$  ( $Ln = Tb, Dy, Ho, Er, Lu; x = 1, 2$ )が形成されることがわかった。これらの新規2核金属クラスターカルボニル分子では、C-O 伸縮振動は $1100 \text{ to } 1300 \text{ cm}^{-1}$ 領域に現れ、気相 CO のそれ ( $2143.5 \text{ cm}^{-1}$ )より遥かに低く、C-O 結合が活性化されたことを示す。密度汎関数法による理論計算を行った結果、これらの新規分子  $Ln_2[\eta^2(\mu_2-C, O)]_x$ は、平面構造をとる事が予測され、side-on 構造をとることが示された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 エネルギー、水素、水素貯蔵

### 【研究題目】 新規水素貯蔵材料の研究

【研究代表者】 徐 強(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 徐 強、鄢 俊敏(常勤職員1名、他1名)

### 【研究内容】

来る水素エネルギー社会を支えるキーテクノロジーとして、高効率水素貯蔵・発生技術の確立が求められている。特に、ポータブル水素発生システムが携帯電話やパーソナルコンピューターなどの燃料電池電源の燃料として多様なニーズに対応できるため、安全、便利、確実な水素発生システムの確立が強く求められている。本研究では各種金属化合物を出発原料として用いて探索した結果、卑金属のナノ粒子がアンモニアボランの加水分解反応に高い触媒活性を示すことを見出した。本発見の注目すべき特徴は、*in situ* 法によって生成したアモルファス金属ナノ粒子は白金などの貴金属系触媒に匹敵する高い活性を示すことである。本アモルファス金属ナノ粒子触媒を用いることにより、水素発生量はアンモニアボランに対して19重量%以上に達している。卑金属の触媒は、同反応に有効であることを発見したことは、本ポータブル水素発生システムの低コスト化と高効率化に可能性を見出し、実用化の可能性を高めた。本システムは、強アルカリによる溶液の安定化が必要という弱点を持つ既知のナトリウムボロハイドライドの加水分解による水素発生システムと比べ、溶液が中性であるという大きなメリットを持つ。同反応は、新しい、安全、便利なポータブ

ル燃料電池用水素発生方法として、高い可能性を持っている。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 エネルギー、水素、水素貯蔵

【研究 題 目】 低機能デバイスへ実装可能な実用的ポスト量子公開鍵暗号方式に関する研究

【研究代表者】 古原 和邦（情報セキュリティ研究センター）

【研究担当者】 古原 和邦、崔 洋  
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

公開鍵暗号は情報セキュリティの基盤を構成する上で欠かせない技術であり、データの秘匿だけでなく、個人に秘密鍵を割り当てることによるデジタル署名や安全な鍵交換など、幅広い用途で利用されている。しかし、RSAや楕円曲線暗号など現在広く普及している公開鍵暗号では処理の重い計算が要求されるため、低機能デバイスでの導入を難しくしている。さらに、Shorの量子アルゴリズムに対する脆弱性も発見され、素因数分解問題や離散対数問題のみに頼る既存の公開鍵暗号基盤で長期的な安全性を確保することに限界が生じ始めている。そこで、本テーマでは、それらの問題とは独立である符号理論の難問に依存し、かつ、計算量の少ない新たな公開鍵暗号方式、デジタル署名方式、認証鍵共有方式などに関する研究開発を実施している。本年度は、排他的論理和のみで暗号化が行える公開鍵暗号方式をRFIDなどの低機能デバイスに適用するための検討を行い以下のような成果が得られた。1)符号理論に基づく公開鍵暗号方式をベースに、安全かつ処理の軽い認証付鍵共有方式を構築した。2)1)に対する攻撃モデルや安全性のモデルを構築し、それらの合理性を示した。3)2)で求めた厳密に定義された攻撃モデルにおいて、攻撃耐性の評価や計算量の見積もりを行った。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 低機能デバイス、ポスト量子、公開鍵暗号方式、RFID、認証

【研究 題 目】 汎用的結合可能性を持つ高機能な公開鍵暗号とその量子的な拡張

【研究代表者】 渡邊 創（情報セキュリティ研究センター）

【研究担当者】 渡邊 創、アッタラパドゥン ナッタポン（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

本研究の目的は、今後、来るユビキタス時代においても、高い安全性を持つ高機能的な暗号方式を提案することである。具体的に「汎用的結合可能性を持つ高機能な公開鍵暗号」を提案することにある。結果としては、次のように述べられる。

- 1.「放送型暗号」と「追跡可能機能」の組み合わせ方式を提案し、その安全性を理論的に証明した。この提案方式の応用例の一つとして、次世代 DVD システムのコンテンツ保護が考えられる。具体的には、ある次世代 DVD 再生の際に使用される秘密鍵が漏洩し、新しいパイレーツデコーダー（海賊版再生機）がその鍵を用いて作られた状況においても、もし、このパイレーツデコーダーが一つでも発見されれば、「追跡可能機能」によってどの鍵から作られたかを判断することができ、「放送型暗号」の機能でその鍵を無効化することが可能となる。このような研究は近年さまざまな研究者によって提案されているが、今回の提案方式が理論的にもっとも効率の良いものとなっている（平成20年5月現在）。この結果は ICALP2007で発表を行った。
- 2.「放送型暗号」と「属性に基づく公開鍵暗号」を組み合わせた方式である「Broadcast-Conjunctive Attribute-based Encryption」の概念と理論的な安全性を定義し、具体的な構成方法を提案し、その構成方法の安全性も理論的に証明した。「属性に基づく公開鍵暗号」は属性情報による柔軟なアクセス制限を定義できる公開鍵暗号で、暗号化された共有データベースや、柔軟なアクセス制御機構をもつコンテンツ配信など、幅広い応用が考えられる。しかしこれまでは、本プリミティブにおいて漏洩した鍵を無効化できる技術が提案されていなかった。今回の提案方式はまさにこの問題を解決する技術である。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 高機能な公開鍵暗号、放送型暗号、著作権保護

【研究 題 目】 経皮デバイスの軟組織接着を向上させるためのセメント質様構造表面層の形成

【研究代表者】 伊藤 敦夫（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 王 秀鵬、十河 友  
（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

人工歯根、創外骨折固定具、人工心臓用送電ケーブル、カテーテル、透析用留置針、静脈留置針など、皮膚を貫通して機能する経皮デバイスについて、長期安定安全使用のための技術開発が要求されている。本研究の目的は、経皮デバイス表面に、皮膚や上皮組織の再生を促すための人工セメント質様の構造を構築し、経皮デバイスの抗感染能を向上させることである。

本年度は、過飽和溶液浸漬によるシグナル分子担持に有利且つ生体適合性のアパタイト及びバイオガラスの表面層形成を試みた。アパタイト層形成の基材には創外骨折固定具用材料として使用される陽極酸化チタンを選択した。低コンタミネーションリスク及びエンドトキシンフリーである医療用輸液を混合して得られるリン酸カルシウム過飽和溶液への浸漬により、低結晶質アパタイト

層が一樣かつ均一に基材表面を被覆可能であることが分かった。一方、バイオガラス層形成には汎用性の高い純チタンからなる板状基材を使用し、メソポーラスな層形成に成功した。これらの手法を用いた基材表面処理は前処理の手法として有効と考えられた。

低結晶質アパタイト層で被覆した陽極酸化チタンに、医療用輸液混合により作成したリン酸カルシウム過飽和溶液を使用して FGF-2 を担持させる温度条件について検討した。FGF-2 の担持量は処理温度を低くすると減少するが、FGF-2 の失活リスクが低い 15 °C 及び 20 °C でも 0.2 µg/cm<sup>2</sup> 程度担持可能であることが明らかとなった。また、同基材の層中に固定された FGF-2 の細胞増殖活性は、他の処理温度で処理した基材に比べて有意に高かった。つまり、同手法で FGF-2 を基材に担持させる場合、処理温度を 15～20 °C とすることにより基材自体の生体活性が極大となることが結論付けられた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 経皮デバイス、抗感染、リン酸カルシウム、シグナル分子

【研究 題 目】 超短波帯の電磁波による生体内非侵襲計測技術の開発と生活支援への応用

【研究代表者】 稗田 一郎（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 KiChang Nam（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

高度な医療福祉機器は、人類の医療・福祉に大きく貢献してきたが、増大する医療・福祉の費用は財政的な重荷にもなっている。また、高度な機器の恩恵を受けにくい国々も多い。そこで、研究代表者のグループでは、人類に広く貢献しうる、簡便で安全な医療福祉技術の研究開発を続けている。

現在、電磁波による生体内非侵襲計測技術の研究に注力している。この技術は微弱な電磁波が、水など誘電率の高い物質の影響を受けて、信号強度が変化する現象を利用して、生体内の誘電率分布の計測を行うものである。測定用アンテナの最適化、計算機シミュレーション等を行って、実用装置開発に道筋をつけるのが本プロジェクトの目的である。

本年度は、測定できる解像度の限界を求めるための実験、および、数値シミュレーションを行った。

実験では直径が 10～50 mm の 5 種類のループアンテナを使用して、内径が 4～60 mm の 13 種類の円筒形水槽に水を満たして測定した。水は、内臓などの生体組織と同等の誘電率を持つため、生体の組織を模すために使用している。測定周波数は 5～105 MHz とした。多数の組み合わせの測定から得られたデータを分析した結果、直接測定可能な最小径は 26 mm であるが、それ以下の内径でもデータ処理によって読み取れる可能性が示された。

数値シミュレーションは、FDTD (Finite-Domain Time-Domain) 法と呼ばれる方法を用いた。前年度の実

験・検討結果をふまえて、条件を設定したところ、実験結果とよく一致する結果が得られた。

今後は、シミュレーションを活用して、実用を目指した研究・開発に展開していく予定である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 電磁波、誘電率分布、数値シミュレーション

【研究 題 目】 超音波キャビテーション気泡の動的挙動解析とバイオ系新材料創製への展開

【研究代表者】 飯田 康夫（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 飯田 康夫、Judy Lee  
（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

ソノケミストリーにおいてはキャビテーション気泡の集団的挙動の理解が重要である。平成 19 年度は活性気泡から発生する微弱光（ソノルミネッセンス、SL）の強度や空間分布が超音波照射方法や界面活性剤添加、溶存ガス量によりどのように変化するかを確認した。超音波の周波数としては 50 kHz、200 kHz、450 kHz、750 kHz、2 MHz において実験を行い、200 から 450 kHz においてももっとも明るい SL が観測された。溶存ガス種としてはアルゴン、酸素、窒素、水素、二酸化炭素について検討し、記載の順序で SL 強度が低下した。また、界面活性剤であるドデシル硫酸ナトリウムは SL 強度を大きく変化した。溶存ガス量を飽和濃度の半分にすること、1 mM 程度のドデシル硫酸ナトリウムの添加、あるいはパルスモードでの超音波照射により反応容器内の SL 空間分布が均一化することを見出した。

これらは微細気泡の合一が阻害される条件と一致しており、キャビテーション気泡の空間分布が気泡間の相互作用により大きく影響されていることを示している。ハイドロホンによる音圧測定からは、気泡の合一により生じた大きな脱気気泡により音波が減衰散乱していることが示唆され、気泡の合一・分裂が気泡空間構造の形成に影響すると同時に、音場分布自体も変化させており、気泡分布と音場が互いに影響することによって空間構造が形成されていることが理解された。一方、応用的研究においては、アルブミンやリゾチームなどのタンパク質水溶液を加熱しながら超音波照射することにより数ミクロンの大きさのマイクロバブルを作製することが可能であることを確認した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超音波、ソノルミネッセンス、キャビテーション、マイクロバブル

【研究 題 目】 パーソナルヘルスケア安心安全用フェムトグラム感度ピエゾ振動子の研究開発

【研究代表者】 前田 龍太郎（先進製造プロセス研究部門）



【研究担当者】前田 龍太郎、Lu Jian  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

におい分子の計測によるヘルスケアシステムの開発を目指し、フェムトグラムオーダー検出感度を有する高感度振動型 MEMS センサの開発を行っている。この振動型センサにおいては、振動子に分子が吸着するとその振動数が増加することを利用して、吸着分子の質量を計測するが、本研究では、特にセンサ感度を決定する機械的 Q 値を向上させるセンサ構造について検討を行った。

平成19年度は、圧電素子で励振を行い、ピエゾ電流を計測することにより、におい分子をセンシングするカンチレバー型マイクロセンサチップを試作した。振動子の Q 値を低下させる要因としては、振動中の空気によるダンピング、支持部分からのエネルギー損失（サポートロス）、内部摩擦に基づく損失、各材料層の界面での損失等々であるが、空気によるダンピングは大気圧に近づくほど大きくなる一方、デバイスが小さくなるとエアダンピングやサポートロスは小さくなり、内部摩擦等は大きくなることを確認した。また圧電薄膜等で複合化された構造では、界面でのロスがエアダンピングと同程度になることが判明した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】超高感度質量センサ、マイクロ振動子、マイクロカンチレバー、機械的 Q 値、圧電薄膜

【研究題目】回転する金型に金属板を押し付けて形成するスピニング加工をロボットにより行う際に、発生する振動を抑制する制御を研究し、軽量なロボットによる大きいサイズの加工を実現する。

【研究代表者】荒井 裕彦（知能システム研究部門）

【研究担当者】Abdullah Ozer  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、回転する金型に金属板を押し付けて成形するスピニング加工をロボットにより行う際に、発生する振動を抑制する制御方法を研究し、軽量なロボットによる大サイズの製品の加工を実現することを目指す。

スピニング加工では従来 XY ステージ型の直線機構によってローラ工具を駆動しているが、これをより動作範囲の大きなアーム型のロボットに置き換えても実用的な加工が可能かどうかを明らかにする。アーム型のロボットは XY ステージ型と比較して剛性が低く加工の際に振動が生じやすい。そこで、振動抑制制御によりローラ先端の振動を低く抑えながら加工を行う方法を試みる。

本年度はアーム型ロボットを用いてスピニング加工を行うための実験環境を整え、予備実験を行った。6軸のロボットアーム（三菱重工 PA-10-6C）を用い、スピニ

ング加工用のローラ工具を設計試作し、ロボットアームの先端に装着した。ローラ工具先端の加工力を検出する6軸力覚センサをロボット手首部に設けた。また簡単な円錐形状の金型を作成し、簡易旋盤で回転させた。本ロボットアームは制御用パソコンから ARCNET 経由で位置制御・速度制御及びトルク制御が可能である。上記の装置構成を用いてスピニング加工を行うための基本プログラムを C 言語により開発した。予備実験においてローラ工具における加工力の変動やロボット各関節の振動などのデータをリアルタイムで収集するためのソフトウェアを作成し、動作を確認した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】スピニング加工、ロボット、振動制御

【研究題目】環境知能と空間機能を用いた人間志向の共生ロボットシステムのデザインと制御

【研究代表者】大場 光太郎（知能システム研究部門）

【研究担当者】Jae Hoon LEE（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究は環境に組み込まれたユビキタス・ロボットシステムにおいて、ロボットが人間と共生するために人間生活を理解し、人間に有用なサービスを与える共生ロボットシステムの設計と制御を行うものである。

従来のロボット工学では、制限された空間において、高速・高精密な作業を行うことを目的としたものであるが、人間の生活空間に溶け込み、人間の様々な活動を手伝うことが出来るロボットを実現することを目指としてある。このような機能を実現するためには、様々な作業能力を持っている一台のロボットだけでは実現不可能であると考えられる。人間の生活空間に組み込まれたセンサ、コンピュータ、アクチュエータ機能と、それぞれを接続する通信技術、ミドルウェア技術を用いて構築されたスマート環境と、さらにはロボット agent によってサービスの対象である人間を統合的に考えることが必要不可欠である。

従って、本研究は、先ずロボット agent が人間に対応するため生活環境に存在する人間の行動を環境側から効率的に認識するシステムとアルゴリズムを開発した。複数のセンサを用いて人間の行動を感知し、取得したデータをネットワークによって環境側にあるコンピュータに統合するスマート環境のフレームワークを開発した。開発した手法は人間のモーションを考慮した運動モデルを利用し、環境に分散されたセンサを統合的に活用するため効率的にモニタリングすることが可能である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】共生ロボット、空間機能、認識

【研究題目】人間型ロボットの円滑な動作実行手法の研究

【研究代表者】横井 一仁（知能システム研究部門）

【研究担当者】Samer Mohammed

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

人間型ロボットは、人に類似した機能・形状を有するため、人が行っている様々な作業を代替することが求められている。近年、人間型ロボットは、いくつかの作業を実行するにいたってきたが、まだ、基本動作をシーケンシャルに実行するレベルにとどまっている。例えば、机の上の缶を取るという作業の実行を考えると、「缶を見つけて→机の傍まで歩いて→手を伸ばして缶を取る」といった具合に基本動作を組み合わせて作業を実行している。ここで、矢印で表された部分で基本動作は分断されており、このことが、作業の断続性をもたらしており、また作業の実行に時間を要する原因となっている。この作業を「机の方に歩きながら缶を見つけて手を伸ばして缶を取る」といった具合に、複数の基本動作を滑らかに連続実行・並列実行することにより、目標作業を円滑に行う人間型ロボットのための動作実行手法を確立することを目的とする。

平成19年度は、昨年度に引き続き、作業空間での拘束運動とロボット自体の姿勢の制御を同時に行うことのできる動作制御アルゴリズムを、昨年度開発した人間型ロボットの上半身と両腕を模擬した枝分かれした構造を持つ冗長ロボットモデルを用いた動力学シミュレータにより検証した。実行させた動作は、枝分かれした片方の端で円運動をさせ、もう片方の端で直線運動を行わせるというものである。シミュレーション結果より、本研究で開発した手法により、どちらの動作も干渉することなく滑らかに行えることを確認した。

次に、基本動作を組み合わせ、それらを時間的な重なりを持って実行することにより、円滑な作業実行を図るために、人間型ロボットシミュレータ OpenHRP を使用する前段階として、人間型ロボットの有する冗長性をどのように利用すればよいかについて人間型ロボット HRP-2 のモデルを用いて検討を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】国際研究者交流、人間型ロボット、行動計画

【研究題目】サブバンド間遷移超高速光スイッチの低エネルギー動作化に関する研究

【研究代表者】秋本 良一

(超高速光信号処理デバイス研究ラボ)

【研究担当者】Cong Guangwei

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

将来の大容量・超高速光通信・光信号処理技術にむけて、小型・低消費電力で動作するサブバンド間遷移型の超高速全光スイッチの開発を行うことを研究目的としている。II-VI 族半導体 CdS/ZnSe/BeTe 量子井戸および

III-V 族半導体ベースの InGaAs/AlAsSb 量子井戸構造を対象としてサブバンド間遷移スイッチの低エネルギー化を目指している。現状では両材料ともに低エネルギー化が当面の最重要課題となっているため、以下の二つのアプローチで低エネルギー動作化を追及してきた。II-VI 族半導体材料では吸収飽和型のスイッチを念頭におき、第一は動作スイッチエネルギーの低減にむけて、光励起電子の緩和時間を結合量子井戸に多準位を利用して低速化することを理論的に検討した。量子井戸構造の最適化により緩和時間を低速化した場合に、動作エネルギーの低減化が可能であることを確認した。また、実際に MBE 結晶装置により結合量子井戸構造を作製し、吸収スペクトルの測定により結合効果が発生していることを確認した。一方、III-V 族半導体材料では最近高速の位相変調効果が発生することが報告されており干渉計型の光スイッチへの応用が期待されている。低エネルギー動作化に必要な高効率位相変調効果を発現させることが有効である。まず、位相変調効果の発現機構について実験的な検討を行った。従来キャリア・プラズマ効果と伝導帯の非放物線性により位相変調の起源が説明されていたが、フェルミレベルの変調によるバンド間遷移の分散効果が主要な原因であることが明らかになった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超高速光スイッチ、サブバンド間遷移、結合量子井戸、位相変調

【研究題目】水中汚染物質分離用メソ孔性炭素吸着材の開発とオンライン水晶振動子微小天秤への応用

【研究代表者】山本 拓司(環境化学技術研究部門)

【研究担当者】中岩 勝、遠藤 明、大森 隆夫  
(常勤職員4名)

【研究内容】

本研究では、日本側(産総研)が「メソ細孔性吸着材の細孔特性・形状制御と水中における有機物吸着機構の解明」、相手国側(東亜大学)が「メソ細孔性吸着材を用いた水中の微量有機物質のオンライン測定システムの開発」を担当する。産総研では、吸着材の原料となる水溶液を、界面活性剤を溶解した連続相中に均一な孔径を有する多孔質膜を通して一定速度で押出すことで合成した湿潤ゲル微粒子を凍結乾燥・焼成して、水晶振動子用吸着材を合成した。膜乳化後の保持温度や連続相中に含まれる界面活性剤濃度を変えることで得られた吸着剤のメソ細孔構造の制御を検討した。合成した吸着材のメソ細孔構造を窒素吸着実験によって評価した結果、メソ細孔径を2-8 nm の範囲で制御可能であり、メソ細孔容積は最大で0.8 cm<sup>3</sup>/g 程度の吸着材が得られた。東亜大学では、産総研で開発した吸着材を水晶振動子に固定化してセンサーの開発を行った。モデル吸着質としてリアクティブブラック、ローダミン B 等の有機色素を用いた液相

吸着実験により吸着材性能を評価した。その結果、吸着質の分子構造と吸着特性との相関関係を示唆する結果が得られた。また開発したセンサーを工業プロセスのオンライン計測に使用するための基礎的検討としてイソブタンを用いたガス吸着実験を行い、水晶振動子に固定化した吸着材へのイソブタンの吸着をオンラインで測定可能であることを示した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】水中汚染物質、メソ細孔性吸着材、オンライン測定

【研究 題 目】バイオマス由来燃料を用いた小型燃料電池の研究開発

【研究代表者】藤原 直子

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】藤原 直子、山崎 眞一、林 由美子、  
前田 範子、村井 嘉子  
(常勤職員2名、他3名)

【研究 内 容】

バイオマスから得ることができ、環境および生体適合性の高い糖類、エタノール、アスコルビン酸を燃料に用い、直接酸化して使用する固体高分子形ダイレクト燃料電池の開発を目的とする。これらのバイオマス由来燃料化合物を効率的に酸化するための高活性電極触媒の探索と、各燃料を用いた小型燃料電池について単セルおよびスタックセルのプロトタイプを作製する。

本年度は、電解質膜にカチオン交換膜またはアニオン交換膜を使用する二種類の方式によりダイレクト燃料電池を作製した。アスコルビン酸燃料電池には通常の固体高分子形燃料電池と同様のカチオン交換膜形を、エタノール燃料電池およびグルコース燃料電池にはアニオン交換膜形を採用し、25℃での最大出力密度はそれぞれ、21, 58, 20 mW cm<sup>-2</sup>となった。いずれの燃料を使用した場合にも単セルにおける出力密度の目標値20 mW cm<sup>-2</sup>を達成することができた。特に、アニオン交換膜形エタノール燃料電池では、実用化を目指して研究開発競争に凌ぎが削られているダイレクトメタノール燃料電池の性能(38 mW cm<sup>-2</sup>)を超える程の高い発電性能が得られた。また、プロトタイプとして平面状直列模型セルを作製した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】固体高分子形燃料電池、バイオマス、電極触媒

【研究 題 目】近接垂直ブロー型 CVD 炉を用いた炭化珪素の高速・高精度均一化エピタキシャル技術の開発

【研究代表者】石田 夕起 (パワーエレクトロニクス研究センター)

【研究担当者】石田 夕起 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

SiC 素子の普及促進のためには、現状最もコストを押し上げているエピ膜形成プロセスの高スループット化が必須である。本研究では、高品質 SiC 基板上に Si エピ成長なみの成長速度で、かつデバイス用ウェハとしての仕様を満足する膜厚・濃度分布を実現する SiC エピ成長技術、すなわち3インチ基板前面にわたって成長速度: 100 μm/h 以上、膜厚・濃度分布: 5 %以内の高速・高精度大口径均一化技術の開発を目標としている。今年度は、本研究の最終年度として、8度オフ基板上の成長では、3インチ SiC 基板全面にわたって成長速度: 100 μm/h 以上、膜厚・濃度分布: 5 %以内の高速・高精度大口径均一化技術を開発を行った。また、4度オフ基板上への成長では、現在問題になっている巨大ステップバンチングの生成に関して、その生成メカニズムを研究した。

まず始めに、8度オフ基板上の成長について述べる。一昨年度、高速・高精度大口径均一化技術の開発には、ガス導入管の構造を変えるだけでは限界が有ることが判明したので、別のガスの流れを加えることによりガスの流れを制御するというコンセプトのもと、ガス導入路の改造を行った。本年度はこのガス導入路を用いて実験を行ったところ、補助ガスの流れを加えることで分布に大幅な変化が生じることを見出した。しかしながら、その変化の方向は膜厚分布と濃度分布では逆方向であり、強いトレードオフの関係に有ることを見出した。そして現状では、3インチ基板全面にわたって平均成長速度110 mm/h のとき、膜厚分布: 5.8 %、濃度分布: 9.8 %という結果が得られている。目標値の達成のためには、更なるガス導入路の改造が必要と思われる。

次に、4度オフ基板上の成長であるが、ステップバンチング発生メカニズムとして以下のことが明らかになった。ステップバンチングは、成長前処理の水素エッチング時、もしくは成長においてシランもしくはプロパンどちらか一方を過剰供給した時に生じることを見出した。これらの結果から、水素エッチング時には Schwoebel 効果により、また成長時に於いては過剰供給したガス種が基板上でクラスターを形成することでステップバンチングが生じるというメカニズムを提案した。以上のメカニズムに立脚し、ステップバンチング抑制法を開発した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】高速成長、均一成長

【研究 題 目】電気・電子機器を対象としたライフサイクル指向製品環境リスク評価技術開発

【研究代表者】伊坪 徳宏 (ライフサイクルアセスメント研究センター)

【研究担当者】伊坪 徳宏、本下 晶晴、山口 博司、  
Sang-Yong Lee (常勤職員1名、他3名)

【研究 内 容】



EU は近年電気・電子製品中の特定有害物質使用制限指令 (RoHS)、新化学物質規則案 (REACH) を通じて、電気・電子機器に利用される化学物質の規制や管理を強化しています。電気・電子機器は我が国の中心産業の一つであり、これらの規制に対し如何に迅速に、かつ、効果的に対応するかが、国際競争力を獲得する上で重要な要件になっています。本事業では、このような環境規制に対応した企業活動を適切に評価できる LCA、LCC 手法の開発を行うため、以下に示す研究開発を行いました。

(1) 電気・電子機器からの化学物質排出リスク評価手法の開発

製品や部品中の化学物質の一部は、使用時もしくは処分時において環境中に排出されます。ここでは静脈部門のプロセスを対象に化学物質の排出量の期待値、すなわち排出リスクを求めるためのモデルを構築しました。これを利用することで、実施者は化学物質の含有量と処分方法を特定することで、自動的にインベントリデータを得ることができるようになりました。

(2) 化学物質、特に規制対象物質を対象とした環境リスク評価手法の開発

ヒトへの健康リスク評価、および、生態系への絶滅リスク評価を実施し、化学物質を大気や水などの環境中に排出したときに発生し得る環境リスクを算定する手法を開発しました。これにより、鉛や砒素等、製品に利用される頻度が比較的高く、かつ、有害性の高い化学物質を網羅した環境影響評価を実施できるようになりました。

(3) 経済指標に基づく電気・電子製品の費用対効果、費用対便益分析

環境保全策を行う際の、投入額とそれにより得られる私的および社会的効果について算定するための手法を開発しました。環境リスクの削減効果については、本研究において開発した評価手法を活用することで、化学物質排出リスク低減による健康影響と生体影響の削減を効果として計上することができます。

(4) 事例研究によるライフサイクルを指向した費用対便益分析の実践

本事業では、手法の開発のみでなく、開発した手法等を製品評価に実際に適用した上で、その有用性について検証しました。国内企業六社（日立製作所、リコー、キヤノン、NEC、富士通、サムスン）との共同研究体制をとり、液晶パネル、洗濯機、ノートパソコン、液晶プロジェクタを対象とした事例研究を実施しました。本研究結果より、製品の化学物質対策による効果を適切に評価できることを確認するだけでなく、省エネルギー、省資源などを含めた、様々な製品環境対策を総合的な観点から議論することができることを検証しました。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 CBA、LCA、LCC、化学物質、健康影

響、生物多様性

【研究題目】 近接場光による光制御型マイクロバルブの集積化を利用したストレス計測用 Point-of-Care デバイスの開発

【研究代表者】 永井 秀典（ヒューマンストレスシグナル研究センター）

【研究担当者】 永井 秀典、入江 隆（常勤職員2名）

【研究内容】

実用的なストレス計測用 Point-of-Care デバイスを目指し、遠心力による送液を利用した流体デバイスの開発を進めた。ストレスマーカーの免疫測定を自動化するため、チャンネル構造の設計研究により正確性に優れたオンチップ秤量及び分注機構を開発した。

【分 野 名】 ライフサイエンス、ナノテクノロジー

【キーワード】 オンチップ型光制御バルブ、近接場光

【研究題目】 移金属酸化物接合の電界誘起抵抗変化効果の機構解明と不揮発メモリ素子の開発

【研究代表者】 澤 彰仁

（強相関電子技術研究センター）

【研究担当者】 澤 彰仁（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、遷移金属酸化物接合で発現する巨大電界誘起抵抗変化 (CER) 効果の動作原理の解明と、CER 効果を利用した抵抗変化型不揮発性メモリ素子の開発を目的としている。材料横断的な研究を通して系統的に遷移金属酸化物界面の電子状態を理解するとともに、メモリ素子に好適な遷移金属酸化物及び金属電極材料の探索、素子構造の開発を行うことにより、実用レベルの抵抗スイッチング及びメモリ特性の実現を目指す。

本年度は、酸化物金属電極を用いた  $\text{SrRuO}_3/\text{SrTi}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$  (SRO/Nb:STO) エピタキシャル接合素子の界面エンジニアリングの実験から、抵抗スイッチング効果が発現するためには界面に適当な厚さの空乏層と、適当な濃度のドーパントが必要であることを明らかにし、界面近傍のドーパント量を制御することで、素子特性が制御・改善できる可能性を示した。また、抵抗スイッチング素子のスイッチング速度は素子の静電容量で律速されていることを明らかにし、Mn 酸化物を用いた抵抗スイッチング素子において、素子面積を小さくして素子の静電容量を小さくすることで、パルス幅 100 ns 以下のパルス電圧印加により 10 以上の抵抗変化比を再現性良く得られることを実証した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 不揮発性メモリ、遷移金属酸化物、抵抗スイッチング、界面エンジニアリング

【研究題目】 e インフラストラクチャ構築のための国際標準セキュリティポリシー策定事業

【研究代表者】田中 良夫（グリッド研究センター）

【研究担当者】関口 智嗣（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究においては、次世代情報処理基盤として研究が進められている e インフラストラクチャ特有のセキュリティ要件を満たす、セキュリティ基盤技術の研究開発を行う。また、e インフラストラクチャにおけるセキュリティポリシとして認証局の運用要件を策定し、その国際標準化を図る。

セキュリティ基盤技術の研究開発において、各組織の公開ポリシを尊重したアクセス制御を実現する認証・認可システムの設計およびプロトタイプ実装と評価を行った。本システムは、複数の組織により構成される仮想的な組織 (Virtual Organization, VO) の概念を導入する。認証は Grid Security Infrastructure (GSI) に基づいて行うが、ユーザ証明書や秘密鍵の管理などをユーザに意識させないインタフェースを設計・実現した。認証・認可システムのプロトタイプ実装および予備評価を行ない、設計の妥当性を検証し、設計した認証・認可システムが e インフラストラクチャにおいて柔軟なアクセス制御を実現することを確認した。

セキュリティポリシの標準化については、“Authentication Profile for Classic X.509 Public Key Certification Authorities for secured infrastructure”, “Grid Certificate Profile”, “Guidelines for auditing Grid CAs” の3つの文書を執筆した。1つ目の文書は、世界規模での信頼あるグリッド環境を構築する取り組みである International Grid Trust Federation (IGTF) で承認・公開され、引き続き修正・バージョンアップを行っている。2つ目のドキュメントは、グリッド技術の標準化団体である Open Grid Forum における公開に向けて、公開コメントの期間を経て最終段階に入っている。3つ目の文書は Open Grid Forum における公開に向け、近々公開コメントの段階に入る予定である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリッド、セキュリティ、e インフラストラクチャ、セキュリティポリシ

【研究題目】ナノピペットプローブ顕微鏡を用いた単一プローブ分子アレーの創製と超高感度バイオチップシステムの構築

【研究代表者】徳久 英雄（界面ナノアーキテクニクス研究センター）

【研究担当者】徳久 英雄（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、極微量の生体分子を超高感度で分析・解析できる単一プローブ分子アレーの創製を目的にして、単一分子を扱えるナノピペットプローブ顕微鏡と巨大分子を利用した単一分子固定化法を組み合わせた革新的なバイオ技術を開発することを目的としている。今研究期

間（平成18年11月30日～平成19年3月20日）では、単一プローブ分子アレー作製のために必要な要素技術を確立するため、次の2つの課題に取り組んだ。

[1] 巨大分子1分子操作可能なナノピペットプローブ顕微鏡技術の開発のために、巨大分子が1度に1分子以上通過できないナノピペットの作製を試みた。その結果、先端に50 nm の細孔を有するナノピペットを再現性良く得ることができるようになった。また、化学修飾によるさらなる細孔の微小化の可能性を支持する結果も得ている。

[2] 単一プローブ分子アレーのための光分解性巨大分子の設計と合成のために、必要な構成要素を4つに分解し、それぞれについて合成検討した。その結果、短時間で光解離する置換基及び極性溶媒に可溶なデンドロンを得ることができた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノテクノロジー、デンドリマー、単一分子、プローブ顕微鏡、バイオチップ

【研究題目】氷・水界面への高分子の選択的作用を利用した氷結晶の凝集抑制技術の研究開発

【研究代表者】稲田 孝明（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】船越 邦夫（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

人工的な合成高分子であるポリビニルアルコール (PVA) は、極地の生物が有する凍結抑制タンパク質 (AFP) と同様に、平衡融解点以下のある温度域で氷の結晶成長を完全に抑制することで知られている。しかし、PVA の凍結抑制効果のメカニズムはいまだ不明であり、AFP に比べるとその効果は小さい。本研究開発では、平衡融解点以下の PVA 水溶液中で単結晶氷の成長が抑制されるまでの動的な過程に着目し、PVA の凍結抑制効果のメカニズムを明らかにすることを目標とする。さらにその知見をもとに、より凍結抑制効果の高い物質を探索し、氷スラリーを用いた冷熱の貯蔵・輸送に適用可能な氷結晶の凝集抑制技術を確立することを目標とする。平成19年度は、PVA 以外に AFP と同じ効果を示す高分子としてポリアクリル酸アンモニウム ( $\text{NH}_4\text{PA}$ ) の凍結抑制効果を調べ、 $\text{NH}_4\text{PA}$  が AFP と同様に熱ヒステリシス（平衡融点と凝固点の差）を示すことを確認した。 $\text{NH}_4\text{PA}$  の熱ヒステリシスは PVA と比べて小さいが、水溶液中の氷結晶のモルフォロジー観察から、 $\text{NH}_4\text{PA}$  が作用する氷結晶面は PVA や魚由来の AFP が作用する氷結晶面とは異なることがわかった。さらに  $\text{NH}_4\text{PA}$  と I 型 AFP の協同効果によって、I 型 AFP の凍結抑制効果が大幅に向上することを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】冷熱輸送、氷スラリー、高分子

【研究題目】回路設計用モデル開発基盤の構築とこれ

## を用いたマルチゲート MOSFET モデルの開発

〔研究代表者〕 三浦 道子（広島大学）

〔研究担当者〕 三浦 道子（広島大学）、小池 汎平、  
中川 格、関川 敏弘、堤 利幸  
（常勤職員2名、他2名）

### 〔研究内容〕

回路技術の研究においては、回路の複雑な振る舞いを計算機に計算させる回路シミュレータが極めて重要なツールとなり、XMOS トランジスタのような新しいデバイスを用いた回路のシミュレーションを行うためには、そのようなデバイスの振る舞いを記述したデバイスモデルを新たに開発する必要がある。そのような XMOS トランジスタのデバイスモデルの提供は、XMOS トランジスタ技術を産業界に技術移転するにあたって必須と考えられる。本テーマでは、このような XMOS トランジスタのデバイスモデルの開発を、国内外の大学と共同で行っている。

平成18年度までに、XMOS トランジスタデバイスモデルの実用化を目指して、様々な回路シミュレータへの移植の容易な、Verilog-A 言語を用いて記述したデバイスモデルを開発したが、平成19年度は、Verilog-A で記述されたデバイスモデルのモジュラー設計による部品化、モデルの精度の評価に用いる TEG チップの開発、実デバイス測定データとの比較によるモデルの精度の評価などを行った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 MOS トランジスタデバイスモデル、回路シミュレーション

## 〔研究題目〕 電気化学的手法によるカーボンナノチューブのバンドル解放と大容量キャパシタ電極への応用

〔研究代表者〕 棚池 修（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 山田 方根、山本 恭世、君塚 統  
（常勤職員1名、他3名）

### 〔研究内容〕

電気二重層キャパシタ用としてブレイクスルーとなるような高性能新規炭素系電極材料の開発を目指し、その素材としてカーボンナノチューブを利用するための新技術の開発を行う。単層カーボンナノチューブは理想的には非常に大きな表面積をもつが、ファンデルワールス力によって自発的にバンドル（束）構造を形成してしまうため、実材料の表面積は小さい。そこで、電気化学的インターカレーション反応によって、バンドル間に大きなイオンを挿入し、各チューブ間を拡げてバンドル構造を解放し、これにより電解質イオンのアクセスが可能な表面積を最大化することで、大容量かつ高出力のキャパシタに理想的な電極材料を作製する技術確立する。

本年度においては、引き続き、溶媒とリチウムイオン

の挿入により、ナノチューブバンドルを解く技術の開発を行った。昨年度見出した電気化学的短絡法による三元系黒鉛層間化合物の新規合成法を応用して、カーボンナノチューブペーパーを用い、溶媒とイオンの挿入によってバンドルをこじ開け、ペーパーを膨らませる改質技術に用いる電解液系の探索研究を行い、その膨張に対する溶媒依存性を明らかにした。また、得られた膨張化ナノチューブペーパーの各種分析を行い、ラマン分光測定と電子顕微鏡観察から、ナノチューブ自身には損傷・劣化がなく、バンドル間がインターカレーション反応で一時的に広がるのがペーパーの膨張による露出面積の増大をもたらしたことを確認した。一方、熱分析測定から、ナノチューブ表面に大量の有機化合物皮膜が付着していることを確認した。これらの基礎知見に基づき、膨張改質処理の最適化と処理後のナノチューブペーパー電極のキャパシタ特性評価を行っている。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 エネルギー貯蔵、カーボンナノチューブ、キャパシタ

## 〔研究題目〕 次世代交流電圧標準の開発

〔研究代表者〕 東海林 彰

（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 東海林 彰、佐々木 仁、山森 弘毅、  
中村 安宏、藤木 弘之  
（常勤職員5名）

### 〔研究内容〕

本開発は、双出力ジョセフソン DA 変換器と双入力熱電変換器を用いることにより、ジョセフソン素子の発生する量子化電圧によって実効値の測定精度が保障された広帯域(1 Hz-10 kHz)の交流電圧標準の実現を目的とする。このような次世代交流電圧標準を確立することによって、熱電変換標準器を基準とする現行の「原器」的な交流電圧標準から、より普遍的な基礎物理定数に基づく「方式・規格」としての“次世代交流電圧標準”への移行を目指す。今年度は、窒化ニオブ(NbN)膜を素材とするジョセフソン・デバイス作製プロセス技術により、最大振幅2 V、分解能10ビットの双出力ジョセフソン DA 変換器を Si チップ上に作製することに成功した。また、双入力熱電変換器に必要な精密バッファアンプの開発を行った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス、標準・計測

〔キーワード〕 交流電圧標準、ジョセフソン DA 変換器、熱電変換器、窒化ニオブ

## 〔研究題目〕 光電気化学的手法を用いた高速自動半導体探索システムによる高性能な可視光応答型光触媒の開発

〔研究代表者〕 佐山 和弘（エネルギー技術研究部門）



〔研究担当者〕 杉原 秀樹、小西 由也、荒井 健男  
(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

二酸化チタンを超える活性を持つ高性能な新規可視光応答型の半導体光触媒を開発するため、独自の光電気化学的手法を用いた高速自動半導体探索システムにより多くの複合半導体の探索・評価を効率的に行う。本システムでは、汎用性の高い有機金属分解法などの半導体湿式調製法と自動分注装置および自動制御電気炉を組み合わせ、多種多様な複合半導体の微粒子や多孔質薄膜を高速自動合成する。さらにパターン塗布した半導体多孔質薄膜の光電流評価手法を利用して、半導体の電荷分離特性や反応基質分解活性・選択性などを高感度で高速自動評価する。見いだされた半導体光触媒の候補について調製法の最適化を行い、最終的に有害化学物質分解に対して市販光触媒よりも飛躍的に高い活性を示す可視光応答型光触媒の実用化を目指す。本年度は半導体膜自動合成評価装置を用いた本格的探索を行った。各種鉄系の複合酸化物を検討し、Ti や Nb、V、Cu、Bi などを含む電荷分離能力の高い n 型および p 型半導体を多数見いだした。また、アセトアルデヒドやギ酸などの環境汚染物質の分解に関して、p 型の各種銅系複合酸化物と n 型酸化タングステン系光触媒を組み合わせた高性能な新規可視光応答性の  $\text{CuBi}_2\text{O}_4/\text{WO}_3$  光触媒の開発に成功した。本光触媒は、完全酸化活性という意味では  $\text{TiO}_2$  系触媒より5倍以上の活性を達成したと言える。一方、実用化対応については、銅複合化合物/ $\text{WO}_3$  系光触媒は、全光（蛍光灯や疑似太陽光）・可視光（車用ガラスや住宅用エコガラス窓越しの光）どちらにおいても  $\text{TiO}_2$  系光触媒より高活性で、完全酸化を速やかに達成し、高価な貴金属や有害金属を用いず、触媒調製法も簡便であり、安定性も高い。つまり室内・車内環境浄化用の可視光応答性光触媒として実用化のための必要条件をほぼ揃えた光触媒であると言える。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 光触媒、可視光応答、光電極、酸化物半導体

〔研究題目〕 トポロジー最適設計によるフォトリソ結晶の作製と超高速・全光論理スイッチへの応用

〔研究代表者〕 栗津 浩一  
(近接場光応用光学研究センター)

〔研究担当者〕 栗津 浩一、藤巻 真、王 曉民  
(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

近年光ネットワークを介して通信される情報量は著しく増加している。将来、超高速大容量通信を根底から支える次世代フォトリソネットワークにおいて「フォトリソ結晶」はその自由自在な光制御性から必要不可欠

な素子であると言われる。フォトリソ結晶はサブミクロンオーダーで周期的誘電率変調を施した人工結晶であり、特定の周波数領域の光の伝播を完全に禁止し、この周波数領域はフォトリソバンドギャップと呼ばれる。特に、全方向からの光制御が可能なデバイスが求められている。そこで、フォトリソ結晶の作製を目的として、DXL と LPD 法を適用して  $\text{TiO}_2$  中に、2次元微細構造を形成する手法の確立を試みた。従来フォトリソ結晶の材料に用いられてきた半導体に比べ、 $\text{TiO}_2$  は通信波長帯域 ( $\lambda=1.55 \mu\text{m}$ ) での光透過率が2桁以上高く、光ファイバのコアに近い屈折率をもつ。これにより  $\text{TiO}_2$  フォトリソ結晶は光ファイバ接続時の入出射損失が低いという利点がある。また半導体の微細加工には大量のエッチングガスを必要とするが、本手法は低コスト、低環境負荷でフォトリソ結晶を作製する有力な手法となる可能性がある。まず、FDTD 計算により酸化チタンのさまざまな2次元構造に対するフォトリソバンドギャップ計算を行った。六角形に円柱ロッドが並んだ構造体をとった場合に全方向に対するフォトリソバンドギャップが形成されることが予測される。そこで、この構造体を作製するためにまずポジ型レジストである PMMA (OEPR-1000) を  $\text{SiO}_2/\text{Si}$  基板上にスピコートし厚さ  $1.6 \mu\text{m}$  のレジスト膜を得た。これらのレジスト膜に、 $\text{SiN}$  膜 (厚さ  $2 \mu\text{m}$ ) 上に蜂の巣格子パターン of Ta 吸収体膜 (厚さ  $1 \mu\text{m}$ ) を持つ X 線マスクと厚さ  $50 \mu\text{m}$  の Be 膜フィルタを通して、シンクロトン放射光 ( $750 \text{ MeV}$ 、TERAS、AIST) 照射を行った。照射は  $1.6 \mu\text{m}$  厚のレジスト膜に垂直露光した。その後レジスト膜をメチルエチルケトンにより現像し、2次元周期性をもつ PMMA 構造体を得た。次に液相析出法を用い DXL によって得られた PMMA 構造体に忠実に  $\text{TiO}_2$  を充填することを試みた。まず pH0.5 の塩酸水溶液にオキシ硫酸チタン ( $\text{TiOSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 、 $x=4.6$ ) をを加えその濃度を  $0.01 \text{ mol/l}$  とした。その後尿素を  $1.5 \text{ mol/l}$  になるまで加えると  $\text{TiOSO}_4$  過飽和溶液となり、加水分解平衡反応が生じ  $\text{TiO}_2$  の析出が始まる。この  $\text{TiOSO}_4$  過飽和溶液中に PMMA 構造体を鋳型として  $60^\circ\text{C}$  で約1日間浸漬させ、洗浄、乾燥させた後、高分解能電界放出電子顕微鏡 (FE-SEM、S-4800) で観察すると  $\text{TiO}_2$  が緻密に充填されていることが分かった。その後、PMMA のみアセトンで選択的に除去することで2次元  $\text{TiO}_2$  微細構造体を得た。2次元の  $\text{TiO}_2$  微細構造体の FE-SEM 観察からサブミクロンオーダーの周期的な構造を持つことが確認された。光物性測定から、近赤外領域にフォトリソバンドギャップが形成されていることがわかった。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 ナノテクノロジー、先進光技術、ビーム応用

〔研究題目〕 Point-of-Care 超並列バイオチップを目

## 指した高感度集積型蛍光検出モジュールの研究開発

【研究代表者】 亀井 利浩

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 亀井 利浩、板谷 太郎

(常勤職員2名)

【研究内容】

ラボ・オン・チップあるいは Micro Total Analysis System のための高感度集積型アモルファスシリコン (a-Si:H) 蛍光検出素子を開発する。電気泳動マイクロチップに実装することにより、ヒューマン・ストレス・マーカー計測、病原菌の検出・同定など現場 (Point-of-Care) 高速バイオ化学分析への本格的な応用を切り拓く。高感度化へのアプローチとして、遮光層等の構造最適化、蛍光成分の選択的検出を行う。さらにバイオ化学分析のスループットを桁違いに向上させるための要素技術として超並列化が可能な蛍光検出モジュールを開発する。

今年度は a-Si:H フォトダイオードに光学干渉フィルターをモノリシック集積・パターンニングした集積型蛍光検出素子の高性能化を進めるとともに、第二高調波発生素子により赤外レーザ光を青緑光に変換する小型励起光源を開発した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 バイオチップ、アモルファスシリコン、  
蛍光検出素子、ラボ・オン・チップ

【研究題目】 AFM を用いたナノ物質形態の精密評価  
手法の ISO 国際評価

【研究代表者】 一村 信吾 (計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 井藤 浩志 (常勤職員2名)

【研究内容】

ナノテクノロジーの発展に伴い、原子間力顕微鏡 (AFM) が標準ツールとして利用されつつある。それに伴い、測定機器、カンチレバー、探針形状等の仕様について、国際的なルール作りが求められている。特に、AFM では、探針形状の影響が測定画像に畳み込まれる形で直接的な影響があるため、その標準化が強く望まれている。これまで、探針の形状については、先端曲率で表示するのが一般的であったが、これは必ずしも使いやすいものではなく、1つの指標にすぎなかった。探針の形状を容易に測定するためには、その場利用可能な探針評価用試料が必要である。この目的で、多層膜断面を利用したプロセスを開発し、5 nm 以下の先端曲率に対応可能な探針形状評価用標準試料を作成した。この探針評価構造を用いて、シリコン探針やカーボンナノチューブ探針の評価を行い、探針評価構造を用いて評価した構造と電子顕微鏡で測定した実形状が、測定精度の範囲で一致することを確認した。さらに、探針のアスペクト比の変化を図示する探針形状特性の表示方法を提案し、AFM 画像と測定した探針形状から、画像データの信頼

性を判定する方法を開発した。これらの手法について、国際ラウンドロビン試験を行い、再現性良く利用可能なことが示された。この結果について、2006年にISO/TC201/SC9においてプログレスレポートを行い、2007年にNWIP提案を行った。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 原子間力顕微鏡、探針、カンチレバー、  
プローブ、チップキャラクタライザ、  
ISO

【研究題目】 大規模実世界データに基づく自動車運転  
行動信号処理の先導的研究

【研究代表者】 赤松 幹之 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 赤松 幹之 (常勤職員1名)

【研究内容】

音声を用いた対話インタフェースの設計方針および評価法を確立するために、実際の路上で運転をしながら、音声対話型のインタフェースを用いた車載またはテレマティックスシステムを使用し、その際の使用の特性や運転行動への影響を計測して、蓄積することを目的とする。

そして、米国、トルコ、日本にてデータを収集して、国際間の比較を行なう。車両の挙動を検知するセンサとドライバの生体状態をセンサ、そしてドライバの発話を記録する装置を搭載した車両を開発して、高速道路を含む一般道の走行実験を行ない、走行中の人との対話および機器との対話における行動を計測した。人の対話の場合には、例えばペダル操作がない時に対話が行なわれるなど、運転状況に応じた対話がなされていた。これから、運転状況を考慮した対話システムの開発が必要であることが分かった。また、対話中の運転行動を分析したところ、対話中には速度のばらつきが大きくなるなど、制御が不安定になることが分かり、これから、行動指標に基づいて、対話システムを評価する指標を構築することの可能性があると分かった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 運転行動、対話システム、音声インタ  
フェース

【研究題目】 触媒機能を付与した吸着剤と酸素プラズ  
マの複合システムによる低濃度 VOC の  
低温完全酸化技術の開発

【研究代表者】 金 賢夏 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 金 賢夏 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標、研究計画、年度進捗状況

本年度では、分子ふるい機能を有し VOC の吸着能力の高い吸着材料であるゼオライトに、各種金属触媒を担持したサンプルを作成し、酸素プラズマ中における高い触媒活性と優れた吸着能力を備えた材料開発を進めてきた。特に酸素プラズマ中における触媒活性を評価する指

標として性能向上係数を導入した。これまで性能向上係数が最高であった銀/酸化チタンと同等でありながら、ベンゼン吸着能力は10倍以上大きい材料として、銀/モルデナイト(Ag/MOR)を見出した。HY 型のゼオライトでも銀を担持すると性能向上係数が大きくなるとともに、炭素収支と CO<sub>2</sub>選択率が向上した。また、低温プラズマと触媒表面の相互作用に関する情報を得るため、「光学顕微鏡－イメージインテンシファイヤーCCD カメラ」で構成された光学計測システムを作成した。触媒表面における低温プラズマの発生状態について直接観察を行い、触媒活性とプラズマ状態の相関関係について検討した。ゼオライトの表面にナノサイズの銀を担持すると、より広い範囲でプラズマが形成されることが明らかになった。金属触媒を担持した触媒が高い活性を示す要因として、それ自身の触媒作用だけではなく、広い表面で低温プラズマが形成されることにより、プラズマと触媒の相互作用が効率的に起こっていることが確認できた。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 低温プラズマ、吸着、酸素プラズマ、VOC

〔研究題目〕 トポロジー最適設計によるフォトリソス結晶の作製と超高速・全光論理スイッチへの応用

〔研究代表者〕 石川 浩

(超高速光信号処理デバイス研究ラボ)

〔研究担当者〕 石川 浩 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

筑波大学と協力して、トポロジー最適化によるフォトリソス結晶導波路作製技術の研究開発を行った。筑波大学においてトポロジー最適化のアルゴリズムに基づいて製作されたグレイスケールパターンについて、製作可能性を検討して二値化を行い、広帯域低損失の曲げ導波路、低クロストークの交差導波路などの製作技術を確立した。この結果を「超低エネルギー超高速光蓄積デバイス技術の研究開発」に適用して、最終的な素子構造に反映させ、曲げ導波路および交差導波路で良好な特性を実現することに成功した。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 フォトリソス結晶、トポロジー最適化、曲げ導波路、交差導波路

〔研究題目〕 マイクロ抽出分離／表面ソフトイオン化質量分析法による潜在的有害性高分子量化合物の解析技術

〔研究代表者〕 佐藤 浩昭 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 鳥村 政基、山本 淳

(エネルギー技術研究部門)、  
根本 淳史 (常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、量子ドットの作製技術を応用して、シリコン単結晶上にゲルマニウムのナノドット構造体を析出させた「ナノドットイオン化基板」を用いて、イオン化補助剤を用いることなく、高分子量化合物をソフトにレーザー脱離イオン化質量分析する技術を開発し、従来の分析手法では解析が困難であった、有害性が懸念される高分子量添加剤の迅速簡易分析法の開発を行うことを目的とする。本年度は、ナノドットイオン化基板の作製条件については、作製に用いる分子線エピタキシー(MBE)法でドットの大きさや形状に大きく影響を及ぼすパラメータを見出し、高いイオン化能をもつ基板の作製条件を最適化した。測定感度の向上に関して、ペプチド・タンパク質試料の測定にはクエン酸をプロトン化剤として共存させることが効果的であることがわかった。ナノドット構造と高分子量化合物のイオン化効率の関係を解析し、高感度測定に必要なナノドット構造を最適化し、イオン化機構を考察した。潜在的有害性化学物質の測定例として、ポリマー添加剤を効率よくイオン化できるナノドットイオン化基板の最適化を行った。さらに試料塗布方法を検討し、キャピラリー式のスポット装置を用いてナノリットルレベルの極微量の試料を塗布することにより、15 fmol の試料を検出することに成功した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ソフトイオン化、質量分析、高分子分析、抽出分離

〔研究題目〕 ASEAN 諸国における角度標準技術の高度化と国際比較の確立に関する研究

〔研究代表者〕 渡部 司 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 Anusorn Tonmueanwai (タイ)、  
Watcharin Samit (タイ)、  
Agustinus Praba Drijarkara (インドネシア) (常勤職員1名、他3名)

〔研究内容〕

各国の角度の国家標準装置は校正原理が異なるだけでなく、校正対象の角度計測器が異なり統一性が無い。このことが角度標準のグローバルな相互承認の確立への障壁となっている。当該研究の目的は共通の自己校正方式に基づく自己校正機能付きロータリテーブルの開発を共同で行い、各国の異なる校正原理を持つ装置をユニバーサルな立場で精度評価するとともに、角度標準の相互承認を高度化するため、社会ニーズにあった新しい国際比較を ASEAN 諸国が先導的に行う。今期の研究計画は、開発する自己校正機能付きロータリテーブルの機能、構造と仕様を検討し、その開発に必要な部品の選定を行う。年度進捗状況は、ロータリテーブルに必要なエアベアリングの選定と自己校正機構に必要なデータ取得ボードの選定を行った。また、自己校正機能付きロータリテーブルの性能評価をするために必要な各種角度計測器の校正方法について研究担当者で検討をした。当該研究期間



中に APMP 国際比較を実施すべく校正プロトコルの作成準備を開始した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 角度、ロータリエンコーダ、自己校正、国家標準

【研究 題目】 ゲノム情報を利用したヒト由来タンパク質の効率的生産のための新規酵母発現系の開発

【研究代表者】 佐原 健彦  
(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 佐原 健彦、合田 孝子  
(常勤職員1名、他1名)

【研究 内容】

研究目標：

ヒト由来の細胞膜や細胞外に分泌されるタンパク質の多くは、創薬研究において重要視されているにもかかわらず、従来のタンパク質発現系では発現が困難な場合が多い。本研究では、酵母を宿主とした分泌タンパク質・膜タンパク質発現系において用いられてきた従来のシグナルペプチドよりも優れた分泌能力を示すシグナルペプチドを、出芽酵母ゲノム情報を利用して同定し、それらのタンパク質のより高効率な発現系を開発することを目的とする。

研究計画：

これまでに見いだした51種類の新規シグナルペプチドを用いて、多様なヒト由来分泌タンパク質・膜タンパク質の発現を試み、各シグナルペプチドを用いた場合の目的タンパク質の発現量を評価することで、出芽酵母を宿主とする分泌発現系を構築する。

年度進捗状況：

昨年度に開発した、出芽酵母を宿主としたハイスループットなタンパク質発現ライブラリーの構築方法及び、タンパク質量方法を用いて、約40種類のヒト由来分泌タンパク質をターゲットとした51種類の新規シグナルペプチドを用いた発現実験を行った。約2,000クローンからなるヒト由来分泌タンパク質発現ライブラリーを構築し、酵母培養液中に分泌発現されたターゲットタンパク質の分泌発現量の定量を行った。本実験結果から、従来のシグナルペプチド( $\alpha$ -因子由来)を用いて分泌発現が困難なヒト由来分泌タンパク質において、新規シグナルペプチドを用いることで、分泌発現量を改善することができた。最も改善された例では約100倍まで発現量が改善された。また、本スクリーニングによって、比較的多様なヒト由来分泌タンパク質の分泌発現量の改善に有効なシグナルペプチドを同定することができ、これらのシグナルペプチドを用いることで出芽酵母を宿主とした分泌発現系を完成させることができた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 酵母、タンパク質発現系、シグナルペプ

チド

【研究 題目】 イオン液体を用いた新しいガス分離・精製方法の開発

【研究代表者】 金久保 光央 (コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】 金久保 光央、川波 肇、川崎 慎一郎、新妻 依利子、J. K. Dixon、M. A. Stadtherr、J. F. Brennecke  
(常勤職員3名、他4名)

【研究 内容】

有機性イオン種からなるイオン液体は、不揮発性で大気中へのエミッションが防げる低環境負荷溶媒であり、二酸化炭素、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>などの酸性ガスを大量かつ選択的に物理吸収する特殊液体である。本研究では、二酸化炭素の分離・回収や高純度水素精製などにおける従来プロセスのクリーン化と高効率化を目指し、国際的な枠組みの中で、酸性ガス吸収能力に優れたイオン液体の開発、ならびにその諸物性解明を通じ、プロセス基盤技術の確立を行なう。

水晶振動子を用いた迅速法により種々のイオン液体のCO<sub>2</sub>吸収特性をスクリーニングし、従来のイミダゾール系とは異なる、アミド骨格を有するカチオンから構成される酸-塩基型のイオン液体が優れたCO<sub>2</sub>吸収特性をもつことを明らかとした。さらに、高圧ガス物理吸収法の分離精製試験装置を試作し、1-ブチル-3-メチルイミダゾリウム ビス (トリフルオロメチルスルホニル) イミド ([BMIM][ (CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N]) を用いて、標準混合ガス (75%N<sub>2</sub>-25%CO<sub>2</sub>) の精製試験を行なったところ、容易に95%を超える高純度 N<sub>2</sub>がえられ、ポリエチレングリコール (分子量~400) より優れた成績を示すことが明らかとなった。一方、共同研究者らにより、[HMIM][ (CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)<sub>2</sub>N] の CO<sub>2</sub>吸収量が測定され、Peng-Robinson 状態方程式に基づいたイオン液体-ガス系の相挙動のモデル化が進められた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 イオン液体、二酸化炭素、水素、物理吸収、ガス分離・回収技術

【研究 題目】 新規マイクロ化学合成・ガス拡散型リアクター (MC-GDR) により爆発雰囲気完全に制御し、ナンバリングバックアップにより生産性を強化した、水素および空気 (酸素) の直接反応によるオンサイト過酸化水素合成プロセスのプロトタイプの開発

【研究代表者】 井上 朋也 (コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】 井上 朋也、菊谷 善国

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究は、安価かつ高品位の過酸化水素を供給できるオンサイト製造プロセスについて、マイクロ化学合成技術に立脚してプロトタイプを開発するものである。

本年度は反応を効率よく推敲するための基盤技術の確立を目標とした。ガラス製リアクターデザインの最適化について、化学エッチングと機械加工の組み合わせにより触媒を充填した固定床に気液を安定に供給できるリアクターデザインを確立した。この際、触媒充填法の検討により、圧力損失を1-2気圧に低減し、反応を安定に遂行できるようにした。あわせて20気圧で安定に反応を遂行するために必須な、リアクターと配管の接合技術も検討し、20-25気圧で一日以上安定に反応を遂行できるような接合法の開発に成功した。これらリアクターおよび周辺のセットアップの最適化とともに、ならびに30気圧以下の圧力下で反応を遂行できるような反応システムのセットアップを完成した。その結果、水素40%という水素-酸素爆発混合気体を用いつつも安全かつ安定に2重量%の過酸化水素の合成に成功した。また、ナンバリングアップに向けたリアクターデザイン検討や、ガス拡散による気相成分供給型リアクター製作に向けた基礎検討も行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロリアクター、水素-酸素爆発混合気体、過酸化水素合成

【研究題目】ニワトリ卵を用いた有用蛋白大量生産法の基盤技術の開発

【研究代表者】大石 勲

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】大石 勲、吉井 京子、

Juan Carlos Izpisua Belmonte

(米国・ソーク研究所)、

Concepcion Rodriguez Esteban

(米国・ソーク研究所)、

Joaquín Rodríguez León (スペイン・バルセロナ再生医療センター)

(常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

バイオ医薬に代表される有用蛋白質は、今後もニーズが大きく拡大すると予想されている。ニワトリ卵は安価で高純度の蛋白質を多量に含むため、有用蛋白質を製造するバイオリアクターとして期待されているが、実用化に向けての課題も多い。本研究ではニワトリ卵をバイオリアクターとして活用し、様々な蛋白質を安定して生産する基盤技術の開発を試みている。近年、ニワトリ始原生殖細胞の長期間培養と生殖系列への分化技術が開発されてきており、これら技術と遺伝子発現制御技術との統合により研究課題の達成を目指している。本年度は新た

な始原生殖細胞株を樹立し、未分化性の維持や遺伝子導入法の改善、検討を行うとともに、蛋白質大量生産に向けたベクターのデザインと構築を実施しており、今後これらを用いた有用蛋白質発現効率の検討を行い、遺伝子導入されたニワトリ個体の作製に向けた研究を行う。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】蛋白質生産、ニワトリ、バイオリアクター

【研究題目】分散型水素貯蔵および製造触媒反応プロセスの技術開発

【研究代表者】日吉 範人 (コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】日吉 範人、佐藤 剛史、長田 光正  
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

本研究では、安全かつ高効率な分散型水素貯蔵・供給システムを構築するために、芳香族化合物の水素化反応による水素貯蔵と、水素化で得られる環状飽和炭化水素(有機ハイドライド)の脱水素反応による水素供給を、低環境負荷かつ高効率で行う触媒反応プロセスの技術開発を行う。

本年度は、超臨界二酸化炭素溶媒を用いた芳香族化合物水素化反応に活性な触媒の開発と反応システムの開発を行った。水素化触媒の担体を探索し、従来の活性炭担持ロジウム触媒よりも高いナフタレン水素化活性を示す触媒を開発した。これにより、水素化速度を従来法に比べ40倍まで向上させることに成功した。また、有機ハイドライドを連続的に供給可能なシステムとして小型の高圧流通式水素化実験装置(反応圧力: ~15MPa、反応温度: ~300°C、二酸化炭素流量: ~10 mL(liq.)/min)を改良した。本装置と開発した触媒を利用したトルエンの超臨界水素化反応を検討し、有機溶媒を用いずに有機ハイドライドを連続的に合成できることを確認した。さらに、水素供給システムを構築するため、水素-二酸化炭素分離用パラジウム膜を作成し、水素-二酸化炭素模擬ガスからの水素分離を検討した。耐圧 0.9 MPaを有するパラジウム膜を作成し、二酸化炭素からの水素分離を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素溶媒、担持金属触媒、有機ハイドライド、水素貯蔵、水素化反応

【研究題目】難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物処理による合理的分解技術の開発

【研究代表者】原田 晃 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】竹内 浩士、高橋 信行、市川 廣保  
(常勤職員3名)

【研究内容】

ベトナムでは近年の急速な工業化にともない繊維・染

色業が基幹産業となっており、染色廃水量が年数10 %の割合で急増しているが、処理されて環境中に放流される量は全体の僅か10 %程度であり、発生源での未然防止対策が重要な課題となっている。このような背景から、オゾン処理と生物処理の併用による省エネルギー型廃水処理技術のベトナムへの普及を視野に入れつつ、染色廃水処理現場への応用に際しての効率化の検討を行った。

オゾン・生物処理を実際の染色廃水処理現場へ応用するには、染色廃水の特性が適用現場ごとに異なることが予想されるため、できるだけ多くの事例を取り上げることが重要であるため、国内および国外（ベトナム）事業所から実廃水を採取し、変動特性およびオゾン・生物処理の実験室規模での処理特性を検討した。国内の染色処理場の事例研究として、実験室規模での当該処理場での現行処理法（凝集沈殿処理→生物処理）とオゾン・生物処理（オゾン処理→生物処理、および生物処理→オゾン処理）の比較検討を行い、オゾン・生物処理でも現行処理法とほぼ同程度の処理効果が得られること、規制対象外である色度除去や安全性の向上などに関しては現行法以上の効果が得られることが確認され、オゾン処理導入による環境改善効果が期待できることがあきらかになった。

国外（ベトナム）事業所へのオゾン・生物処理の導入・稼働に関しては、前段となる2 m<sup>3</sup>/d 規模のオゾン処理装置の設計・製作・搬送を行った。現地に搬送後、同処理装置を稼働させることで、従来型の散気装置と新規型の微細気泡装置の比較検討を行い、オゾン処理における後者の有効性を確認した。

ベトナムへの技術の普及に関しては、現地染色事業所（Nam Long Textile Company、主に反応性染料を使用して糸・布染めを実施）の工程廃水および最終放流水を対象に、ベトナムからの招聘研究者とともに水質特性および放流水の特性変化を把握した。また、採取廃水のオゾン・生物処理を行い、同法による処理特性の把握に関する水質分析方法および安全性評価方法を教示し、技術研修を行った。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】難分解性有害物質、染色排水、オゾン処理、生物処理、色度、生物分解性

【研究 題 目】同一組成型セラミックスメンブレンリアクターを用いた天然ガスの新規変換システムの提案に関する研究

【研究代表者】濱川 聡（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】濱川 聡、伯田 幸也、長瀬 多加子（常勤職員3名）

【研究 内 容】

本研究は、天然ガスを資源とする輸送燃料製造プロセス（GTL プロセス）の最重要要素技術である、合成ガ

ス製造工程の抜本的な改良を可能とするセラミックスメンブレンリアクターの開発を実施するものである。本年度は、酸素透過膜である  $\text{Ca}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Ti}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_{3-\alpha}$ （以下、CTO と略す。）により構成されたリアクターの性能向上を目指して、膜材料の薄膜化について評価した。CTO 薄膜を膜と同じ組成の CTO 多孔質支持体に取り付けたセラミックスメンブレンリアクターでは900 °Cにおいて、高い部分酸化活性を示し、得られた酸化生成物から見積もった酸素の透過速度は自立膜（ディスク）と比較して、著しい性能の向上を達成することができた。これらの結果は、実用化に向けて薄膜化の有効性を示すものである。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】セラミックスメンブレンリアクター、酸素透過膜、超臨界水熱合成

【研究 題 目】骨粗鬆症治療のための生体材料 Mg/Zn/F-BCP

【研究代表者】伊藤 敦夫（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】十河 友、櫻井 常葉（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

本研究の最終目標は、骨粗鬆症治療効果を持つ人工骨材料として、骨量増加に効果があるマグネシウム(Mg)、亜鉛(Zn)及びフッ素(F)を至適量含有するリン酸カルシウムの開発を行うことである。

本年度は、F 徐放性炭酸アパタイトセラミック(FCA)の作製と評価を行った。FCA セラミックの溶解性はCO<sub>3</sub>含有量ではなくF含有量に強く影響を受けることが分かった。FCA セラミック初期の溶解速度が終了直後のそれと比べて変化は認められなかった。F含有量が増加するとともに、溶出Ca濃度の増加速度は単調に低下しており、F含有量がFCA セラミックの溶解に影響を及ぼすことが示唆された。その原因として、F含有によるFCAの化学的な溶解性の低下に加えて、セラミックの緻密化による表面積の低下も影響を及ぼしているものと考えられる。一方で、CO<sub>3</sub>含有量が増大することによるFCA セラミックの溶解性への影響は、明瞭な傾向が確認できなかった。F含有量0.48 wt%、CO<sub>3</sub>含有量5.81 wt%のFCA セラミックの溶解性は吸収性のリン酸三カルシウムセラミックより低い非吸収性のアパタイトセラミックより約3倍高かった。更に、このFCAは生体骨に比べて16倍多いF含有量である。一連のFCA セラミックは骨粗鬆症治療に有効な材料として期待できる。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】生体材料、骨粗鬆症、リン酸カルシウム

【研究 題 目】組込み機器向け低消費電力オブジェクト通信 ORB エンジンの研究開発

【研究代表者】大川 猛（情報技術研究部門）



【研究担当者】大川 猛（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

オブジェクト指向言語で開発する組込みシステムにおいて、ネットワーク上に分散するオブジェクト間の通信を従来のソフトウェアではなくハードウェアで行うORB（オブジェクト要求ブローカ）エンジンを開発する。

ORB エンジンをネットワーク接続の通信コアとして採用することにより、CPU を小型化、低消費電力化することが可能となり、高度にネットワーク通信を駆使するユビキタス機器・ロボット・産業用機器等の低消費電力化が実現される。

本年度は、通常はソフトウェアで実装されているORBの機能の一部をFPGAを用いてハードウェア化して、高速化を行う方式についての検討を行った。検討を行うに際して、問題点の抽出を行う必要があるため、まずは業界標準であるORBであるCORBAに必要とされる機能の一つである、バイトオーダースワップ機能についてのみハードウェア実装を行った。この結果について、組込みシステムシンポジウム2007（2007年10月15日 @東京台場・日本科学未来館）、および情報処理学会・組込みシステム研究会（2008年1月15日 @東京日吉・慶應義塾大学）において口頭発表を行い、ORBエンジンの基本概念およびミニマムORBエンジンの実装の紹介を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】組込み、ORB、CORBA、オブジェクト指向、FPGA

【研究題目】化学増幅を用いた携帯可能な超高感度診断チップの開発

【研究代表者】栗田 僚二（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】横田 淑美、Zhang Xiaowen（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

目標と研究計画：

今年度は、電気化学励起による発光現象を高輝度化させる分子の探索と、この発光現象の安定化を目標とする。まず、本申請課題で用いるルテニウム錯体の電気化学発光量を測定する装置のセットアップを行なった後、本装置を用いて、高輝度に発光する分子を探索する。本発光の高輝度化の目標として、バックグラウンド発光に比べ、電気化学発光強度を100倍以上にすることを目標とする。また、電気化学的に励起する条件の最適化を行い、発光量の相対標準偏差を10 %未満に抑えることも目標とする。

年度進捗状況：

当初計画に従い、まず装置のセットアップを行った後、本装置を用いて、電気化学励起による発光現象を高輝度化させる新分子の探索を行い、新規に合成した分子を用いることで、特に強く発光することを発見した。本件に

ついては、イムノアッセイへ応用した際の手法並びに材料を含め特許出願した。上記分子を用いることにより、バックグラウンドに比べ100倍以上高輝度化出来る見込みを得た。さらに、該分子の誘導体の合成も行った。現在、合成した分子を用いて、詳細な発光メカニズムの解明を行っている。また、この発光現象の安定化について、多結晶電極に比べEB蒸着等により形成された結晶面の比較的均一な金薄膜を本手法に用いることにより、バックグラウンドノイズを低減させ、ばらつきを10 %未満に安定化できる見込みを得た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】電気化学、化学発光、医療用デバイス

【研究題目】Modifying mosquito population age structure to eliminate dengue transmission

【研究代表者】深津 武馬（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】田中 康次郎（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

ヒトスジシマカ類 *Aedes spp.*によるデング熱の媒介は、熱帯諸国における公衆衛生上の脅威である。この国際研究プロジェクトでは、共生細菌 *Wolbachia* を利用して、カの野外年齢構成を操作することにより、殺虫剤の使用によるカの撲滅といった継続的に費用がかかりしかも環境負荷が大きい方法をとらずに、デング熱の媒介を抑制することをめざす。その中で我々は、ファージをベクターとして共生細菌 *Wolbachia* に遺伝子導入し、形質転換する技術の開発を担当する。

研究計画：

*Wolbachia* のファージ粒子形成能が高いことが知られているスジコナマダラメイガ *Ephesia kuhniella* について、ファージ粒子および *Wolbachia* ゲノム上のプロファージの全構造決定をめざして、ゲノムライブラリー作成、ハイブリダイゼーションスクリーニング、陽性クローンのショットガン配列決定を進める。これらの情報から *Wolbachia* のファージにおける転移酵素や認識配列を同定し、*Wolbachia* の遺伝子改変へ向けたシステム構築をめざす。

年度進捗状況：

スジコナマダラメイガより精製した2種類の *Wolbachia* のファージ wCauB2および wCauB3の全ゲノム配列（43,016 bp および45,078 bp）を決定した。それぞれについて integrase, ATT sites, core sequences (T および TTG) を同定した。現在大腸菌を用いてこれらの機能再構成実験を計画中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】*Wolbachia*、ファージ、形質転換

【研究題目】効率的バイオマーカー探索を目指した近接場プローブ・ナノ領域超高感度質量分

## 析装置の開発

〔研究代表者〕 高橋 勝利（計測フロンティア研究部門）

〔研究代表者〕 高橋 勝利（常勤職員1名）

## 〔研究内容〕

細胞レベルの空間解像能を有するレーザー照射イオン化機構を有し、顕微鏡下で狙いを絞った細胞のみに着目してレーザー照射を行い生成したイオンをフーリエ変換型質量分析装置による超高分解能高精度質量分析することにより、極初期段階の疾病に対応したバイオマーカー探索や細胞内小器官をターゲットにした診断を可能とする独創的な装置の開発を目指した研究開発を行う。

ブルカードルトニクス社製 APEXQ-120e の感度および安定性を向上する目的で、Apollo2（ESI モードのみ）カートと、DualSource（ESI 及び MALDI モード）カートに交換した。近接場プローブ装置及びサンプルステージをイオンファンネルカートリッジ内部に挿入するための真空チャンバーの設計・制作を行い、DualSource チャンバーを取り外して FTMS に装着した。真空チャンバー内では、イオンファンネルカートリッジの Deflector プレート内部にサンプルプレートを配置することができる。光ファイバーによって伝送された紫外線レーザー光をサンプルプレート上に集光しかつ、サンプル表面の顕微観察を行うための顕微集光光学系（カセグレン鏡、CCD カメラ）を真空チャンバー上部に設置し、下部には長作動距離対物レンズを備えたビデオ顕微鏡を配置した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 フーリエ変換型質量分析計、イメージング質量分析、近接場プローブ顕微鏡

## 〔研究題目〕 新規リード化合物をつくりだすコウジ菌プラットフォームの創製と応用

〔研究代表者〕 小池 英明

（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕 小池 英明、西村 麻里江、安藤 朋広（常勤職員1名、他2名）

## 〔研究内容〕

麹菌は日本固有の食品産業に使われる安全な菌であるが、ゲノム解析の結果、麹菌を含む糸状菌には、抗生物質をはじめとする二次代謝に関連する遺伝子の存在が明らかとなった。これら天然型の代謝経路を利用しながらも、一部の酵素遺伝子を外来の類似遺伝子と置き換える人為的改変により、非天然型の新規化合物を生産するシステムを開発する。さらに様々な遺伝子との組み合わせが可能な設計を施し、多数の化合物を創るシステムを構築して広く産業に応用できる技術の確立を目指す。

初年度である平成19年度は、麹菌に外来の遺伝子を入れるためのプラットフォームとして、遺伝子導入の選択マーカーを麹菌に導入した。この結果、従来の栄養要求性に加え、生合成系を欠く麹菌ホストが利用可能となり、

外来の遺伝子を複数組み合わせ導入することが可能になった。二次代謝のモデルとして、ペニシリン合成系を選び、その合成遺伝子の類似遺伝子を麹菌に導入するための系を構築中である。ペニシリン合成の初発反応は、非リボソームペプチド合成（NRPS）である。麹菌ゲノム中には18個の相同な遺伝子が存在しているが、他の糸状菌にも類似の酵素が複数存在することが知られている。それら NRPS 遺伝子のライブラリーを作成するため、配列中に保存されているモチーフにより、それら遺伝子を同定する方法を構築した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 麹菌、ゲノム解析、二次代謝

## 〔研究題目〕 高ステージインターカレーション反応系大容量キャパシタ炭素電極の開発

〔研究代表者〕 羽鳥 浩章（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 児玉 昌也、山下 順也（常勤職員3名）

## 〔研究内容〕

本研究開発においては、次世代高効率自動車に必要な高性能電力貯蔵デバイスとして、大電流充放電が可能で、繰り返し充放電において極めて長寿命であるというキャパシタ本来の特性を損なうことなく、革新的な高エネルギー密度をもつハイブリッドキャパシタを開発することを目的として研究開発を行う。窒素ドーブカーボン多孔体をはじめとする低温処理（非晶質系）多孔質炭素電極を開発し、これを電気二重層（非ファラデー反応）と高ステージインターカレーション反応（ファラデー反応）の複合反応系正極材料として、リチウムイオン／黒鉛系のファラデー型負極反応と組み合わせたハイブリッドキャパシタを設計し、大容量かつ長寿命なキャパシタデバイスの開発を目標に検討を行う。

高容量化を目指した疑似容量反応機構の解明と構造最適化に関する検討を行った結果、ピッチを原料としてテンプレート法にて作製した窒素ドーブ多孔体において、既存のキャパシタ用活性炭と比べて高いエネルギー密度が発現したことから、これを正極材料としたハイブリッドキャパシタの性能評価を行った。本電極では疑似容量によると考えられる容量増加が発現するにも関わらず、 $\text{LiBF}_4$ を電解質として用いた系において、高い耐久性が確認され、耐久試験を行ったところ、9000サイクルまでは初期容量の85 %以上の高い容量維持率を示したが、その後急速に容量低下が起こった。長期安定性の点では若干の課題が残ったが、この電極材料を正極に使い、リチウムイオンのインターカレーション反応を起こす黒鉛系負極を組み合わせたキャパシタセルを構成することで、高いエネルギー密度をもつハイブリッドキャパシタが可能であることが明らかとなった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 キャパシタ、インターカレーション、リ

チウム、ハイブリッド、窒素ドーブ

〔研究 題 目〕 高品質半導体ダイヤモンドによる耐環境  
低損失パワーデバイスの開発（外部資  
金）

〔研究代表者〕 梅澤 仁（ダイヤモンド研究センター）

〔研究担当者〕 梅澤 仁、池田 和寛、  
Kumaresan Ramanujam  
（常勤職員1名、他2名）

〔研究 内 容〕

ダイヤモンド耐環境低損失パワーデバイスの開発にあたり、平成19年度では、以下に挙げる技術開発項目ごとに目標を設定し開発を行った。主として半導体ダイヤモンドの電子デバイス応用における問題点の洗い出しによる、効率的な研究展開の足がかりとする事を目標とした。

1) 高品質ダイヤモンド合成技術開発

Mo および Cu を X 線源として用いた X 線トポグラフィ装置を使用し、高圧合成ダイヤモンド基板中の転位を確認した。X 線トポ像では基板中の欠陥およびセクター構造が見られ、特に基板中を縦に伝播し貫通する転位が見られた。100/cm<sup>2</sup>程度の密度での50 μm程度の転位束が基板中に見られるが、ほとんどの転位はほぼ均一に散在している。メタン濃度を変化させダイヤモンド合成を行い各基板の合成膜中ボロン濃度をSIMS 測定により評価したところ、10<sup>15</sup>–10<sup>16</sup>/cm<sup>3</sup>程度のボロンが混入していることがわかった。混入した不純物ボロンは格子位置にあり、活性化可能であった。混入ボロンをドリフト層へと利用しデバイス試作可能である。

2) デバイス化要素技術開発

ダイヤモンドエッチング技術を開発し、100 μm の深さのエッチングを行い低抵抗コンタクト via ホール形成技術を開発した。マスク材料を工夫することにより、エッチング表面に形成されるエッチピットおよびナノウィスカ形成を抑制することが可能となった。加工技術を元に p/p<sup>+</sup>積層構造におけるオーミックコンタクト形成が実現し、10<sup>-6</sup> Ohm-cm<sup>2</sup>程度のコンタクト抵抗が得られている。また、ICP フッ素ガスによる表面プラズマ処理にて高バリアハイト化が確認され、デバイスリーク電流の低減が可能となった。

3) デバイス評価技術開発

本年度の予算を使用し3 kV 以上かつ3 A 以上の電力が取り扱え、さらに超高真空環境(10<sup>-8</sup>Torr)で低リーク電流(1fA)を評価可能なデバイス評価手法が構築され、素子評価を行うことが可能となった。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ダイヤモンド、ショットキーダイオード、省エネ、パワーエレクトロニクス

〔研究 題 目〕 Stating a new Collaboration with the

CEA LIST in Saclay, France

〔研究代表者〕 藤森 直治

（ダイヤモンド研究センター）

〔研究担当者〕 藤森 直治（常勤職員1名）

〔研究 内 容〕

ダイヤモンドのバイオ応用について様々な角度から可能性を検討した。とりわけ、基盤となる表面修飾技術についての情報交換を行った。交流を通じて両国の当該分野の研究状況について理解を深めた。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ダイヤモンド、バイオ、表面修飾

〔研究 題 目〕 高性能の凝固体型有機色素太陽電池の開発

〔研究代表者〕 原 浩二郎（太陽光発電研究センター）

〔研究担当者〕 甲村 長利（ナノテクノロジー研究部門）、Zhong-Sheng Wang、崔 彦、Zhang Xue-Hua（以上太陽光発電研究センター）（常勤職員5名）

〔研究 内 容〕

本プロジェクトでは、有機色素を光吸収材料とし、新規のイオン性オリゴマーゲル化剤によりゲル化したイオン性液体系擬固体電解質を用いた、高性能かつ安定で実用化可能な有機色素太陽電池を開発することを目的とする。平成18年度は、太陽エネルギー変換効率7 %（AM1.5G(100 mW/cm<sup>2</sup>)条件下、非溶媒系電解液を使用）と500時間以上の耐久性の達成を目標とする。

ヘキシルチオフェンにより機能化した MK-2色素を用いた太陽電池で、従来型の有機色素に比べて開放電圧を向上させることに成功し、溶媒系電解液で8.3 %の高効率を達成した（疑似太陽光照射下、遮光マスクあり、反射防止膜なし）。さらに、非有機溶媒イオン性液体電解液を用いた太陽電池で6.7 %の高変換効率を達成した。これらの結果により、今後のさらなる高効率化が期待できる。さらに、セル特性の耐久性試験をおこなった結果、紫外線カットの AM1.5条件下において、連続照射1000時間以上の良好な耐久性を得ることができた（MK-2色素およびイオン性液体電解液）。

おもな研究成果外部発表 1) Z.-S. Wang et al., Adv. Mater. 2007, 19, 1138. 2) N. Koumura et al., J. Am. Chem. Soc., 2006, 128, 14256. 3) Z.-S. Wang et al., J. Phys. Chem. C 2007, 111, 7224.

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池、有機色素、イオンゲル、ゲル化剤、電解質、色素増感、光電変換

〔研究 題 目〕 大電力密度電子デバイスの実現に向けた n 型ダイヤモンド半導体の低抵抗化ならびにオーミック接合技術の開発

〔研究代表者〕 加藤 宙光



(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】加藤 宙光 (常勤職員1名)

【研究内容】

省エネルギー・高効率化社会を目指した革新的パワーデバイスの実現には、ワイドバンドギャップ半導体の導入が余儀なくされる。ワイドバンドギャップ、単元素共有結合半導体、高熱伝導率、高飽和ドリフト移動度を有するダイヤモンド半導体に着目し、提案者が持っている世界トップレベルの合成技術を基に、低抵抗化ドーピング技術や界面ナノ制御による低抵抗オーミック接合技術の開発など、電子デバイス化への基盤要素技術の確立を導く。

デバイス構築する上で不純物ドーピングレベルの広域な制御が要求される。特に高濃度ドーピングは薄膜の低抵抗化に直接つながり有効な技術となる。ドーパントガス流量制御により、(111)面リンドープ膜においてリン濃度 $\sim 2 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ までの高濃度化を達成した。また、この高濃度ドーピングにより、室温比抵抗値を $\sim 100 \text{ } \Omega \text{cm}$ 未満まで低減できることを示した。

オーミックコンタクト技術は、上述の n 型半導体の低抵抗化と同じく重要な開発課題である。少なくともデバイス固有の抵抗に対して無視できるレベルまで低減することが求められている。接触抵抗の評価には、精密な測定が可能な線形伝送長モデルに基づく伝送長法 (TLM: Transfer Length Method) が用いられる。TLM 解析する上で、パターン構造・サイズを測定試料に合わせて設計する必要がある。非加工で精密な解析が行える同軸円形状の TLM パターンを設計作製し、実際に上記の高濃度リンドープ膜の接触抵抗評価を行ったところ、 $\sim 1 \times 10^{-2} \text{ } \Omega \text{cm}^2$ と見積もられた。未だ理想的なオーミック特性は得られていないが、これまでの報告値 ( $\sim 10^5 \text{ } \Omega \text{cm}^2$ ) に比べ遙かに小さな値が得られている。今後、膜質や界面特性の改善を図ることで、更なる低抵抗化を目指す。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ダイヤモンド、n 型半導体、リンドープ、接触抵抗、バイポーラデバイス

【研究題目】塗布型デバイス構築用単一電子構造カーボンナノチューブ凝集体の開発

【研究代表者】柳 和宏 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】柳 和宏、飯塚 敏江  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

単層カーボンナノチューブには、そのグラフェンシート of the 巻き方 (カイラリティ) によって金属型・半導体型が存在する。本研究では、金属型・半導体型カーボンナノチューブを密度勾配遠心分離法によって安価に分離精製を行い、塗布形式によってカーボンナノチューブデバイスを作成することを目指す。既存の密度勾配遠心

分離法は、密度勾配剤として非常に高価なものを使用していたため、本年度においては、より安価な分離法の確立を目指して研究を行った。新たに超遠心機・高速で分離可能なパーティカル型のローターを購入し、代替の密度勾配剤の探索を行った。様々なパラメータの最適化を行い、新たな密度勾配剤の試行錯誤を行い、結果として、現状より20分の1のコストでカーボンナノチューブの金属型・半導体型を分離可能な、代替の密度勾配剤を明らかにすることに成功した。また既存の方法によって得られた金属型・半導体型カーボンナノチューブをインクジェットプロセスによってデバイス構築が可能であることを明らかにした。現在、大量分離への拡張を計画しており、企業との連携を図っている。特許出願を行なった。現在、論文執筆を現在行っている。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】カーボンナノチューブ、金属型・半導体型分離

【研究題目】簡便に合成可能な新規電解質ゲル化剤およびそれを用いた高機能ハイブリッドゲルの開発

【研究代表者】吉田 勝 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】甲村 長利 (光技術研究部門)、  
松本 一 (ユビキタスエネルギー研究部門)、三澤 善大、栗田 千賀子、  
館野 春美、後藤 みどり  
(常勤職員2名、非常勤職員4名)

【研究内容】

本研究では特殊な実験条件を必要としない簡便な合成反応で、新規なゲル化剤化合物群を提供することを目的とする。現状の技術シーズをさらに発展させることにより、機能性のイオンゲルおよび SWNT 分散水溶液を用いた導電材料、電気二重層キャパシタ (EDLC) の作成など様々な応用を目指し、広範な技術分野に適用できる「基盤材料 (プラットフォーム材料)」としての電解質ゲル化剤のポテンシャルを合成・機能化の両面から精緻に検討する。本年は、二種類のモノマーを用いる共重合法を更に発展させ、種々の誘導体が水溶液ゲル化剤としての機能を持つことを明らかにした。また、ヒドロゲル作成時、およびアニオン交換体のオルガノゲル作成時において添加塩の効果があることを見出した。またモデル化合物を用いたゲル化のメカニズムに関する構造化学的考察を行った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ゲル、ヒドロゲル、電解質、イオン液体、単層カーボンナノチューブ

【研究題目】熱交換機能付き熱電モジュールの製造に関する研究

【研究代表者】舟橋 良次

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 舟橋 良次、竹内 悦子

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

昨年度開発した酸化物熱電モジュールの量産技術を用い、湯沸かし器に搭載し、商品化が可能な形状を持つ熱交換可能なパイプ型熱電モジュールを作製する。また、作製したモジュールをガス機器メーカーに依頼し、元止め式湯沸かし器に搭載する。平板型モジュールの製造方法である、セラミックスロッターを用いた素子配列技術を用い、48対の p 型の  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  と n 型の  $\text{LaNiO}_3$  素子を交互に配列し、酸化物粉末を複合した銀ペーストを用い接合し、一つの素子列を作製した。この素子列を三本作製した。外径8 mm の円形の銅パイプに熱伝導フィルムを巻き付け、その上へ三本の素子列を載せた。全ての素子列に湯沸かし器バーナーの炎が当たるように三本の素子列は配置された。素子列の上には厚さ2 mm の銅板を載せた。銅板は熱膨張でも変形しないよう、ボルト止めはせず、ホースクランプで固定した。パイプ型モジュールは三段の螺旋構造からなり、元止め式湯沸かし器の水管に溶接している。天然ガスの燃焼によりモジュール表面が400℃に達し、低温側との温度差が300℃つくことで8 V、8 W の開放電圧と最高出力を得ることができる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 熱電発電、酸化物、廃熱回収

〔研究題目〕 金属錯体ナノ粒子インクと多様な印刷・製膜技術による新機能エレクトロクロミック素子の創製

〔研究代表者〕 川本 徹 (ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 川本 徹、田中 寿、原 茂生、  
塩崎 啓史、大村 彩子、徳本 圓  
(以上ナノテクノロジー研究部門)、  
栗原 正人 (山形大学)  
(常勤職員2名、他5名)

〔研究内容〕

金属錯体、特にプルシアンブルー型錯体ナノ粒子のエレクトロクロミック特性を利用し、表示装置、調光装置の開発を実施した。プルシアンブルー型錯体  $\text{Mx}[\text{Fe}(\text{CN})_6]_y$  は、光学、磁性、電気化学などに外部刺激応答性を示し、興味深い物質である。我々の中でも、安定な顔料として知られる、プルシアンブルー ( $\text{PB Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ) のエレクトロクロミック特性に注目し、そのデバイス化の検討を行っている。しかし、バルクの PB は諸々の溶媒に不溶であるため、デバイス化を進める上で大きなデメリットとなっていた。

そこで我々は、バルクの PB に表面処理を行いナノ粒子化し、水に安定に分散させることに成功し、安全性やコスト面で大きなメリットがある水溶性インクとする方

法を確立した。このインクを動的光散乱法を用いて粒子の粒径を測定したところ、平均粒径サイズは十数 nm であることがわかった。この PB 型ナノ粒子水溶性インクを用いて、スピコート法により ITO 基板上に均一に PB ナノ粒子の薄膜を作ることに成功した。膜厚は約300 nm であった。エレクトロクロミック特性を評価するため、製膜した PB 薄膜に電解液中で電位を印加した。結果、-0.7 V(vs.SCE)を印加することで、青色の薄膜が無色へと変化した。次に、0.8 V を印加することで、無色が青色に戻ることも確認された。また、青色以外についても、黄色のエレクトロクロミック特性を確認した。黄色については、 $\text{Ni}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$  のナノ粒子を合成し、エレクトロクロミック (EC) 特性の確認に成功した。

同様に、トルエン等の有機溶媒に分散するナノ粒子も併せて開発した。これについては、10 cm 角の調光ガラスを試作した。この試作品は、電極間に1.5 V の乾電池を接続すると、10秒以内に青から無色透明への色変化が起こった。なお電流は色を変化させる時だけに必要で、メモリ特性があるため通電を止めても状態は保持される。また、逆の電圧をかけると、逆の色変化を示し、1万回以上の繰り返し色変化後も劣化は見られなかった。さらに、フォトリソグラフィーを利用した微細加工により、表示装置も試作し、二種類の柄の切り替えを実現した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 金属錯体、ナノ粒子、エレクトロクロミック、電気化学、スピコート

〔研究題目〕 シグナル物質担持アパタイトによる多重感染防止システムを備えた経皮デバイスの開発

〔研究代表者〕 大矢根 綾子

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 十河 友、伊藤 敦夫、釘宮 慎太郎  
(以上、人間福祉医工学研究部門)、  
田辺 公三 (ナノテクノロジー研究部門) (常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

目標：

本研究の最終目標は、高分子及び金属材料表面にシグナル物質担持アパタイト層を形成させることにより、細菌感染を防止する機能を有する経皮デバイスを開発するための指針を得ることである。シグナル物質としては、接着因子、成長因子、及び抗菌剤から選ばれる1種以上のシグナル物質を用いる。

研究計画：

昨年度は、高分子及び金属材料表面に接着因子担持アパタイト層、成長因子担持アパタイト層、及び抗菌剤担持アパタイト層を形成させ、各シグナル物質の担持条件について検討した。本年度は、骨折固定用の経皮デバイスとして臨床応用されている、陽極酸化処理チタン金属

製スクリューの表面に、(シグナル物質を含まない) アパタイト層を形成させ、同スクリューの経皮デバイスとしての性能を評価するためのウサギ動物実験モデルを確立する。

年度進捗状況：

表面にアパタイト層を形成させたスクリューの骨伝導性、骨固着強度、及び細菌感染率をウサギ動物実験により評価し、経皮デバイスの抗感染性を評価するための動物実験モデルを確立した。また、経皮デバイス表面にアパタイト層を形成させることにより、同デバイスの骨伝導性と骨固着強度が向上することを明らかにした。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

【キーワード】 アパタイト、シグナル物質、成長因子、FGF-2、過飽和溶液、ナノコンポジット、経皮デバイス

【研究 題 目】 カルコパイライト型半導体による Cd フリー蛍光標識の開発

【研究代表者】 上原 雅人(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 上原 雅人(常勤職員1名、契約職員1名)

【研究 内 容】

半導体ナノ粒子は、退色性、蛍光強度、単色励起多色発光など、ライフサイエンスにおける蛍光標識として、優れた特性を有している。しかし、市販の半導体標識は、RoHS 等の法規制の対象である Cd を含んでおり、生産および取り扱いに難点がある。我々は、これまでに Cd を含まない半導体として、カルコパイライト型蛍光ナノ粒子の合成に成功した。本研究では、同材料による蛍光標識の開発を目的とし、他の材料との複合化による発光強度(蛍光量子収率)の向上を図る。

これまでの反応系で得られる  $\text{CuInS}_2$  ナノ粒子の発光起源は内部欠陥である。これまでに、金属イオンのドーピングでの欠陥制御による、発光の高効率化方法を見出した。本年度はそのドーピング条件および欠陥導入に関して詳細に検討した。 $\text{CuInS}_2$  ナノ粒子はバルク同様に、Cu 欠乏に関する格子欠陥が安定に存在できることが示唆され、この格子欠陥を多く導入することで蛍光量子収率が向上した。また、粒子径や化学組成により、ナノ粒子のバンドギャップとともに蛍光波長は変化し、その結果、蛍光量子収率15 %以上で、蛍光波長を550 nm～750 nm の範囲で制御する技術を確認することができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノ粒子、蛍光体、半導体

【研究 題 目】 2次元マトリクスアッセイを実現する閉鎖流路型細胞アレイのテ일러メイド作製技術

【研究代表者】 須丸 公雄

(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】 須丸 公雄、高木 俊之、金森 敏幸、高井 克毅、枝廣 純一  
(常勤職員3名、他2名)

【研究 内 容】

開発コストの高騰が新薬開発の足枷になっていると言われ、新しい創薬支援技術の登場が待ち望まれている。我々は、細胞を用いた新しい薬物スクリーニング技術を開発し、新薬開発プロセスのごく初期の段階で投入すれば、新薬開発コストの大幅な圧縮に繋がると考え、細胞アレイチップの開発を目指している。特に本研究課題では、多数の閉鎖微小流路内に複数種の細胞を配列・培養し、一定時間その機能を維持する技術の開発を行っている。閉鎖流路面内への細胞の配列担持には、透明流路外部からの照射によって細胞接着性を局所的に制御する独自の新規細胞操作技術を駆使し、細胞アレイの作製からバイオアッセイまでを一貫した無菌的操作によって合理的に行うことを可能にする。これにより、ユーザーが自ら保有する細胞を用いて細胞アレイを無菌的に作製し、これを用いて2次元マトリクスをなす膨大なバイオアッセイを一挙に行うことが実現される。

本年度は、培地中で照射した領域のみ細胞が接着可能で、それ以外の領域で細胞接着が抑制される新規基材(光追記型培養基材)を底面とし、3本の微小流路を有する流路チップを作製することができた。さらに、各流路内の所定の位置に2種類の細胞を局所担持させることに成功した。また、上部から圧力分布を加えることにより縦と横の流通を一斉に切り替えることのできる交差流路構造を新たに設計し、試作したチップを用いて原理の実証を行った。さらに、独自に開発した光応答収縮ゲルシートを用いて、照射したパターンに沿って自在の経路・形状の流路を即時形成する技術を開発した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 創薬支援技術、細胞アレイチップ、マイクロ流路、刺激応答性高分子、光細胞マニピュレーション、光応答収縮ゲルシート

【研究 題 目】 環境先進型界面活性剤の製造・利用技術の高度化

【研究代表者】 森田 友岳(環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 羽部 浩、酒井 秀樹

(常勤職員2名、他1名)

【研究 内 容】

目標：

微生物がバイオマス資源から生産する種々の界面活性物質(バイオサーファクタント)は、多様な潜在機能と環境適合性を兼ね備えており、新しい環境先進型界面活性剤として、幅広い産業利用が期待されている。一方、これらのバイオベース材料の実用化には、製造コストの低下と、構造・機能の多様化が必須の課題となっている。



本研究では、遺伝子組換え技術と界面工学的手法を融合して、まずバイオサーファクタントの機能性材料（化粧品等）としての実用化を達成し、環境先進型界面活性剤の利用・普及に資する。

研究計画：

本年度は、遺伝子組換えによるバイオサーファクタント製造技術の高度化を早期達成するため、関連遺伝子の取得、宿主ベクター系の改良、遺伝子破壊技術の確立を行う。また、新規バイオサーファクタント生産菌の探索も行い、各種バイオサーファクタントの選択的量産を目指す。さらに、バイオサーファクタントの基本的スペック及び自己組織化特性やナノ構造の特性といった、界面科学的な情報の蓄積も行う。

本年度進捗状況：

- ① *P. antarctica* のゲノムからバイオサーファクタント生合成遺伝子を取得した。また、プロモーター配列も取得して、遺伝子発現ベクターを構築した。さらに、薬剤耐性遺伝子を挿入したバイオサーファクタント生合成遺伝子破壊断片を作成し、*P. antarctica* に導入することで、遺伝子破壊株の作製を試みた。
- ② バイオサーファクタント量産産菌を複数取得し、量産可能なバイオサーファクタントの構造および機能を充実させた。
- ③ 各種バイオサーファクタントの、表面張力低可能、乳化・分散能などの基本的スペックを界面科学的手法で測定し、それらの構造と物性・機能の関係に関する情報を蓄積した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオサーファクタント、機能性バイオ素材、糖脂質、酵母

【研究 題目】 バイオサーファクタントをリガンドとした有用タンパク質の高効率分離システムの開発

【研究代表者】 井村 知弘（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 北本 大（環境化学技術研究部門）  
秋山 陽久（ナノテクノロジー研究部門）（常勤職員3名）

【研究 内容】

目標：

本研究では、需要の急増が見込まれる有用タンパク質（抗体など）の製造プロセスを飛躍的に高効率化する新しい分離・濃縮技術の開発を目的としている。特に新しいタイプのリガンドであるバイオサーファクタントを物理吸着及び化学結合により固定化したアフィニティークロマトグラフィーの構築を目指す。

研究計画：

今年度は、リガンドとしての基本性能や多様な抗体への適応性が確認されたバイオサーファクタントを固定化したアフィニティークラムの設計・開発を試みる。また、

流速や温度などの分離の諸条件についても最適化することを目指す。実際に、バイオサーファクタントを物理吸着及び化学結合によって固定化したアフィニティークラムを用いて抗体分離を試み、その性能について評価する。また、得られた結果を適宜フィードバックしながら、担体の種類やリガンドの密度などを検討することによって、分離性能をさらに向上する。また、固定化方法についても最適化するとともに、実用化に資するため、リガンドの固定化収率（オゾン酸化・オレフィンメタセシス反応）を向上することも目指す。

本年度進捗状況：

まず、新しいタイプのリガンドであるバイオサーファクタントを固定化したアフィニティークラムを作製することができ、従来のタンパク質系リガンドと異なる作用機構での抗体分離が可能であることを実証することができた。また、流速や温度の影響についても検討し、特に温度を変化させることによって、抗体との結合能が大きく異なることを見出した。さらに、分離を高効率化するため、12種類の担体をスクリーニングしたところ、特殊な表面処理を行った担体 A と担体 B が抗体分離に最も適していることも発見した。また、非特異的な吸着を抑制し、抗体を効率的に分離するリガンドの密度についても明らかにした。また、昨年度までに共有結合を介してバイオサーファクタントリガンドを担体に固定化することにも成功しているが、さらに収率を向上する諸条件（オゾン酸化・オレフィンメタセシス反応）についても検討した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオサーファクタント、抗体、ダウンストリームプロセス

【研究 題目】 ホスホロイル基の高分子骨格への直接導入による有機材料の耐燃化

【研究代表者】 韓 立彪（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 韓 立彪（常勤職員1名、他2名）

【研究 内容】

ジメチルホスファイト  $(\text{MeO})_2\text{P}(\text{O})\text{H}$  の1-オクチンへの付加をモデル反応に、最適なニッケル触媒系の探索を行った。触媒として  $\text{Ni}(\text{cod})_2$  を用いた時は付加がまったく進行しない。 $\text{PPh}_3$  を反応系に共存させると、反応が進行するようになり、2時間後に付加物を25%の収率で与えた。ホスフィンとして  $\text{PPh}_2\text{Me}$  に変えたところ、反応が高効率的に進行し、2時間後に付加物がほぼ定量的に生成した。一般的にニッケルを用いるアセチレンの反応では、アセチレンの重合化が伴うが、上記付加では、このような副反応が認められない。 $\text{PPh}_2\text{Me}$  と類似の構造を有する  $\text{PPh}_2\text{Bu}$  を用いた時もよい収率で付加物を与えたが、しかし、立体的に大きい  $\text{PPh}_2\text{tPr}$  を用いた時は、触媒の活性が著しく低下した。したがって、ホスフィン配位子の立体の大きさが、触媒の活性を左右し、立体的

に組み合わせの少ないホスフィンほど高い触媒活性を与えることがわかった。この実験結果をもとに、アセチレンガスをを用いた  $(\text{MeO})_2\text{P}(\text{O})\text{H}$  の付加反応を検討したところ、触媒の効率は、ホスフィン類に加えて、溶媒にも強く影響されることがわかった。その最適化を試みたところ、1 mol% のニッケル触媒を用いることにより、90 % 以上の収率ビニルリン類を与えることが可能であることがわかった。一方、1-オクテン、ブタジエン（リン類に対して5当量）とリン化合物と AIBN（リン類に対して5 mol%）を加え、100度で12時間加熱して、オレフィンへのリン導入について検討したところ、 $\text{P}(\text{O})\text{H}$  の反応性が、ホスフィンオキシド>ホスフィナート>ホスホナートの順に、リンの導入能が低下することを明らかにした。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】環境対応難燃剤、リン化合物の合成

#### 【研究 題 目】低温ラジカル活性化による炭化水素の気相選択炭酸化反応プロセスの開発

【研究代表者】三村 直樹（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】藤谷 忠博、坪田 年、伊達 正和、秋田 知樹、宋 朝霞  
（常勤職員5名、他1名）

#### 【研究 内 容】

本研究はラジカル活性化機能を持つ触媒で分子を活性化し、反応器内の気相空間におけるラジカル連鎖反応により目的の生成物を得るという新しい発想の触媒反応研究である。以前より見出しているチタンやモリブデンの活性金属を担持するに適した触媒担体や反応条件（特に反応器）について検討を行うとともに、活性金属の構造や反応機構などの検討を行うことを目標とした。

今年度は特に反応器について詳細な検討を行うために改良型の反応器を用いて研究を行った。管状の反応器を上部と下部に分けて、上部には触媒を充填し、下部を空間層とした。この際、上下別々のヒーターを用いることにより、上下独立に加熱温度を制御できるようにした。この反応器により、ラジカル活性化に必要な触媒温度と、空間部でのラジカル反応に必要な空間温度が明らかにできる。空間層温度が470 K 前後の場合は、触媒層の温度を560～580 K と変化させても目的生成物であるプロピレンオキシド(PO)の生成はほとんど見られなかったのに対して、空間層温度を550 K に保った場合には、577 K の触媒層温度において PO(収率4.6 %)の生成が見られた。このように、触媒と空間にはそれぞれにおいて最適な反応条件があることが確認され、触媒の開発とともに反応器の開発が重要であることが明らかになった。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】ラジカル、選択炭酸化、プロピレンオキシド

#### 【研究 題 目】ナノ構造制御カーボンによる次世代型

#### VOC 除去モジュール

【研究代表者】山本 拓司（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】片岡 祥、竹内 康隆、相楽 壮志  
（常勤職員2名、他2名）

#### 【研究 内 容】

本研究では、ナノ構造制御炭素を用いた揮発性有機物(VOC)の高効率・省エネルギー回収を実現するための技術開発を目的として、(1) ナノ構造制御炭素を用いたカスケード型モジュールの開発、(2) カスケード型モジュールによる VOC の吸着・濃縮特性評価、(3) カスケード型モジュールの量産化とオンサイト型 VOC 濃縮回収システムの設計・開発、について項目毎に検討した。項目(1)については、カスケード型モジュールに塗布するための部材として、メソ孔性炭素微粒子(CCM)を合成し、その粒子径分布と細孔構造制御法を確立すると共に、モデル VOC としてトルエンを用いて CCM の VOC 吸着性能を評価した。CCM は市販の活性炭に比べて高い相対圧での VOC 脱着が可能であり、CCM の細孔構造によって VOC の脱着が起こる相対圧を制御できることが明らかとなった。項目(2)については、CCM を基材に塗布する際のバインダーの開発を目的として、規則的な細孔構造を有する新規炭素材を開発し、四塩化炭素をモデル VOC として用いてラマンスペクトルを測定し、四塩化炭素の炭素表面における吸着挙動について検討した。項目(3)については、CCM の原料コストを評価し、目的とする VOC 回収モジュールの圧力損失を試算した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】VOC、熱スイング吸着、ラマンスペクトル

#### 【研究 題 目】低環境負荷、高洗浄性能、安全性を兼ね備えた工業洗浄剤の開発研究

【研究代表者】水門 潤治（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】陳 亮、滝澤 賢二（常勤職員3名）

#### 【研究 内 容】

目標：

フロン物質である CFC-113は工業洗浄剤として広く利用されてきたが、オゾン層破壊効果が大きいことから既に全廃されている。これに伴い、水系、炭化水素系、塩素系洗浄剤などへの代替が進められたが、依然として省エネルギー性、安全性等に課題が残されている。本研究では、種々含フッ素環状化合物の合成と特性評価を行うことにより、環境影響、安全性、洗浄性能、省エネルギー性の全ての特性に優れた工業洗浄剤を開発することを目標とする。

研究計画：

合成技術開発では、環化反応を中心に含フッ素環状化合物合成の効率化を図る。特性評価では、合成した化合物を中心に OH ラジカルとの反応速度測定（相対速度法）による環境影響評価、および燃焼性燃焼限界および

燃焼速度測定による燃焼性評価を行う。また、洗浄特性評価として溶解度測定や表面張力測定を行うことにより、有力候補化合物の絞り込みを行う。

本年度進捗状況：

環化反応において安価な工業原料から90 %以上の選択率で含フッ素環状化合物を合成可能な新規反応プロセスを開発した。また、環化反応により得られた化合物に還元反応や付加反応等の組み合わせにより3種の環状化合物を効率良く合成できることを見出した。特性評価では、4化合物の相対速度法による OH ラジカルとの反応速度測定、4化合物の ASHRAE 法による燃焼限界の測定、1化合物の燃焼速度測定を行った。さらに、洗浄特性評価として溶解度や表面張力測定を行い、平成18年度の特性評価結果を含めて考慮することにより有力候補として3化合物を選定した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 工業洗浄剤、含フッ素環状化合物、フロン代替物

【研究 題 目】 耐熱性・耐衝撃性に優れたバイオベース ABS 代替材料の開発とリサイクル特性評価

【研究代表者】 大石 晃広（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 川崎 典起、飯田 洋  
（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

自動車用材料として使用されている主要な樹脂の中から ABS 樹脂に注目し、3種類の単量体からなるベース材料をバイオ由来・転換原料に置き換えた新規共重合体樹脂を合成し、耐熱性・耐衝撃性に優れた材料を開発する。

耐衝撃性材料の開発としては、ABL アロイ化合物への相溶化剤について AL、AB 共重合体を合成し、ABL 組成、相溶性の評価と耐衝撃性との関係を明らかにし、材料の力学的特性を行う。耐熱性材料の開発として、前年度に確立した合成技術を基に、AL、または AB 二元共重合体を合成し、熱的性質、機械的性質を調べる。また、熱溶融プレスにより再生フィルムを作成し、力学的試験によるリサイクル性能評価を行う。

耐衝撃性材料の開発では、B 成分系共重合体である PBES においてシャルピー衝撃値 $41.6 \text{ kJ/m}^2$ 且つ破断伸度500 %以上が達成でき、これを用いた ABL 三元系材料の衝撃値が ABS 耐衝撃グレードを上回る数値を達成した。耐熱性材料の開発では、高融点であるポリアミド4(A)の特徴を活かしつつ、溶融成形可能なベース材料の合成を行った。2-ピロリドン(PRN)と $\epsilon$ -カプロラクタム(CLM)との共重合体を合成において、仕込み比が $\text{PRN/CLM}=70/30$ の場合、収率(35 %)、分子量ともに高くはなかったが、融点と熱分解温度を離すことに成功した。また、熱溶融プレスにより再生 PBES フィルムを作成し、力学的試験によるリサイクル性能評価をおこな

った。再生品の引っ張り試験後の試験片にはネッキングが見られ、上降伏点応力が増加している一方破断伸度及び破断点応力が低下しており、再生による柔軟性が失われていることが示唆された。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオベースポリマー、生分解性、リサイクル

【研究 題 目】 均一系触媒の耐水性化による新規水中触媒プロセスの開発とそのメンブレンリアクターへの展開

【研究代表者】 藤田 賢一（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 圃目 理人、服部 初彦、橋本 美香  
（常勤職員1名、他3名）

【研究 内 容】

本研究では、コア部に錯体触媒を固定化したデンドリマー型錯体触媒を新規調製し、デンドリマーの特異構造に基づく新規触媒活性を検証した。また新規ナノサイズ配位子としてポリ（アリルアミン）をポリマー支持体とし新規合成し、これより調製されるナノサイズ錯体触媒の水中での触媒活性を検証した。その結果、これらナノサイズ錯体触媒の水中での有機合成における有効性や触媒のリサイクル可能性を明らかにした。

デンドリマーの最外層に親水性官能基を導入した両親媒性デンドリマー固定型ホスフィン錯体触媒は、水中での鈴木-宮浦反応において高い触媒活性を有し、さらに収率に対するデンドリマー効果が明らかになり、両親媒性デンドリマーをポリマー支持体とした新規単分子ミセル型錯体触媒の、水中での有機合成における有効性が明らかになった。

またポリ（アリルアミン）をポリマー支持体として水溶性ナノサイズホスフィン配位子を新規合成し、この金錯体触媒の水中での触媒活性を明らかにし、水溶性ナノサイズ錯体触媒の量産化の可能性を示した。

さらにアセチレン類の水和反応では、デンドリマー型金錯体触媒、ポリ（アリルアミン）固定型錯体触媒何れの場合もナノフィルターを用いた膜分離により錯体触媒のリサイクルが可能となり、新規水溶性ナノサイズ触媒の膜分離に基づく触媒リサイクルシステムを構築することができた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ミセル、均一系触媒、触媒プロセス

【研究 題 目】 マイクロ波を駆動源とするバイオベースポリマーの高効率製造技術開発

【研究代表者】 長畑 律子（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 中村 考志（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

化学合成系のバイオベースプラスチックとしては、ポリエステル樹脂のみが現段階で実用化されている。全て



または一部の原料に石油を用いないためにグリーンプロダクツの代表格に取り扱われるが、ポリエステル製造には、石油系、バイオマス系を問わず、多段階・高温・長時間反応が必要なため、実は石油に依存したプロセスエネルギーを多量に要し、ハロゲン化原料や溶媒を使用することも多い。2000年代に入って、いくつかの新触媒系による高効率製造法が報告されてきてはいるが、依然10時間以上の長時間を要しており、シンプルであるのみではなく、経済的、環境調和的、かつ迅速な製造法の開発が産業界から望まれている。

マイクロ波は、従来のヒーターやスチームとは異なり、物体を伝熱によらず内部から高速かつ均一に加熱できるという特長を有している。我々は、ポリエステル合成の基本反応である重縮合が、マイクロ波をよく吸収する基質および脱離成分が主に関与する反応であることに着目し、脂肪族ポリエステル合成の加熱にマイクロ波を用いることを着想した。

前年度までに試作した中容量パッチ反応器で検討した結果、100 mL 以上の中容量スケールで実験可能となった（従来数 mL 程度）。触媒については、スズ系を中心にマイクロ波合成に適した配合を行うことが可能となった。本法で得られたポリ乳酸の一次構造を MALDI 質量分析法で解析したところ、従来品と比し末端構造の揃った高純度ポリマーであることがわかった。また、NMR を用いたラセミ化率を解析した結果、従来品と同等以上の品質であることが確認された。現在、ポリ乳酸（グリコール酸共重合体を含む）を中心に実用化に向けた内部検討を開始している。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ポリエステル、バイオベースポリマー、マイクロ波、合成

【研究 題 目】 有機 EL ディスプレイ用燐光材料の迅速探索システム

【研究代表者】 今野 英雄（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 今野 英雄（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

近年、有機 EL ディスプレイ用の発光材料として、トリス（2-フェニルピリジン）イリジウム錯体などの燐光材料を用いると、発光効率が従来の蛍光材料よりも3～4倍も向上することが報告され注目を浴びている。これらイリジウム錯体については、これまでに様々な製造法が提案されているが、多段階プロセスが必要、反応時間が長い、複雑な精製プロセスが必要、収率が低いなどの問題があり、現在までに実用的な合成法は開発されていなかった。そこで本研究では、有機 EL ディスプレイ用燐光材料の開発を加速化するために、マイクロ波を用いた燐光材料の迅速探索システムを構築することを目的としている。

本年度は、トリスオルトメタル化イリジウム錯体の合

成のカギを握るオルトメタル化反応が、有機配位子の構造に強く依存することを見出した。すなわち、2-フェニルピリジンの代わりにベンゾキノリン系配位子を用いると、従来必須であった大過剰の配位子を使用せずに収率が大きく向上することを明らかにした。この原因については、2-フェニルピリジンのピリジン環とベンゼン環は自由回転するのに対し、ベンゾキノリン系配位子は剛直な構造で自由回転せず、イリジウムと炭素原子およびイリジウムと窒素原子の衝突確率が高まり、オルトメタル化反応が進行しやすくなったものと考えられる。また、2,2'-ジピリジルアミン配位子のアミン部位へアルキル基を導入した新規骨格のオルトメタル化イリジウム錯体を合成することに成功した。これらのイリジウム錯体は、従来の2,2'-ジピリジルアミン配位子を有するイリジウム錯体よりも安定で、効率よく青色発光を示すことを見出した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 有機 EL、マイクロ波、合成、発光材料、イリジウム

【研究 題 目】 電場印加液相プロセスによる規則性メソ多孔体の三次元集積化・高機能モジュール化技術の開発

【研究代表者】 遠藤 明（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 根岸 秀之、魯 保旺、小野寺 奈美子（常勤職員2名、他2名）

【研究 内 容】

本研究では、厚膜形成に適した性状の規則性メソ多孔体粉末の開発と、それをコロイド法と電場を協調させた泳動電着法により、複雑形状の基板上に100  $\mu\text{m}$  以上の厚さに堆積・固定化する技術を開発し、メソ多孔体の吸着モジュール化技術を確立することを目的としている。本年度は、デシカント空調システムの除湿・加湿エレメント用熱交換フィンを想定した検討として、電着基板であるアルミニウム板を2～3 mm 程度の等間隔で固定し、多層基板上への電着膜作製を検討し、その基盤技術を確立した。また、電着条件（溶媒の種類、基板の種類、電圧、時間、粒子濃度等）が作製した膜の構造に与える影響を詳細に検討し、製膜条件の最適化を行った。さらに、微量のバインダーを電着浴に添加することで膜強度の向上をはかった。作製した電着膜の窒素および水蒸気の吸着等温線を測定し、泳動電着前後の吸着剤の吸着特性変化を検討したところ、泳動電着法により得られた膜は、元の粉体と同等の吸着特性を持ち、電着プロセスにより規則性メソ多孔体の構造は保持されることがわかった。また、熱天秤を利用した流通法による水蒸気吸着速度測定法を確立し、製膜条件および膜構造との相関を検討した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 泳動電着、規則性メソ多孔体、吸着モジ

ユール

〔研究題目〕 先端電子機器に含まれる有害化学物質の  
溶出試験法開発と国際標準化

〔研究代表者〕 山下 信義（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 谷保 佐知、三宅 祐一（他2名）

〔研究内容〕

電子計算機・半導体・液晶等、高度テクノロジー電子工業製品の製造過程で膨大な量が使用されており、その一部は製品自体に残留することが確認されている RoHS 指令対象物質である特定臭素系難燃剤、及び将来的に対象となる可能性の高い難分解性フッ素化合物について信頼性の高い製品溶出試験法を開発する。平行して簡便迅速スクリーニング法として工業製品中の総ハロゲン（フッ素、臭素、塩素）高感度分析が数時間で実現可能なスクリーニング法を開発し、装置として製品化するとともに、標準試料開発、国内外標準化も目指す。パーソナルコンピュータの溶出試験を開発した。予想に反して半導体・樹脂などからは検出されず、金属部分に高濃度のフッ素化合物が検出された。現時点では推測にとどまるが、これは耐熱性潤滑油の塗布によるものと考えることができる。本試験法により、PFOS/PFOA 他、フッ素系樹脂や半導体・液晶製造工程において使用される難分解性人口フッ素化合物の製品分析と溶出試験が可能になった。

また簡便迅速スクリーニング法の開発ではフッ素、臭素の感度は通常装置に対して約100倍と世界最高感度を得ることができた。数種の環境試料についてフッ素系化学物質の総量を測定する分析条件を開発し、従来法と比べて2000倍高感度な総有機フッ素分析法を開発した。この成果は国際誌に公表済みであり、国際研究集会でも高い評価を得ている。また、プレス発表、日本分析機器展での一般公開も行った。本分析法によりバルクの総フッ素の測定、個別の残留性有機フッ素化合物の測定、無機フッ素化合物の測定が可能になり、水試料・製品に残留するフッ素化合物のマスバランス分析が可能になった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 JIS、ISO

〔研究題目〕 貴金属リサイクルのための新規金属分離  
回収プロセス開発

〔研究代表者〕 成田 弘一（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 田中 幹也、森作 員子、高田 佳恵子、  
鈴木 昌資 (SAITEC)、  
灘野 朋美 (SAITEC)  
(常勤職員1名、他4名)

〔研究内容〕

目標：

現在、湿式法による貴金属の分離精製は溶媒抽出法を用いたプロセスが主流となっているが、使用抽出剤の安定性及び貴金属に対する分離特性が不十分なこと、さら

に多量の有機溶剤の使用など問題点は多い。そこで本テーマでは、安定で貴金属に対し優れた抽出性能を有する抽出剤を導入した溶媒抽出法に、新規分離法である溶媒含浸繊維法を組み込んだプロセスの開発を目指す。

研究計画：

溶媒抽出法に関しては、酸に対して安定な疎水性分離試薬（アミド化合物）を合成し、それを用いて酸溶液からの貴金属の抽出分離特性を明らかにする。得られた結果を基に、各貴金属に対し選択性の高い分離試薬を決定する。溶媒含浸繊維法では、まず強酸に対して安定である繊維を選定し、それを用いた溶媒含浸繊維の貴金属に対する分離性能評価を行う。これらの知見より実プロセスへの適用を想定した分離条件を決定する。

年度進捗状況：

これまでの研究でパラジウムを迅速かつ選択的に抽出可能であることが示された *N,N'*-ジメチル-*N,N'*-ジ-*n*-オクチル-チオジグリコールアミド (MOTDGA) の逆抽出(剥離) 特性を向上するために、*N'*置換基の異なる *N,N,N',N'*-テトラ-*n*-オクチル-チオジグリコールアミド (TOTDGA) を合成し、パラジウムの抽出及び逆抽出実験を行ったところ、パラジウムに対する高抽出性能を有し、かつ実プロセスで用いられるアンモニア溶液による逆抽出が可能であった。チオジグリコールアミドによるパラジウムの迅速分離の要因特定は、単結晶 X 線構造解析、X 線吸収微細構造法、界面張力測定等により行った。その結果、従来型抽出剤ジ-*n*-ヘキシルスルフィド (DHS) に比べ、チオジグリコールアミドは高い界面活性を有することが示され、このことが迅速抽出に影響していると推測された。また、抽出剤の繊維への含浸形態及び金属の吸着部位をレーザー顕微鏡及び EPMA で観察したところ、抽出剤は繊維間隙で保持されているものと繊維の中空部分に入っているものがあり、いずれにもパラジウムの吸着があることが分かった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 貴金属、溶媒抽出、溶媒含浸繊維

〔研究題目〕 光触媒能を有する多色調光材料の開発

〔研究代表者〕 大古 善久（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 大古 善久（常勤職員1名）

〔研究内容〕

酸化チタン光触媒と銀ナノ粒子の複合材料が示す多色フォトクロミズムという新しい現象を環境分野へ適用する試みとして、光触媒性能（酸化分解活性・表面親水化活性）と調光性能を併せ持つ省エネルギー材料の開発を行っている。

平成19年度は、太陽光下で安定に着色する材料を開発し、特許を1件申請した（宇部日東化成と共同）。また、白金ナノ粒子等と組み合わせることで、着色速度の制御も可能であることを明らかにし、紫外光下（昼間）に数秒で着色し、蛍光灯下（夜間）に数分で退色する材料

開発を行い、特許を1件申請した（宇部日東化成と共同）。基礎的な新たな知見として、電子顕微鏡観察によって銀ナノ粒子の生成・消滅挙動を明らかにした。これにより酸化チタン光触媒の活性サイトの分布がわかってきた。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化チタン光触媒、調光、銀ナノ粒子、フォトリソリズム

#### 【研究 題 目】CFRP 構造体の全方位損傷モニタリングシステムの開発

【研究代表者】遠山 暢之（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】永井 英幹、飯島 高志、王 波  
（常勤職員3名、他1名）

#### 【研究 内 容】

本研究は、ラム波に対して感度指向性を有する圧電素子を設計開発し、薄板上の一箇所にのみ配置したアレイセンサを用いて、外部衝撃荷重および損傷等の音源位置標定を行うことが可能な計測システムおよび評価手法を新たに開発することを目指している。本年度の計画は、50 kHz の低周波ラム波に対して指向性を有する圧電素子からなる放射状アレイセンサの設計を行い、同センサを用いた音源位置標定手法を確立する。さらに計測システムの構築およびソフトウェアの開発を行い、CFRP 積層板とアルミニウム薄板を対象としたリアルタイム音源位置標定のデモンストレーションおよび精度検証を行なうこととした。45° 間隔に配列させた八つの指向性圧電素子からなる放射状アレイセンサを設計し、音源－センサ間距離および音源の方位を定量的に評価する手法をそれぞれ開発した。その後、オシロスコープおよびノートパソコンからなる計測システムを構築するとともに、音源位置標定ソフトウェアを開発し、音源の発生後、ほぼリアルタイムに音源位置標定結果が表示される計測システムを完成させた。1 m 四方のアルミニウム薄板およびCFRP 積層板を用いてデモンストレーション試験を行った結果、前者については±1 cm 以内の誤差、後者については±5 cm 以内の良好な精度で音源位置標定が行えることを確認した。以上の研究より従来手法と同等以上の精度でかつ、一箇所にのみ配置したセンサで音源位置標定を行う手法を確立することができた。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】複合材料、圧電材料、非破壊検査、ラム波、アコースティックエミッション

#### 【研究 題 目】単純形体に基づくピッチマスターゲージとそのナノレベル測定技術の開発

【研究代表者】大澤 尊光（計測標準研究部門）

【研究担当者】佐藤 理、近藤 余範（計測標準研究部門）、小森 雅晴（京都大学）  
（常勤職員2名、他2名）

#### 【研究 内 容】

自動車をはじめ、風力発電装置、航空機、船舶等、様々な分野で使用されている歯車等の回転体用の円ピッチ測定を対象として、国家標準レベルから生産現場レベルまでの技術的欠落のないナノ精度ピッチ保証体系の構築を目指し、以下のような研究開発を実施する。

- ① 高精度に製作可能な単純形体（球・円筒・平面等）に着目したピッチ標準器（ピッチマスターゲージ）の開発、
- ② 角度標準技術である等分割平均法とレーザ干渉による高精度距離測定法を組み合わせたピッチマスターゲージのナノ精度測定技術の開発、
- ③ ピッチマスターゲージを用いた生産現場用測定機の高精度検査・校正法の開発、
- ④ ピッチ測定用の小型・高精度検出器の開発を行う。

平成19年度は、形状精度の高い球、平面、円筒を利用した2種類のピッチマスターゲージを考案し、製作した。製作したゲージを座標測定機により測定した結果、短時間の繰り返し安定性が0.1 μm 以下であることを確認した。

また、製作したピッチマスターに値付けを行うためのシステム開発を行った。具体的には、非接触により高精度な測定を可能とするセンサの開発、マルチセンサによる自己校正型ロータリーテーブルの開発等を行い、ピッチマスターゲージを校正するためのシステムが完成した。さらに、ピッチマスター測定時の誤差要因に関してシミュレーション解析を行い、寄与の大きな要因の特定を行った。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】歯車、ピッチ、精密測定、トレーサビリティ

#### 【研究 題 目】モード同期ファイバレーザによる広帯域光コムを用いた光周波数計の開発

【研究代表者】稲場 肇（計測標準研究部門）

【研究担当者】中嶋 善品（常勤職員1名、他1名）

#### 【研究 内 容】

##### 目 標

モード同期ファイバレーザによる光周波数コムシステム（ファイバコム）を製作し、波長1.5 μm および633 nm レーザの光周波数計測を、1ヶ月以上メンテナンスフリーで行えるよう改良を行う。また、連携企業であるアドバンテスト研究所に製作したファイバコムを持ち込み、ポータブルな光周波数計の試作機に組み込むための予備実験を行う。中間時期までに、アドバンテスト研究所が保有する既存の旧式光周波数計に適用可能なファイバコムを開発する。

##### 内 容

広帯域光コムを発生させるためのモード同期ファイバレーザ、光増幅器および可視光コム発生系を製作し、フ



ファイバレーザベースの光周波数計測システムを構築する。そのシステムを用いて波長1.5  $\mu\text{m}$  アセチレン安定化レーザ、および波長633 nm よう素安定化 He-Ne レーザの周波数測定を1ヶ月連続で行う。また、アドバンテスト研究所と協力してポータブルな光周波数計の試作機に組み込むための予備実験を行う。

#### 成果・実績

現時点では2週間連続の測定に留まっているが、これは実験棟の計画停電、夏場の空調不調、および実験機材の他計画での使用によるものであり、技術的には課題はクリアされたと考えている。アドバンテスト研究所での予備実験に関しては、小型化が計画より早く進んだため、新たに専用の小型ファイバレーザを製作して試作機開発を行った。また、予定にはなかった、もしくは前倒しで、以下の成果が得られた。

- ① 光周波数計の小型化に必須の条件であった「CEO モジュール」の開発に成功した。
- ② 光周波数計の製作を前倒しで開始し、専用のファイバコムを開発し、筐体内への設置が完了できた。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 モード同期ファイバレーザ、超短光パルスレーザ、光コム、光周波数計

#### 【研究 題 目】 光コムを利用したスーパーヘテロダイン測長技術に関する研究

【研究代表者】 鍛島 麻理子（計測標準研究部門）

【研究担当者】 松本 弘一、堀 泰明（常勤職員3名）

#### 【研究 内 容】

日本の工業の復活を支えている半導体製造などに必要な超精密測長技術に資するために、光コムの光周波数技術を基盤として、ヘテロダイン干渉・光ブーミング干渉技術とを融合した新しい超高分解能測長システムを構築した。高い分解能のブーミング干渉技術に、正確な周波数間隔を持つ光コム・スーパーヘテロダイン干渉技術を付加して、不確かさ100ピコメートル、分解能50ピコメートルの超高分解能な高精度測長システムを開発することを目標として研究を行った。

平成17年度に開発した、光コムに安定化した半導体レーザ光源と、平成18年度に開発した、スーパーヘテロダイン干渉計とブーミング干渉計を組み合わせた新しい干渉計を用いて、高精度化と実証実験を行った。

光源の安定化、環境安定化ブースの導入、偏光の厳密な取り扱い、変位センシングのための変位センサの精密な取り付けを行い、測長システムの性能を確かめた。干渉計が安定化され、制御系も改良されたため、安定度、分解能ともに向上し、1 nm 安定性、27 pm 分解能をもつ高精度測長システム実現した。

さらに、超高分解能リニアエンコーダを微動ステージに取り付け、実際に超高分解能リニアエンコーダの評価を行った。比較測定の結果、1 nm の精度で測長・評価

が可能であることを示した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス、標準・計測

【キーワード】 レーザー干渉計、デジタルスケール、ピコメートル、長さ計測

#### 【研究 題 目】 人の社会的関係を考慮した情報提供に関する研究

【研究代表者】 西村 拓一（情報技術研究部門）

【研究担当者】 西村 拓一、松尾 豊、中村 嘉志、濱崎 雅弘、藤村 憲之、Tom Hope、（常勤職員4名、他3名）

#### 【研究 内 容】

目標：

本研究では、ユビキタス環境における各種センサ情報や情報家電における機器の情報を、人同士の社会的関係に関する情報と合わせて用い、ユーザへの情報提示や機器の制御を行う。そのための技術開発、プロトタイプ開発および実運用を目的とする。このため、「人同士の社会的関係の獲得に関する研究」および「人同士の社会的関係と位置情報を利用した情報支援に関する研究」の二つを進める。前者の研究成果を後者で活用する。

年度進捗状況：

「人同士の社会的関係の獲得に関する研究」では、Web からの社会的関係獲得に関する技術の汎用化を進めた。またシステムを介した人同士の関係の社会学的観点からの分析や、新しい社会的関係の構築を支援するための技術開発を行った。

「人同士の社会的関係と一時応報を利用した情報支援に関する研究」では、博物館用のシステムを構築・運営し、参加者の位置に応じた情報提供を実施した。また、学会用のシステムにて人間関係や行動履歴を用いたブログ作成支援システム、タグを用いたコミュニティ支援システムを開発した。二つの課題を統合したシステムを開発し、500人規模の学会で運用した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 Web マイニング、ユビキタス、人間関係ネットワーク

#### 【研究 題 目】 ハイパーミラーによる遠隔技能トレーニングシステムの研究開発

【研究代表者】 熊谷 徹（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 森川 治、横山 和則、藤巻 慎一、小西 琢（常勤職員2名、他3名）

#### 【研究 内 容】

目標：

指導者とのマンツーマンによる技能トレーニングは、スポーツの練習、伝統技能の継承、重要な医療行為である手術手技の習得等において、幅広く行われている。しかし、指導者と学習者が同じ場所にいる必要があるため、

指導者が少ない技能では、円滑な教授が妨げられている。そこで本研究は、先端医療技術である内視鏡下鼻内手術を対象として、ハイパーミラー(HM)を用いた遠隔・自習技能トレーニングシステムを研究開発する。HMは、遠隔地にいる対話者が同じ場所にいる仮想映像を合成して呈示する遠隔対話インタフェースであり、優れた空間共有性を持つ。

研究計画：

内視鏡下鼻内手術を対象として、HMを用いた遠隔・自習技能トレーニングシステムを、金沢とつくばに設置し、提案システムの有効性を検証する。

年度進捗状況：

平成19年度は、音声・動画の遠隔地間の送受信を可能にする通信部を試作し、前年度までに試作した遠隔トレーニングシステムを金沢・つくば間に設置・接続して、遠隔トレーニング実験を行った。実験結果から1)提案システムにより基本的な手術技能を遠隔教示できること、2)学習者は獲得した技能を2ヶ月後も忘れずに保持すること、が明らかになった。また遠隔トレーニング実験を通じて提案システムを効果的に用いて教示を行うためのノウハウが得られた。

これらの知見に基づいて、自習トレーニング用の教材を開発し、自習トレーニング実験を行い、遠隔トレーニングと同様に手術技能を教示できることを示した。

今後、HMの画像解像度を向上するなど提案システムの改良を行うとともに、研修医を対象にしたトレーニング実験を行い、実際の医療教育現場における提案システムの有効性を検証する予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 技能トレーニング、内視鏡下鼻内手術手技、遠隔教示、ハイパーミラー

【研究題目】 骨導超音波知覚を利用した重度難聴者のための新型補聴器の実用化開発

【研究代表者】 中川 誠司（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 伊藤 一仁、飯塚 雅代  
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

従来の補聴器を使用しても聴覚を回復することができない重度難聴者は、日本国内に約85,000人存在するといわれている。重度難聴者に残された聴力回復のための唯一の手段は人工内耳であるが、皮下への埋め込みを必要とするうえ、必ずしも十分な性能を有しているとは言えない。一方、骨導（骨伝導）にて呈示された周波数20 kHz以上の高周波音（骨導超音波）であれば、聴覚健常者はもとより、重度感音性難聴者であっても知覚することができる。本研究では、骨導超音波知覚を利用した重度難聴者用の新型補聴器（骨導超音波補聴器）に実用的な性能を持たせることを目的として、各部の最適化や安全基準の設定に取り組んだ。

骨導超音波補聴器の最適化のために、変調方式や音声特徴の違いによる骨導超音波補聴器の明瞭性の検討、さらには両耳装用の可能性の検討に取り組んだ。その結果、DSB-TC変調方式が最も明瞭度が高いことや、左右の骨導超音波チャンネルの区別は可能であるが、気導音とは両耳知覚特性に違いがあることがわかった。

また、安全基準の設定のために、骨導超音波呈示による受容器や神経系のエネルギー被曝量や周波数特性の推定を目的として、コンピュータ・シミュレーションおよびファントム計測実験を開始した。また、安全性に関わる基礎的検討として、骨導超音波実験の従事者の聴力推移を調べ、すべての被験者において一切の聴力低下が観察されないこと、骨導超音波の聴取による気分の増悪の有無を報告した被験者も皆無であることを確認した。

さらに、新構造の骨導振動子を試作した。直径約1 cm、厚さ約5 mm、重量5 gという当初のサイズ目標をクリアし、装用感およびデザイン性の向上を図ることができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 重度難聴、補聴器、骨導超音波、明瞭度

【研究題目】 蛍光消光現象を利用した革新的な遺伝子定量技術の開発と微生物産業利用における安全性評価・リスク管理への応用

【研究代表者】 野田 尚宏（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 関口 勇地（常勤職員2名）

【研究内容】

微生物の産業利用においては利用しようとする微生物の挙動を追跡し、その安全性評価・リスク管理を行うことが極めて重要である。本研究では微生物の挙動を迅速・簡便・ハイスループットに解析できる新規遺伝子定量技術の開発を行った。すなわち、DNA/RNAを標的分子として遺伝子増幅反応を行った後、エンドポイントで蛍光消光率を測定することで標的遺伝子を定量する技術（Alternately Binding probe Competitive PCR/LAMP：ABC-PCR/LAMP法）の開発を行った。

ABC-PCR/LAMP法を用いて環境微生物の定量を行った。その結果、相関係数が0.99以上の検量線を描くことができた。また、その時の定量下限は $10 \sim 10^2$ コピー/reactionであった。さらにABC-PCR/LAMP法は従来法であるReal-time PCR法と同様の精度・再現性を持ち、かつ遺伝子増幅反応を阻害する物質が存在しても標的遺伝子を正確に定量可能であることがわかった。よって、ABC-PCR/LAMP法は環境中（土壌、海洋、活性汚泥等）に存在する特定の微生物を検出・定量する手法として有効であることが示された。また、遺伝子組換え作物の混入率評価やヒト遺伝子中の一塩基変異多型の出現頻度解析などへの応用も可能であることを明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 微生物産業利用、環境微生物、遺伝子定

量、DNA

〔研究題目〕ナノトランスファー法による高容量キャパシタ内蔵型多層回路基板の開発

〔研究代表者〕一木 正聡  
(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕一木 正聡、古江 治美、田中 久美子  
(常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

ユビキタスネット社会においては、現状よりも一段と小型で多機能な携帯電子機器を実現する必要がある、このためにはコンデンサや抵抗等の受動電子部品の内蔵・集積化技術の開発が急務となっている。耐熱性の基板上では実現されている高誘電率キャパシタの作製も、非耐熱性のプリント基板上に展開する手法は、これまで確立していない。そこで、本研究ではナノインプリント技術を用いることで、耐熱性の基板上で結晶化したナノレイヤキャパシタを、プリント基板上へ転写することにより、高容量密度の多層回路基板を開発し、次世代の高密度実装技術の新しい技術基盤の形成を図る。

平成19年度は、ペロブスカイト結晶構造を有する PZT キャパシタ薄膜をナノトランスファー法により非耐熱性の基板上へ転写するプロセス技術の条件最適化を検討した。また、ナノインプリント技術への展開を図るための転写の実験を行い、基本的な条件確立を行った。また、定量的な知見を得ることができ、本プロセス法に特化した素子ホルダを設計、製作した。年度当初計画に関しては、ほぼ計画通りの遂行を行うことができ、次年度の展開への基礎を確立することができた。一方、実用的な製造プロセス技術としての展開を、主に連携企業からの助言に基づいて検討している。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕ナノトランスファー法、誘電体、転写、キャパシタ

〔研究題目〕人と共存して動作する次世代生産ロボットのための高速ビジョン安全領域センサの開発

〔研究代表者〕中坊 嘉宏 (知能システム研究部門)

〔研究担当者〕中坊 嘉宏 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、従来困難であった同一空間中での人とロボットの共同作業を可能にするため、両者を監視して危険を回避する高速ビジョン安全領域センサを開発する。最高1ms で画像の取得と処理を行う超高速ビジョンを基本に、新たに信頼性の高い能動センシングを適用し、企業と共同して実用化を図る。

今年度は、3) 作業手順に合わせた高速ビジョンとマーカのアライメントとその定量評価について、高速ビジョンの3次元測定の精度について定量評価を行い、使用

環境、用途についての検討を行った。マーカについては、反射型と発光型の2種類のマーカについて、それぞれの特性の違いを明らかにし、動作環境ごとの利用基準を検討した。また符号化のパラメータに関して、危険と判定するまでの反応時間との関係を明らかにし、停止時間から算出される安全距離の計算を可能とした。汎用的な使用指針については、今後新たに試作したシステムの評価を取り入れて行う予定である。

また、4) 安全領域センサシステムとしての最適化設計と実用化試作については、まず発光型マーカで最も問題となったサイズの小型化を最優先に、発光光量、使用LED の波長帯、消費電力の極小化などについて最適化を行い、新たに試作を行った。今後、試作システムの評価を進める。

一方ビジョンセンサとしては、これまでの汎用型のシステムに対して、実験を通して必要性が明らかになってきた、多点の高速重心位置計測に機能を特化し、新たなビジョンシステムの仕様設計を行って、実際に試作開発を行った。評価は今後行う。

最後に、5) 網羅的なリスクアセスメントと残留リスクの低減について、対象作業の手順解析から、リスクアセスメントを行い、リスク低減とユーザの可用性とのバランスをどうとるかにについて、さらに検討を進めることとした。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕超並列・超高速ビジョンシステム、安全防護装置、侵入検知センサ、ビジュアルフィードバック制御、アクティブセンシング

〔研究題目〕マクロファージの免疫応答能を活用するドラッグデリバリーシステムの構築とその技術応用の開拓

〔研究代表者〕池原 譲 (糖鎖医工学研究センター)

〔研究担当者〕池原 譲 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究は、リポソームをオリゴマンノースで被覆する事によって作製したリポソーム (OML) を用いたトランスレーショナルリサーチで、NEDO の行う産業技術研究助成事業により助成されている。

Mφは、リポソーム表面の糖鎖を認識してすみやかに取り込み、引き続いて起こる活性化によって、領域リンパ組織へ遊走する。これを腹腔内へ投与した場合には、Mφの遊走先は節外性リンパ組織、乳斑である。本年度計画は、「ワクチン抗原のデリバリーとしても有効である」事を示すため実施した。

卵白アルブミン (OVA) をモデル癌抗原として使用した検討では、取り込んだ Mφは、MHC クラス II のみならずクラス I 分子にも封入抗原由来ペプチドを提示し、OVA 特異的な抗腫瘍免疫を誘導した。in vivo 実験では、



同系マウスに接種した腫瘍の腫瘍抗原特異的な増殖阻害を確認し、がんワクチンデリバリーとしての有用であることを確認した。これらの成果は、OML-DDS によって抗腫瘍免疫を全身性に活性化でき、十分治療できずにエンドステージに至った胃癌患者の治療に活用できる事を意味する。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖鎖被覆リポソーム、免疫治療、ドラッグデリバリーシステム

〔研究 題 目〕 イオンチャネル疾患の診断、治療のためのペプチドの探索と高機能化技術の開発

〔研究代表者〕 木村 忠史（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 木村 忠史、小野 世吾、戸井 基道、久保 泰（常勤職員3名、他1名）

〔研究 内 容〕

チリアンコモンタランチュラ (*Grammostola spatulata*) の cDNA ライブラリーより得た GTx7-1 にコードされていると考えられるペプチドの持つ心筋の収縮を一過性に抑制する活性を「心筋の収縮を抑制するグラモストラ・スパチュラタ由来のポリペプチドおよびその遺伝子」として特許出願した。

昨年度解析し特許出願したペプチドに対し、分子進化学的手法の適用を行った。これまでのところ、T 型電位依存性カルシウムであった標的を別の膜受容体へ変化させることに成功したと思われる結果を得ている。更に詳細な解析を継続しているところである。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生理活性ペプチド、分子進化学

〔研究 題 目〕 ICT による安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発

〔研究代表者〕 神代 暁（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 神代 暁、前澤 正明、菊池 健一（常勤職員2名、他1名）

〔研究 内 容〕

昨年度のモデルに改良を施した広帯域超伝導ミキサを、広い掃引周波数幅を持つフォトニック局部発振器により、200～500 GHz 帯全域にわたり最適励起することに成功した。また、中心周波数の74 %の広い帯域において、受信器雑音温度が量子雑音限界の20倍以下という低雑音性を実証した。ちなみに、従来のヘテロダイン計測においては、200～500 GHz 帯のフルカバーには3対以上の局部発振器とミキサが必要とされた。さらに、開発した超伝導ミキサによるガス分光計測に成功した。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス、標準・計測

〔キーワード〕 テラヘルツ、遠隔分光、ヘテロダイン分光、ミキサ、超伝導

〔研究 題 目〕 熱物性データに関する調査研究

〔研究代表者〕 馬場 哲也（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 山下 雄一郎（常勤職員2名）

〔研究 内 容〕

本調査研究は分散型熱物性データベースと他機関データベースおよびシミュレーションソフトウェアとの連携と、データベース間の共通フォーマットの開発が目的である。

平成19年度は、平成18年度に作成した熱物性 XML フォーマットについて、文献情報と熱物性式データの変数情報を策定・追加した。さらに、分散型熱物性データベースシステムが出力した熱物性 XML データは、物質・材料研究機構が運営する複合材料熱物性予測システム「CompoTherm」において、入力情報として直接取り込んで利用することができることを確認した。

一方、共通フォーマット開発に関しては他機関（東大・東洋大・高知工科大・物質・材料研究機構）と協力し、熱物性分野を対象とした共通フォーマットを策定した。さらに、分散型熱物性データベースから出力された熱物性 XML データを、共通フォーマットを介して物質・材料研究機構の圧力容器データベースが使用している熱物性 XML データに変換できることを確認した。また、共通フォーマットを介したデータ相互交換の基本機能として、熱物性 XML フォーマットからのデータインポート機能も試作した。熱物性式データの記述については、Web での代表的な数式表現形式である MathML のコンテンツマークアップを採用した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 熱物性、データベース、XML、共通フォーマット

〔研究 題 目〕 グリッドコンピューティング標準化調査研究事業

〔研究代表者〕 関口 智嗣（グリッド研究センター）

〔研究担当者〕 伊藤 智、小川 宏高、竹房 あつ子、伊達 浩一（常勤職員4名、他1名）

〔研究 内 容〕

産業界において、グリッド技術を利用したシステムを設計・構築・利用する際のガイドラインを作成し、国際標準規格化を目指した活動を進める。このガイドラインは、グリッドシステムの設計・構築・利用を行う場合に、検討すべき要件項目をリストアップするものであり、仕様書の作成におけるチェックポイントとなるだけでなく、構築するシステムの用途に合わせて、各要件の重要性を参照することが可能である。またこれにより、仕様書を読むベンダや SI 事業者との情報共有の効率化が期待される。

平成19年度は3年目の委員会活動として、ガイドライン作成に必要なグリッドシステムのモデリングを完了し、ガイドラインとしてのドキュメントを使用する用語定義

とともに作成した。また、ガイドラインの国際標準化を目指して、以下の活動を行った。

- a) 情報規格調査会 (ITSCJ) の SC7 専門委員会委員長や、情報規格調査会 (ITSCJ) 役員会に対して、本活動を紹介し、JTC1 の中では SC7 が提案先として有力とのコメントを得た。
- b) JTC1 総会 2007 のテクノロジーウォッチワークショップにおいて、グリッドシステムガイドラインの必要性を訴える講演を行った。
- c) ガイドラインの英訳を行い、グリッド技術のフォーラム標準化団体 OGF (Open Grid Forum) 中の EGR (Enterprise Grid Requirement) -RG に対して提出し、Informational ドキュメントとしていくプロセスに乗せた。

【分 野 名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリッド、標準化

#### 【研究 題 目】新環境基準に対応した水質汚濁リスク評価基本図の作成

【研究代表者】丸茂 克美 (地質情報研究部門)

【研究担当者】丸茂 克美 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

水質汚濁防止法の改正に伴い、河川水や湖沼水の亜鉛濃度が「水質汚濁に係る生活環境の保全に関する環境基準項目」として規制された。本研究では関東・東北地方の河川とその流域を対象に、水質汚濁の原因を特定し、そのうち自然由来の汚濁原因が存在すると判断される地域については、河川水中の亜鉛などの重金属や硫酸イオンなどの主成分イオンの分析を行うとともに、河川流域の岩石類を対象として亜鉛などの重金属類の含有量と溶出量を測定し、岩石類から溶出する重金属類がどの程度河川に移行しているかを評価した。

青森県、岩手県、秋田県、宮城県、山形県、福島県、栃木県、茨城県、群馬県、千葉県、東京都の主要河川を対象とし、河川水や湧水を282地点で採取し、主成分及び重金属を分析し、亜鉛濃度が30  $\mu\text{g/L}$  を超過する事例が、秋田県1地点、山形県13地点、福島県4地点、茨城県13地点、群馬県1地点見つかった。こうした超過の原因としては、温泉水の混入 (山形県、福島県、宮城県) や、旧廃止鉱山 (群馬県、宮城県、茨城県) の坑内排水の混入、工場の排水などの混入 (秋田県、群馬県、茨城県) が考えられる。

また、青森県、岩手県、秋田県、宮城県、山形県、福島県の河川域で採取された岩石や土壌試料49個を対象に、溶出試験を行った結果、亜鉛の溶出量の最高値は0.17  $\text{mg/L}$  であり、岩石や土壌から溶出する亜鉛が河川水に影響を与える可能性は低いことが判明した。東京都の湧水 (16試料) 及び群馬県の湧水 (6試料) 中の亜鉛濃度や硫酸イオン濃度を調べた結果、これらはいずれも河川水よりも低く、地下水が岩石や堆積物と接触する過程で

は湧水に岩石や堆積物中の様々な重金属や硫酸イオンが溶かされることはないことが判明した。湧水の河川水への混入は、河川水中の亜鉛を希釈させることになる。

東京都の湧水 (16試料) 及び群馬県の湧水 (6試料) 中の亜鉛濃度や硫酸イオン濃度を調べた結果、これらはいずれも河川水よりも低く、地下水が岩石や堆積物と接触する過程では湧水に岩石や堆積物中の様々な重金属や硫酸イオンが溶かされることはないことが判明した。湧水の河川水への混入は、河川水中の亜鉛を希釈させることになる。

茨城県日立市の宮田川の化学組成の季節変動調査を実施した結果、上流域には鉱山の坑内排水が流れ込み、また下流側では工場排水が流れ込むため、上流から下流まで河川水の亜鉛などの重金属濃度が高い (0.1  $\text{mg/L}$  以上) 傾向にあり、これらの元素濃度は年間を通して著しく変動することが判明した。また、宮田川の下流側では工場排水が流れ込むため、亜鉛や銅の濃度が著しく増加するが、この増加は塩素イオンや硫酸イオン、ナトリウム、カリウムなどの増加を伴っている。従って、亜鉛濃度のみならず、塩素イオンや硫酸イオン、ナトリウム、カリウムなどの分析を行うことにより、鉱山の坑内排水と工場排水との識別が可能となる。

【分 野 名】地質

【キーワード】河川水、亜鉛、ヒ素、カドミウム、鉛、溶出試験

#### 【研究 題 目】固体・ガス状試料の安全性評価システムの開発のうち埋立処分に伴う溶出実験による安全性等

【研究代表者】鈴木 淳 (地質情報研究部門)

【研究担当者】鈴木 淳、竹内 美緒、川幡 穂高、養島 佳代 (常勤職員2名、他4名)

【研究 内 容】

廃棄物処理・再資源化に伴い生成される物質による生態系や人の健康に対する影響・安全性評価のため、実環境に則した条件にて焼却灰の溶出特性試験を行う必要がある。平成19年度には、これまで行なってきた灰試料の溶脱に関するデータを整理するとともに、実環境における溶出量の把握を行なうため、灰試料に実際の土壌などを混入させて、溶出試験を行ない、35元素の分析を行った。土壌は沖縄本島から採取した石灰岩土壌とつくばから採取した火山起源の関東ローム層の土壌を用いた。土壌が焼却灰の数倍程度存在しても pH にもあまり変化がないので、アルカリ性が保たれ、重金属の濃度も低く保たれることが明らかになった。一方、土壌からの Al、Fe、Mn、Si 等の溶出は、焼却灰よりもはるかに高い濃度となった。また、MINEQL+ver. 4.5を用いて、熱力学的側面から解析を行ない、溶出試験の結果が化学計算で再現可能かどうかについて比較した。昨年度の計算結果は、予測が実験結果と比較的整合的であったのと比べると、

今年の方が計算値と実験値とのずれが大きかったが、焼却灰にさまざまな相が存在しているためと考えられる。また、焼却灰試料（RUN3-21、対照灰、CMI2、草木灰、04B、固化体試料）について、(1) OECD ガイドライン法（OECD216）による土壌微生物の窒素変換能の測定（OECD、2000）、(2) 土壌細菌純粋株 *Bacillus subtilis* を用いた毒性試験、(3) *Bacillus subtilis* を用いた金属類のアベイラビリティ試験による微生物に対する安全性評価を実施した。

【分 野 名】地質

【キーワード】産業廃棄物、焼却灰、有害物質、安全性評価

【研究 題 目】病原性原虫による Th1免疫回避機構の解明と糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立

【研究代表者】池原 謙（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】池原 謙、辻村 邦夫、中西 速夫（常勤職員1名、他2名）

【研究 内 容】

本研究は、「病原性原虫による Th1免疫回避機構の解明」と、「糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立」を目指して実施するものであり、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センターの行う新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業より助成されている。

本研究の構成は、1)糖鎖を介する原虫の Th1免疫回避メカニズムを明らかにする事と、2)この病態メカニズムに対応する糖鎖被覆リポソームワクチンの実用化研究からなる。

当該年度の研究成果は、以下の通りである。1) 赤血球内寄生性原虫はTreg細胞を活用しながら増殖するが、この時、宿主赤血球膜由来のシアル酸を活用して宿主免疫をTh2へSkewingさせる。一方、赤血球膜上のシアル酸を活用できない場合には、脾臓でのクリアランス機構が作用し、赤血球内寄生性原虫の増殖が有意に抑えられる。このときには、Th1へのSkewingが観察されることが明らかとなった。2) ウシおよびマウスモデルにおいて、抗原特異的に反応してIFN $\gamma$ を分泌するTh1細胞を検出できるELISPOT Assayをセットアップし、免疫応答の質的変動を評価した。ウシヘルペスワクチン接種後のウシでは、ヘルペスウイルス特異的なTh1細胞が検出できたが、同様にOMLワクチンで免疫したウシでは、封入抗原特異的なTh1細胞の誘導が観察できた。この事は、OMLワクチン技術は、ウシに於いても効果的にTh1免疫を誘導できる事を意味する。さらに開発した評価法を用いてタイレリアに感染したウシを検討すると、タイレリア抗原特異的なTh1応答を鋭敏に検出でき、タイレリア感染の活動性を評価できた。これらの事は、タイレリア感染の新しい診断系として、有用で

ある事を示唆する。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖被覆リポソーム、細胞性免疫活性化ワクチン、評価技術、タイレリア原虫感染症

【研究 題 目】次世代エネルギー機器への適用を目指した超高温環境共晶材料の開発

【研究代表者】原田 祥久（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】原田 祥久、鈴木 隆之、松本 佳久、吉野 正人（常勤職員2名、他9名）

【研究 内 容】

省エネルギーや環境負荷低減の観点から高効率ガスタービンなどの次世代エネルギー機器の運転温度の高温化が望まれている。その候補構造材料として超高温での強度、組織安定性、耐酸化性・耐食性に優れた超高温環境共晶材料が挙げられる。しかしながら、十分な酸化物共晶系の探索が行われておらず、また、1500℃の高圧水蒸気によりアルミナ等が腐食性ガスの生成により劣化することから、超耐熱性・耐水蒸気性に優れた新しい材料開発が望まれている。そこで本研究では、ロシア科学アカデミーと協力し、超高温、耐水蒸気性に優れた超高温環境共晶材料を開発することを目的とした。

選択した二元系および三元系共晶材料を対象に、フローティングゾーン(FZ)法による単結晶化を行い、条件（ランプ出力、成長速度・温度・組成、結晶成長方位等）を調べ最適な成長条件を決定した。また得られた試料の組織・構造をSEM/EDS、X線回折を用いて明らかにした。さらに、単結晶化した二元系および三元系共晶材料を用いて、高効率ガスタービン等のシステム部材、特に燃焼器ライナーを想定した模擬実環境下での信頼性評価を行った。1500℃・耐水蒸気環境性を重視して評価した結果、ZrO<sub>2</sub>/YAG/YAP系、HfO<sub>2</sub>/YAG/YAP系などの三元系共晶材料において、200時間の腐食でYAP相表面に再結晶化組織が見られた。一方、ZrO<sub>2</sub>/YAG系、HfO<sub>2</sub>/YAG系などの二元系共晶材料においては、腐食が進行せず、優れた耐水蒸気腐食性を有することを明らかにした。

また、研究交流として7月に産総研で、1月にロシア科学アカデミーにてセミナーを開催した。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】構造材料、単結晶、耐水蒸気性、超高温

【研究 題 目】シリコン基三元系窒化物のプロセッシングと焼結助剤及び蛍光体としての特性

【研究代表者】平尾 喜代司（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】平尾 喜代司、周 游、宮崎 広行、福島 学、日向 秀樹（常勤職員5名）

【研究 内 容】



多元系系の複合窒化物は機械的、熱的、光学的に多様な特性を有する。本研究においては、スロバキア国の科学アカデミー無機材料研究所と協力して、三元系窒化物の中でも特に化学的安定性に優れた窒化ケイ素マグネシウム  $\text{MgSiN}_2$  及び窒化ケイ素ランタン  $\text{LaSi}_3\text{N}_5$  に着目し、これら三元系窒化物の高効率合成及び焼結助剤や蛍光体材料への展開に関して研究を行った。

本研究の第一段階として、金属シリコンやケイ化物等の窒化反応を利用した合成について、原料の種類、組成、及び窒化条件の検討を行った。 $\text{MgSiN}_2$  においては、 $\text{Si}$ 、 $\text{Mg}_2\text{Si}$ 、 $\text{Mg}$  及び  $\text{Si}_3\text{N}_4$  を出発原料とし、一方、 $\text{LaSi}_3\text{N}_5$  の場合は、 $\text{Si}$ 、 $\text{LaSi}$  及び  $\text{Si}_3\text{N}_4$  を出発原料とし、それぞれ窒素中で段階的に1400℃に加熱することにより単一相の窒化物粉末を合成することに成功した。

次に、 $\text{MgSiN}_2$  を窒化ケイ素の焼結助剤に用いる検討を行った。 $\text{Si}_3\text{N}_4$  粉末に  $\text{Y}_2\text{O}_3$  及び  $\text{MgSiN}_2$  を焼結助剤として添加し、1850℃で焼結を行った。焼結助剤として  $\text{MgO-Y}_2\text{O}_3$  系を用いた場合と比較して、 $\text{MgSiN}_2\text{-Y}_2\text{O}_3$  系は機械特性、熱伝導率ともに優れており、 $\text{MgSiN}_2$  が窒化ケイ素の機能向上に有効な助剤であることを明らかにした。

さらに、高圧窒素中での窒化物系蛍光体の燃焼合成について検討を行った。 $\text{LaSi}$  と  $\text{Si}_3\text{N}_4$  に  $\text{Eu}_2\text{O}_3$  を添加した混合粉末を60気圧の加圧窒素中で燃焼させることにより、 $\text{La}_{1-y}\text{Eu}_y\text{Si}_3\text{N}_{5-x}\text{O}_x$  の単一相からなる合成粉末を得ることに成功した。得られた粉末は、335 nm の紫外光の励起により540～550 nm 付近の緑色光に発光ピークを持つ蛍光体であることが明らかとなった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 窒化ケイ素マグネシウム、窒化ケイ素ランタン、多元系窒化物、焼結助剤、蛍光体

【研究題目】 複合糖膜の抗菌ペプチドによる機能変化とその評価技術の開発

【研究代表者】 福岡 聡（健康工学研究センター）

【研究担当者】 福岡 聡、安部 博子、伊藤 民武、大槻 壮一（常勤職員4名）

【研究内容】

本研究はドイツ・ボーステル研究センター生物物理研究室との共同により、細菌外膜複合多糖のリポ多糖の構造と機能を分子レベルで解明することを目的としている。細菌感染による敗血症の誘発など、リポ多糖は重篤な疾患の原因となっている。その予防・治療技術の開発を目的に、リポ多糖の機能発現の本体であるリポド A に、抗菌ペプチドを作用させたときの、高次構造や生物活性などの機能変化を、各種スペクトル測定や熱分析など物理化学的に解析することで、機能発現の機構解明とその抑制法の検討を進める。

平成19年度は、分子構造と基本的な性質の解明が進ん

でいる *Erwinia carotovora* リポ多糖を原料に、脂肪酸が6または7個、リン酸基が2個の高純度リポド A を調製した。同リポド A に、抗菌ペプチドのマガイニン2を作用させたときの、リポド A 膜の高次構造変化をシンクロトン放射光を用いる小角 X 線散乱により解析した。続いて、同膜の相転移挙動を溶液走査熱量計による熱分析や、赤外分光スペクトル測定して調べた。また、膜の電気的性質など物理化学的变化を膜表面のゼータ電位測定により系統的に検討した。その結果、リポド A 膜の高次構造はマガイニン2を添加するとインバーテッドキュービックからマルチラメラに転移し、表面電位の中和が進んだ。同膜のゲル-液晶相転移の温度はペプチドにより低温側にシフトし、転移のエンタルピーは小さくなった。サイトカイン  $\text{TNF-}\alpha$  の生産活性に関しては、ペプチドにより抑制が認められた。以上、リポド A に抗菌ペプチドが作用したときの高次構造変化と生物活性などとの関係が、分子レベルで解明された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 リポド A、抗菌ペプチド、マガイニン2、高次構造、生物物理

【研究題目】 Peer-to-Peer 技術に基づく広域コラボレーションソフトウェア

【研究代表者】 田中 良夫（グリッド研究センター）

【研究担当者】 関口 智嗣、中田 秀基、谷村 勇輔（常勤職員4名）

【研究内容】

本研究においては、Peer-to-Peer 技術を用いた広域環境におけるデータ共有に関する研究開発を行う。

平成19年度はメタデータサーバの多重化に必要なメタデータサーバ間での情報の一貫性を保持する機能を、フランス INRIA において研究開発を進めているピアツーピア技術を用いたデータ共有のためのシステムである JuxMem システムを用いて実現する方法を検討し、JuxMem に対して flush, reload の primitive の追加、永続モードのサポート機能を追加することにより、ピアツーピア技術を用いてメタデータサーバを多重化する際の一貫性制御技術を確立した。実際に JuxMem を用いた情報共有プロトタイプシステムを実装し、また、フランスのグリッドテスト環境である Grid5000に、グリッド研究センターで開発しているグリッドファイルシステム Gfarm をインストールし、評価環境を整えるとともに簡単な動作検証を行った。

また、下位のファイルシステムに依存せずに汎用的にデータを共有するシステムとして、ネットワークで接続されたそれぞれの PC のメモリ空間、ストレージを、あたかも手元の PC のメモリ空間、ストレージとして利用するための研究開発を行った。メモリ空間とストレージを統合する形で、広域インターネット環境におけるメモリ階層モデルの設計とそれを実現するためのシステムの

要素技術を確立した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 Peer-to-Peer、データグリッド、グリッドファイルシステム

〔研究題目〕 メコンデルタの海岸沿岸域における変化と人間活動の影響に関する研究

〔研究代表者〕 齋藤 文紀（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 齋藤 文紀、村上 文敏、七山 太、田村 亨、西村 清和、田中 明子、渡辺 和明（地質調査情報センター）、金井 豊（地圏資源環境研究部門）  
（常勤職員8名（うち他研究ユニット2名）、他3名）

〔研究内容〕

河川流域における人間活動の影響によって、デルタがどのような影響を受けてきたか、また受けつつあるかを明らかにするため、ベトナム科学技術院と共同で、メコンデルタの海岸沿岸域を対象に研究を行っている。3ヶ年計画の最終年度の平成19年度は、デルタが自然状態においてどのように変化しているかを明らかにするため、昨年と一昨年に調査を行ったチャービン地域の海岸部において、詳細な地形調査と堆積物の採取を再度実施し、年間変動の調査を行った。また、冬季モンスーンの卓越する乾季において追加の調査を行い、同地域における地形変化や堆積と侵食が雨季と乾季においてどのような役割をも担っているかを調査した。この結果、夏の雨季においては比較的に波浪が弱く、河川からの供給された多量の土砂が沿岸域に堆積していること、冬の乾季においては比較的に波浪が強く、沿岸部の発達が目立ち、夏季に堆積していた泥は懸濁され再移動し、沿岸流によって南西に運ばれていることが明らかになった。また、堆積と侵食がそれぞれ卓越する地域では、潮間帯の形状に大きな違いがあり、堆積地形の海浜は上に凸の形状で砂州の発達が良く、侵食地形の海浜は下に凸の形状を示し、急な前浜で特徴付けられることが昨年同様に確認され、これらの指標が海岸侵食の評価に活用することが可能であることが示された。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 メコン河、デルタ、環境変動、沿岸侵食

〔研究題目〕 応力の擾乱が岩石の脆性破壊に及ぼす影響に関する実験的研究—ダム誘発地震への応用—

〔研究代表者〕 佐藤 隆司（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 佐藤 隆司、雷 興林（地圏資源環境研究部門）（常勤職員2名）

〔研究内容〕

インド西部 Koyna 地域ではダムの貯水に伴う地震活動が活発である。1967年にダム誘発地震としては世界最

大の M6.3の地震が発生したのをはじめ、過去40年間にM4以上の地震が150回以上発生している。また、Koynaからおよそ30 km 南に位置する Warna 地域でも1985年に開始されたダムの貯水に誘発されて1993年から地震活動が活発化している。インド国立地球物理学研究所（NGRI）では、Koyna-Warna 地域における誘発地震活動の観測研究を30年以上続けている。本研究は産総研（AIST）と NGRI の共同研究で、インドでのダム誘発地震の観測結果を解釈する上での基礎データを与え、ダム誘発地震発生メカニズム解明に資することを目的に、Koyna-Warna 地域から採取した岩石試料を用いた岩石破壊実験を AIST において行い、高速・多チャンネルアコースティック・エミッション（AE）波形計測・処理システムにより詳細な AE 時空間分布を調べる。ダム誘発地震においては特に、ダム水位の変動に伴う応力や間隙水圧の擾乱が地震活動に影響すると考えられるので、それらを考慮に入れた実験を行う。

研究第2年度の平成19年度は、インド側研究者2名が AIST に2ヶ月滞在し、岩石破壊試験を封圧に擾乱を加えた実験を含めて5回実施した。データの解析は現在進行中であるが、封圧にステップ状の擾乱を加えた実験では、岩石の最終破壊が近づくにつれて AE 活動に及ぼす擾乱の影響が大きくなるなど、ダム誘発地震の解釈に有用な実験結果が得られつつある。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 ダム誘発地震、岩石破壊実験、アコースティック・エミッション（AE）

〔研究題目〕 測位用擬似時計技術開発

〔研究代表者〕 岩田 敏彰（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 村上 寛、今江 理人、鈴山 智也、岩崎 晃、福島 聡、松沢 孝、福井 政人、高橋 靖宏、橋部 雄志、國府 健嗣、大高 麻衣子  
（常勤職員4名、他8名）

〔研究内容〕

測位を目的とした平成21年度打ち上げ予定の準天頂衛星で、搭載される原子時計に代わり、低コストで管理が容易な水晶発振器を搭載し、地上局に置いた原子時計を用いてその時刻情報を送信することにより衛星の時刻管理を行う手法に関する研究を実施している。平成19年度は GPS を用いた測位アルゴリズムを応用した時計の同期方法と、準天頂衛星から放送される測位信号のうち、L1/L2/L5の3周波を用いて時刻情報の誤差をフィードバックする方法を検討した。また、実際の準天頂衛星を用いて地上評価を行うための試験用地上設備（周波数変換部、擬似時計信号生成部、擬似時計用測位信号受信部）について沖縄に置く副局用の設備の製作を終了した。地上局用制御ソフトウェアについては、特に外部機関とのインタフェースを念頭に設計を行った。さらに、時刻情

報を送信する方法として、搬送波位相を用いた場合の時刻同期について同期精度の検討や、停波時における水晶発振器のモデル化による誤差補正法の検討を行った。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】測位衛星、時刻同期、原子時計

【研究 題 目】小型化等による先進的宇宙システムの研究開発に関する先導調査地域における小型衛星の現状調査測位用擬似時計技術開発

【研究代表者】岩田 敏彰（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】村上 寛、戸田 義継、阿部 宜之  
（常勤職員4名、他7名）

【研究 内 容】

近年、大学・中小企業の宇宙への参入を目指した小型衛星等の計画が各地で進められている。小型衛星を開発する場合には、開発期間の短縮やコストの低減のために、従来の大型衛星の開発とは全く異なった開発手法（設計・製造・試験）が各大学や企業で行われている。その現状（特に民生品利用の状況）と宇宙環境の各種試験の計画と実態、小型衛星特有の試験における問題点、要望、制度等の問題に関して調査を文献・アンケート・面接により行った。調査としては各大学等で行われている小型衛星の研究に関して、文献調査・アンケート・面接調査により実施した。

文献調査は平成19年（2007年）10月29日～31日に北海道・札幌で開催された第51回宇宙科学技術連合講演会の講演論文集のオーガナイズドセッション「小型衛星の開発と利用」「地域発の宇宙開発」および一般セッション「小型衛星」の論文を参照した。アンケートは8項目からなり、15大学・1企業の17グループに対してメールにより実施した。この結果、2008年2月15日までに14大学15グループから回答を得た。面接調査は11大学・2企業に実際に訪問し、実際の現場の調査やさらに詳細な状況を調査した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】小型衛星、地域、大学

【研究 題 目】バイオ混合 DME 発電システムの実用化研究開発

【研究代表者】後藤 新一

（新燃料自動車技術研究センター）

【研究担当者】小熊 光晴、日暮 一昭

（常勤職員2名、他1名）

【研究 内 容】

ジメチルエーテル（DME）とバイオ油脂の最適混合燃料による発電システムを開発し、理想的分散型エネルギーシステムを構築し普及拡大を図る。開発対象は、災害対策用や外食産業等小規模商用施設への潜在的導入需要が見込まれる50 kW クラス発電システムとする。最

終年度である今年度は、開発した発電システムを、最適燃料としたパーム油メチルエステル（PME）10 %混合 DME 燃料により累積400時間の耐久試験を行った。その結果、いくつかの課題が抽出されたが、それぞれの原因を追及し対応策を検討することで開発機の完成度が向上し、実用化するために必要な方向性を示すことができた。また、耐久試験後にエンジンの燃料噴射ポンプ及びインジェクタを分解調査した結果、本事業で使用した PME10 %混合 DME 燃料は、400時間程度の耐久性には問題ないことが確認された。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオディーゼル燃料、ジメチルエーテル、DME、ディーゼルエンジン、発電システム、コンソーシアム、曇り点、NOx、EGR

【研究 題 目】光フロンティア領域を支える次世代光機能性光学材料及び素子の開発

【研究代表者】板谷 太郎

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】大久保 雅隆、鍛冶良作、亀井 利浩、  
榊原 陽一、遠藤 道幸、向井 誠二  
（常勤職員11名、他3名）

【研究 内 容】

地域新生コンソーシアム「光フロンティア領域を支える次世代光機能性光学材料及び素子の開発」において、（1）能動光学素子技術（2）スーパーミラー技術に関する研究開発を行った。（1）能動素子の開発においては、レーザーチーム用の SESAM を試作供給するとともに、光耐性のある構造の設計を行った。またスーパーミラーチームと連携して、スーパーミラーの評価亜技術として、統計処理を取り入れたスーパーミラー評価システムを開発した。このシステムを用いて、基板の研磨や、洗浄、アニール処理による反射率への影響の定量的な評価が可能となった。（2）スーパーミラー技術に関しては、基板技術として、ピッチ研磨法による鏡面創生、遊星式片面研磨機による酸化セリウム研磨材による研磨を行うとともに、電気泳動法による砥石作製技術を開発し、当技術で作製された EPD（ElectroPhoretic Deposition の略）砥石を用いて超平坦基板の研磨技術の開発を行い、1 Å レベルの超平坦基板が実現された。また、ミラー製造に関しては、樹脂プレス方式による超平坦基板の開発、原子層蒸着装置の設計・試作を行い、反射損失10 ppm 以下の高精度ミラーの技術開発を行った。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】スーパーミラー、イオンビームスパッタ法、SESAM、ナノインプリント

【研究 題 目】再生医療評価研究開発事業／三次元複合臓器構造体研究開発



【研究代表者】山根 隆志（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】本間 一弘、兵藤 行志、三澤 雅樹、  
新田 尚隆、谷川 ゆかり、小阪 亮、  
鎮西 清行、小関 義彦、鷲尾 利克、  
荒船 龍彦（常勤職員10名、他1名）

# 【研究内容】

目標：

作製過程あるいは移植後生体内での変化が連続モニタリング可能なプロセス評価を実現する非侵襲・低侵襲的評価法の確立を図る。

研究計画：

再生組織の無侵襲・低侵襲計測評価技術および in situ 生化学分析・評価技術の in vitro 評価を行う。

進捗状況：

再生組織の無侵襲・低侵襲計測評価技術：再生骨・軟骨組織の計測のため、空間分解能が10  $\mu\text{m}$  以下のマイクロ X 線 CT を構成し、ビームハードニング偽像を補正するアルゴリズムを開発し、正確な試料密度分布が計測可能になった。東京大学開発の骨軟骨連続体用足場材の空隙率、連通性を計測できた。また、断層像から新生骨領域を抽出するため、最適な非線形フィルターを選択し、高精度な新生骨領域の判別が検証できた。また MRI により培養中の軟骨細胞について計測した D 値と、同時に計測した軟骨成分 sGAG の分量とは強い相関をもつ。新たに生体組織を構成する分子の空間的変位を高速撮像する MRI 手法として、無侵襲生体計測への適用（k 空間3次元 MRI）を可能とし、変位測定の高精度化を目的とした撮像法（q 空間 MRI 撮像法）を考案した。また再生血管力学特性の計測と灌流状態モニタリングのため、超音波カテーテルと圧力カテーテルを用いて、ファントム実験及びイヌ下大静脈を用いた in vitro 実験にて、血管弾性の変化や血流・動粘性率の変化が検出可能であることを検証した。また再生血管網を非侵襲でモニターするため、生体組織を透過する波長領域をもつ冷却式近赤外線 CCD カメラにより、作成した血管ファントムについて、血管の太さと深さの抽出が可能となった。

再生組織の in situ 生化学分析・評価技術：ファイバ・エバネッセント分光分析法は低侵襲・超高度生化学計測技術であり、in situ 計測に適したセンサ形状の基礎的検討を行った。軟骨ではプロテオグリカンの組成から、さらには組織に虚血状態を負荷する実験系では試料への接触のみで、脂質の変化を検出できるなど、プロセス評価法としての有効性を in vitro 試験で確認した。これを応用して東京大学開発の骨軟骨連続体における培養細胞の検出について、軟骨成熟度測定の可能性を確認した。また分析カテーテル先端の微小操作部として、アクリル弾性体機構をセラミック圧電素子で駆動する、MRI 対応性を持つ微小運動機構を試作した。微小操作部には粗動ステージを組合せる必要があり、リニアモータの MRI 対応性を評価した結果、MRI 画像の SN 比に若干

の低下が見られたが、大きな歪の無い画像が得られ、良好な対応性が確認された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】三次元複合臓器、低侵襲評価、移植後評価

# 【研究題目】グリッドプログラミング環境の研究開発

【研究代表者】関口 智嗣（グリッド研究センター）

【研究担当者】田中 良夫、松田 元彦、石川 裕、  
工藤 知宏、児玉 祐悦、中田 秀基、  
谷村 勇輔（常勤職員8名、他7名）

# 【研究内容】

グリッド環境で大規模計算応用プログラムを書くプログラミング手法の研究・開発として、Grid Message Passing Interface(Grid MPI) および Grid Remote Procedure Call (Grid RPC) の二つのプログラミングモデルに基づくプログラミングシステムの研究開発を行った。GridMPI システムの研究では、平成18年度に開発した GridMPI Version 2.0に対して機能追加を実施し、GridMPI Version 2.1として平成19年度末に公開した。さらに、一般的なバグ対応、質問対応等のサポート・保守に加え、NAREGI\*運用グループからのフィードバックを反映して、NAREGI ミドルウェア対応を進めた。また、高速広域ネットワーク（帯域10 Gbps、遅延0～10 ミリ秒）を模擬した実験環境を用意して、GridMPI 全体の性能評価を行い、10 Gbps 程度の広帯域が利用可能であれば、地理的に1000キロメートルまで離れたクラスタを接続し、大規模な科学技術アプリケーションを実行することが現実的であるという知見を得た。

GridRPC システムの開発では、平成18年度に開発した Ninf-G Version 5.0.0alpha に対して機能追加、頑健化および性能改善を実施し、Ninf-G Version 5.0.0として公開した。また、Ninf-G Version 4も含めた一般的なバグ対応、質問対応等のサポート・保守に加え、Ninf-G Version 4に対する機能追加と NAREGI ミドルウェア対応および利便性向上のための仕様変更を実施し、Ninf-G Version 4.2.3として公開した。これらの機能追加および仕様変更については、Ninf-G Version 5に対しても実施した。

\*) NAREGI: 2003年（平成15年）より文部科学省が推進する「最先端・高性能汎用スーパーコンピュータの開発利用プロジェクト」のこと

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリッド、プログラミング、高度コンピューティング

# 【研究題目】九州地域産業クラスター・電子部材高度加工技術の確立

【研究代表者】青柳 昌宏

（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕青柳 昌宏、仲川 博、菊地 克弥、  
横島 時彦、山地 泰弘、他  
(常勤職員3名、他4名)

〔研究内容〕

本研究では、積層チップ間の超高密度バンプ接続を実現するために、薄型化チップを実装精度1  $\mu\text{m}$  以下の超高精度で接合する接合装置ユニットおよび接合技術の開発を目指す。特に、位置ずれ量が1  $\mu\text{m}$  以下のチップ実装精度を確保できる10  $\mu\text{m}$  以下の超微細バンプ接合技術を開発する。

「エアースライダ方式」(非接触式)加圧ヘッド軸を採用した新規開発フリップチップ装置の実装精度性能について、36万個のバンプを有する専用 TEG を用い、従来の「ローラーガイド方式」(接触式)加圧ヘッド軸のフリップチップ装置との比較対照実験を行なった。その結果、新規開発装置は実装精度1  $\mu\text{m}$  以下を達成し、実装精度における優位性が確認されるとともに、「エアースライダ方式」による横ずれ抑制効果が定量的に実証された。以上の成果に基づき、TSV 形成されたフォトダイオードアレイと制御 LSI チップによるチップ積層技術実証プロトタイプについて、高精度なフリップチップ実装の確保により、最終的な画像取り込みデモンストレーション実験の成功に貢献した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕バンプ、接合、フリップチップ、高密度、微細、アライメント

〔研究題目〕軌道上液体収容容器内の液体残量計測に関する研究

〔研究代表者〕中納 暁洋(エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕中納 暁洋(常勤職員1名)

〔研究内容〕

軌道間輸送機に液体推進剤を供給するための燃料ステーションを軌道上に設置することは、将来の宇宙輸送インフラストラクチャを構築する上で必要不可欠である。そこで重要となるのが微小重力下での液体管理技術であるが、重力が働かない状況下では液量計測という基本的な作業でさえ困難になる。本研究の目的は微小重力下で有効な液量計測装置を開発することにある。平成19年8月20日から31日にかけて、愛知県豊山町のダイヤモンドエアサービス株式会社にて、液体水素や液体酸素を模擬した液体窒素を用いて、航空機による微小重力実験を実施した。平成15年に製作した実験装置を使用してヘルムホルツ共鳴法による液量計測を行い良好な実験データを得た。3年経た装置であるが正確に液量が計測できており、メンテナンスフリーと高信頼性が要求されるスペースミッションに対し、対応可能であることが確認できた。軌道上に設置される液体収容タンクには微小重力下で液体を制御するための Propellant Management Device (PMD) と呼ばれる装置が組み込まれる。今回、提案す

る液量計測法を PMD に適用するための予備的実験も同時に実施し、基礎データの収集を行った。実験データ解析結果と数値解析結果から、翌年度使用する実験装置の設計方針を策定し、それに基づいた準備を計画通り進めた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕液量計測、ヘルムホルツ共鳴、微小重力

〔研究題目〕熱物性・計算ライブラリ構築

〔研究代表者〕粥川 洋平(計測標準研究部門)

〔研究担当者〕粥川 洋平、藤井 賢一  
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

現在わが国では、オゾン層を破壊しないノンフロン冷媒を用いた冷凍・空調機器の開発が進められており、これと平行して開発された機器の性能を計算によって評価・予測するシミュレータが必要となる。この開発のためには、ノンフロン冷媒に関する信頼できる熱物性値が不可欠である。そこで本受託研究では状態方程式をもとにノンフロン冷媒の熱物性値を計算プログラムの形で提供し、さらにこれら物性値の信頼性を、状態方程式と精密物性計測により評価する。

3年目となる平成19年度は、前年度に作成した  $\text{CO}_2$  に関する状態方程式計算プログラムに関して、シミュレータへの組み込みに向けた、若干の改良を行い、超臨界域を含むすべての流体域で、計算が正しく収束することを確認した。また、計算速度についても検討を行い、再帰計算のパラメータを調整することで計算速度を大幅に向上させた。また、 $\text{CO}_2$  に関する状態方程式の信頼性を検証するため、PVT 性質に関する測定を実施した。測定に用いる磁気浮上密度計と呼ばれる密度計測技術において、 $\text{CO}_2$  の測定では高圧下での動作が必要なため、構成部品の改良を実施した。改良した磁気浮上密度計を用いて、 $\text{CO}_2$  に関する、臨界温度以下の温度範囲、5 MPa までの領域における密度測定を実施したまた、ツインセル型断熱熱量計による定容比熱測定と、フローカロリーメータによる定圧比熱測定を実施した。

〔分野名〕環境・計測

〔キーワード〕二酸化炭素、状態方程式、冷媒、熱物性、地球温暖化、ノンフロン

〔研究題目〕透過型陽電子顕微鏡

〔研究代表者〕鈴木 良一

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕大島 永康、大平 俊行、木野村 淳、  
小林 慶規、伊藤 賢志  
(常勤職員6名)

〔研究内容〕

透過型陽電子顕微鏡の実現には、0.1 mm 以下の径の高強度低速陽電子ビームが必要であることから、電子加

速器を用いて高強度低速陽電子ビームを発生し、効率よく集束して透過型陽電子顕微鏡として利用する研究を行っている。また、集束した陽電子ビームを用いた応用研究も進めている。陽電子ビームの集束技術の開発では、独自に開発した集束法により電子加速器で発生した10 mm 程度の磁場輸送陽電子ビームを1 mm 程度に集束して弱磁場領域に引き出し、集束ビームを金属薄膜を透過させて減速することによりビームの発散角を小さくし、その後ビームを再度加速して集束する高輝度化手法の開発を行った。この陽電子の減速を行う金属薄膜の安定的な熱処理法を確立することにより、陽電子ビーム径を50マイクロメートル以下に縮小することに成功した。また、メッシュでマスクしてイオン照射を行うことにより一部の領域に欠陥を導入した試料を用いて、集束した陽電子ビームを短パルス化して試料上を2次元的に走査することで、陽電子寿命をコントラストとした欠陥分布の画像を取得することに成功した。また、陽電子ビーム径や欠陥分布の画像の分解能などを評価するためのリファレンス試料の検討を行った。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】陽電子、顕微鏡、ビーム集束

#### 【研究 題目】無機ナノ多孔性ろ過膜による高効率廃水リサイクルシステムの開発

【研究代表者】根岸 秀之（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】榊 啓二、柳下 宏、派遣職員1名  
（常勤職員3名、他1名）

#### 【研究 内容】

水資源の持続的な循環には、多様化する廃水に対して柔軟に対応する技術が必要とされており、それを解決する重要なキーテクノロジーとして膜分離技術が注目を集めている。本研究では、高温廃水を循環使用することで、熱リサイクルと水リサイクルという、CO<sub>2</sub>削減効果と水環境保全を兼ね備えた「環境対応型食器洗浄システム」を開発することを目的として、産総研では、耐熱性と大きな膜透過流束を得るため、泳動電着法により粒度傾斜型構造化を図った無機ナノろ過膜支持体の作製を担当した。

本年度は、多孔質アルミナ円板（細孔径0.7 μm）を支持体として用いて、この表面にアルミナ微粒子を順次、泳動電着堆積することを試みた。その結果、アルミナ粒子を大きいものから順に積層化させていくことが出来、焼結膜の最小細孔径を段階的に小さくすることが出来、多孔質アルミナ支持体の中間体形成法として適用できることが確認できた。さらに、熊本県産業技術センターで天草陶石を原料として作製した円板状の多孔質支持体上にも泳動電着法によりアルミナ粒子の積層化を行うことができ、これを広島大学において、チタニアのゾルゲル処理を施すことで、数ナノオーダーの細孔を有する無機分離膜とすることが出来た。このように、無機ナノ多

孔性ろ過膜の作製について、熊本県産業技術センター、産業技術総合研究所、広島大学の3機関の連携による技術融合により、粒度傾斜型の無機分離膜の試作が可能となった。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】膜分離技術、無機ナノろ過膜、粒度傾斜型無機材、泳動電着

#### 【研究 題目】坑内精密電気探査技術の研究

【研究代表者】高倉 伸一（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】高倉 伸一（常勤職員1名）

#### 【研究 内容】

地下の比抵抗分布や充電率分布を把握する比抵抗法やIP 法などの電気探査は、金属鉱床探査における最も有効な物理探査法の一つであり、多くのフィールド調査で利用されている。しかし、電気探査の分解能には限界があり、特に探査深度が大きくなるほどその分解能は指数関数的に低下する。したがって、地下深部を高精度に調査するためには、地下に電極を直接設置することが有効な手段となる。その方法の一つとして坑道（トンネル）を利用することがあげられる。

平成19年度は、坑内電気探査の測定法と解析法について検討した。まず、坑壁に設置する非分極性電極の候補になる銀―塩化銀電極と鉛―塩化鉛電極の評価を行った。次に多チャンネル電気探査装置を利用して、鉱山の坑壁に沿って高密度の比抵抗法電気探査の測定実験を行い、効率的な測定法について検討した。また、過去に坑内で取得した比抵抗法/IP 法の実データを用いて、坑道を対象とした解析方法の問題点について検討した。

【分 野 名】地質

【キーワード】鉱床、比抵抗探査

#### 【研究 題目】高精度地中挙動予測手法の研究

【研究代表者】當舎 利行（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】當舎 利行、楠瀬 勤一郎、石戸 恒雄、奥山 康子、相馬 宣和、及川 寧己、竹原 孝、天満 則夫、田中 敦子、唐澤 廣和、徂徠 正夫、高橋 美紀（地質情報研究部門）、増田 幸治（地質情報研究部門）、金子 信行、柳澤 教雄、佐々木 宗建、杉原 光彦、西 祐司、中尾 信典、菊地 恒夫、高倉 伸一、宮越 昭暢、丸井 敦尚、村岡 洋文、内田 利弘、麻植 久史、雷 興林、中島 善人、古宇田 亮一（産学官連携推進部門）、伊藤 高敏（東北大学）、関根 孝太郎（東北大学）（常勤職員29名、他2名）

#### 【研究 内容】

我が国では、非構造的な帯水層（一般帯水層）への貯留



が検討されている。本研究では、一般帯水層を対象とした  $\text{CO}_2$  地中挙動において考慮すべきメカニズム等を抽出し、研究・調査が必要な内容・項目を明らかにする。

- (1) 東京湾岸地域の地質構造モデルと広域深部流体流動  
1) 帯水層の広範囲における深部地下構造を推定するため数理統計学的手法を適用し概念モデルを作成した。  
2) 広域地下水流動解析では、長期間の地中貯留を行う場合に影響の把握が必要な広域的な地下水流動を求めるために、温度データの分布から広域流動の沈降域と流出域を算出した。3) 一般帯水層での  $\text{CO}_2$  挙動の数値シミュレーションを行うため、東京湾岸をモデルフィールドとした帯水層の概念モデルを用いて評価を進めた。

- (2) 貯留層のモニタリングに関する基礎研究  
1) 弾性波トモグラフィに関する速度・減衰モデルの検討では、観測できる弾性波データから  $\text{CO}_2$  飽和度分布を推測する手法について検討を行った。2) X 線 CT による帯水層試料の拡散輸送特性の異方性評価方法を開発した。

- (3) シール層健全性評価手法開発についての実験的研究  
1) 微小亀裂の浸透性評価手法の研究では、泥岩中に存在する微小亀裂を使った二酸化炭素の移行の程度の評価のため、三浦層群清澄層から採取した泥岩を用い亀裂の閉鎖を評価し、試験法の手順を提案した。  
2)  $\text{CO}_2$  圧入による堆積岩の力学特性の変化では、室内実験により超臨界  $\text{CO}_2$  圧入の力学特性に及ぼす影響について検討した。

- (4) 地化学的貯留メカニズム研究  
1) 国内主要地域の深部地下水の地化学特性と「地層水データベース」の研究では、わが国主要10地域での貯留層深度（800 m 以深）の深部地下水組成の概要を把握した。2) ナチュラル・アナログとしての炭酸泉・重炭酸泉の研究では、地化学的貯留メカニズム研究の一環として行い、炭酸塩鉱物の沈殿（すなわち鉱物固定）の地化学条件を探る上で有益な情報をもたらした。3) 相平衡シミュレーションと究極鉱物固定率の研究では、国内の海成層地域1箇所（北海道中央部）、淡水成層地域1箇所（常磐地域）に対する相平衡シミュレーションを実施した。4) 東京湾モデルにおける反応論的地化学シミュレーションでは、TOUGHREACT シミュレーターを用いて、東京湾岸の地化学条件化での仮想的  $\text{CO}_2$  地中貯留のもとで、1000年間の変化を再現した。5) 長石溶解速度の実験的研究では、貯留層条件下での  $\text{CO}_2$  含有水質流体に対する灰長石の溶解は、流体組成（未飽和度）に対して非線形関係にあることが分かった。

【分 野 名】地質

【キーワード】 $\text{CO}_2$ 、地中貯留、帯水層、上総層群、広域地下水流動、地下温度分布、挙動モニタリング、相対減衰トモグラフィ、シー

ル層、亀裂浸透性、地層水データベース、相平衡シミュレーション、反応論シミュレーション、鉱物固定

【研究題目】細胞の保持・解放が可能な環境応答性樹脂チップの開発

【研究代表者】金森 敏幸  
(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】金森 敏幸、須丸 公雄、高木 俊之、杉浦 慎治、服部 浩二  
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

温度応答部位、光応答性部位および架橋点の比(以下、重合比)を変更した数種類のモノマーを合成し、富山県工業技術センター(以下、工技セ)に送付して、光応答性マイクロウェル作製の予備実験を実施した。その結果に基づき適切な重合比を決定し、光応答性包接型1細胞アレイチップを作製するために必要な量のモノマーを合成、調整して工技セに送付した。また平行して、当該モノマーよりゲルシートを作製し、光局所照射による収縮制御の予備実験を行い、最適条件を特定した。

また、8種類×5点のチャンバーを有する灌流型細胞培養アレイチップのプロトタイプを完成し、それにより7種の制癌剤の細胞毒性が同時に評価できることを示した。また、当該チップに組み込んで用いるオンチップ・グラジエントミキサーについては、2種類の希釈関数について、基本概念通り動作することを示した。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】光応答性材料、光応答性マイクロウェル、細胞アレイチップ、灌流型細胞培養アレイチップ、グラジエントミキサー

【研究題目】水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料基礎物性評価

【研究代表者】福山 誠司  
(水素材料先端科学研究センター)

【研究担当者】今出 政明、安 白、文 矛、張 林、大場 俊幸、横川 清志  
(計測フロンティア研究部門)  
(常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

目標：

水素を安全に利用するための技術開発を行うとともに、安全性の確保を前提とした燃料電池に係わる包括的な規制の再点検に資する各種材料の技術開発や特性データ取得を行い、民間事業者等が主体となっていく技術基準案や例示基準案の作成等につなげます。

研究計画：

100MPa 超水素特性試験装置の開発を継続し、性能向上のための改善を進めるとともに、水素用材料の基礎物

性評価に関する研究を実施します。特に、平成19年度は、燃料電池自動車関連の高圧水素貯蔵システムにおいて用いられるアルミニウム合金やニッケル基合金等の金属材料の高圧水素脆化を評価しました。

年度進捗状況：

100MPa 超水素特性試験装置を開発しました。また、関係業界の要望を受けて特定候補材料であるアルミニウム合金やニッケル基合金の高圧水素脆化評価を行いました。

#### ① 100MPa 級水素特性試験装置の開発

産総研では高圧水素脆化評価施設の拡充のため施設改修を進めてきましたが、このほど完了しました。100MPa 超水素特性試験装置はこの施設内に、茨城県の許可を得て設置しました。なお、当該設備の圧縮機には二段往復式を用い、設計圧力は250MPa です。水素暴露試験容器の設計圧力は230MPa、使用温度範囲は室温から120℃です。高圧化を目指していた水素特性試験として所定の目的は達成されたものと考えます。

#### ② 水素用材料の基礎物性評価

関係業界の要望を受けて特定候補材料について水素脆化評価を進めており、業界の機器開発に寄与しています。また、例示基準に向けて標準材の水素脆化評価を進めています。

業界要望の A5083、A6061-T6及び A7075について105MPa の水素中で SSRT 試験を行いました。これらの材料の水素ガスによる脆化（水素ガス脆化：HGE）は殆ど認められず、これらの材料の破面においても水素の影響は殆ど認められませんでした。以上の材料データを、産総研高圧水素脆化表として整理しています。各種金属材料の高圧水素脆化は、大まかに Heavy HGE, Moderate HGE, Light HGE, Undetectable HGE の4種類に分類しました。今後更に整理を進め、材料選定に寄与させたいと思います。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 データベース、金属材料、引張性質、高圧水素、高圧水素脆化、内部可逆水素脆化

#### 【研究 題目】 微粒化彩色UV漆インキの開発とデジタル対応化

【研究代表者】 田口 和宏（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 廣瀬 重雄（常勤職員2名）

#### 【研究 内容】

海外から輸入される安価な漆器製品との競争の中で、国内の漆器産業は低迷しており、手作業で行われてきた伝統的な漆工芸に代替する、近代的な工業生産の技術が求められている。本コンソーシアム事業では、紫外線硬化が可能な漆インキを製造し、従来から行われてきた筆による絵付けに代えて印刷による描画法を、また漆の緩慢な自然硬化に代えて紫外光照射による迅速な塗膜乾燥

を採用することにより新規な漆器彩色技術を開発することを目的とした。技術開発に必要な漆インキ及び光硬化塗膜の機器分析を担当した。

光硬化性モノマー、光重合開始剤、及び顔料を含む天然漆の塗膜に紫外線を照射し、硬化反応に伴う発熱の経時変化を測定し、硬化の進行状況を確認した。また硬化塗膜の紫外可視スペクトルおよび表面・裏面の最表面の赤外スペクトルの測定より、硬化に適当な塗膜厚さ、紫外線照射量を確認した。塗膜中の顔料が光硬化を妨げることが認められ、白、黒、青、赤、黄の各々の顔料の紫外可視吸収の合わせた光重合開始剤の選択の指針を提案した。硬化塗膜を有機溶剤に浸漬し、塗膜からの抽出物の量より塗膜の安定性を評価し、また核磁気共鳴スペクトル（NMR）より抽出物の成分を分析し、製品の安全性を確認した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 漆器、紫外線硬化、印刷法、彩色技術

#### 【研究 題目】 光フロンティア領域を支える次世代光機能性光学材料及び素子の開発

【研究代表者】 酒井 滋樹（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 酒井 滋樹、藤野 英利  
（常勤職員1名、他1名）

#### 【研究 内容】

地域新生コンソーシアム「光フロンティア領域を支える次世代光機能性光学材料及び素子の開発」において、スーパーミラーの基板評価の評価を目的とした研究開発を行った。スーパーミラーの開発においては、レーザーチーム用の半導体可飽和吸収ミラーと同様に、光耐性が必要とされる。光耐性の向上のためには、レーザーミラー用基板の超平坦化が必要不可欠となる。超平坦基板の試作においては、参加企業で製造されたものを産総研で評価を行い、評価された基板を成膜してスーパーミラーの試作を行っている、本研究においては、成膜前の超平坦基板の評価を担当した。超平坦基板の表面形状の評価の手法としては、ナノ構造においては原子間力顕微鏡による表面形状の評価を、ついで、触針式の粗さ系による評価を、大面積では白色光の干渉を利用した評価を行った。これらの評価システムを用いて、基板の研磨や、洗浄の表面形状に対する定量的な評価を実施した。具体的には、ピッチ研磨法による鏡面創生、遊星式片面研磨機による酸化セリウム研磨材による研磨を行うとともに、電気泳動法による砥石作製技術を開発し、当技術で作製された EPD（ElectroPhoretic Deposition の略）砥石を用いて超平坦基板の研磨技術の開発を行い、Åレベルの超平坦基板が実現された。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 薄膜形成、光学ミラー、研磨

#### 【研究 題目】 植物細胞を利用した B 型肝炎ウイルス

## 中和抗体の製造法開発

〔研究代表者〕 高木 優(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 高木 優(常勤職員1名、他1名)

## 〔研究内容〕

富山大学が作製したB型肝炎ウイルス中和ヒト抗体の遺伝子を植物で発現させるシステムを構築し、植物で産生させたヒト抗体の機能を解析することにより、植物細胞を用いた抗体の製造方法を確立する。

そのため、植物培養細胞で高発現するプロモーターの取得・開発を行い、タバコ培養細胞をモデルとして発現量の高い遺伝子を探査し、それらの遺伝子解析から有効なプロモーターを選定した。さらに、タンパク発現・精製に最適な植物培養細胞の開発を行うため、HBV 抗体を生産させるホストとして、タバコ BY-2細胞について検討し、タンパク質発現・精製に最適な植物培養細胞の開発を行った。また、抗体タンパク質を高発現しているカルスを選定し、最適培養法の確立を行うため、抗体遺伝子を導入した培養細胞を効率的に増殖する栽培条件について検討した。本法で培養した植物細胞での抗体タンパク質の発現量をウエスタンで評価し、さらに、最適タンパク精製法を検討するため、タバコ培養細胞に導入した抗体遺伝子が生産する抗体タンパク質を効率的に精製する手法、技術の開発を行った。完全型抗体については、Protein G アフィニティカラムを含む適切なカラムを選定し、AKTApurifier のプログラムを適切に設定した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 抗体生産、遺伝子発現、植物培養細胞

## 〔研究題目〕 早期分子診断用ハイブリッド次世代マスプロファイラーの開発

〔研究代表者〕 竹村 文男 (エネルギー技術研究部門)

〔研究代表者〕 竹村 文男 (常勤職員1名)

## 〔研究内容〕

マスプロファイラーの主要部となる質量分析装置の信頼性の向上を目的に、質量分析装置の真空チャンバーの等温化と恒温化方法を検討し、当該開発装置に適用する方法を選択した。質量分析装置の性能や精度は、装置の核心部となる真空チャンバー内に配置した複数の電極で人為的に発生させた電磁場の信頼性に大きく依存する。信頼性が高く安定した電磁場を得るには、電源系統の回路上の問題と伴に、電極やセンサーを設定した精度に配置し、保持することが必要不可欠であり、装置の作動中に生じる装置の温度変化による熱変形を極力抑えることが必要になる。このため、真空チャンバー全体の温度分布を一様にする等温化と同時に、温度レベルを時間的に変動させない恒温化が最も有効な方法となる。ここでは、当該装置が、一般的な空調の環境下で用いられることを前提に、分析装置の基本的構成や形状に出来る限り影響を及ぼさないでかつ省エネルギー的な方法との観点から次の四つの方法を検討した。1)真空チャンバーの壁面を、

銅あるいはアルミ等の熱伝導の良導体で構成する。2)真空チャンバーの壁面にヒーターを巻く。3)真空チャンバーの壁面に適当な間隔でヒートパイプを配置する。4)真空チャンバーの壁面をヒートパイプ化する。

これらの4つの方法について検討した結果を基に、開発する装置の真空チャンバーの等温化、恒温化方法にヒートパイプを利用した3)と4)の方法を提案し、これに基づいて真空チャンバーが設計、制作された。さらに、制作された真空チャンバーを組み込んだ質量分析装置の性能評価等を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 質量分析器、ヒートパイプ

## 〔研究題目〕 常温衝撃固化現象を利用した微小重力下での製膜プロセス開発

〔研究代表者〕 中野 禅 (先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 中野 禅、岩田 篤、小木曾 久人、佐藤 宏司、明渡 純 (常勤職員5名)

## 〔研究内容〕

本研究は、微粒子を原料に用いた薄膜作成法である Aerosol Deposition 法 (AD 法) の、常温下での衝撃固化現象について、微小重力環境におけるエアロゾル流動の最適化および微粒子衝突による結合・成長過程の検討により薄膜形成の高品質化を図る。また、このような薄膜形成法の宇宙空間での利用について検討する。AD 法では微粒子原料を利用し、これをガス中に分散させ製膜する。このとき微小重力化では、原料粉が重力の影響を受けずに浮遊するため容易に高品位のエアロゾル状態を実現しうる。そのため地上では困難な希少材料を用いた製膜や原料粉の制御による高品位な製膜が期待できる。そこで、将来の宇宙環境での AD 法による高品質薄膜作成技術を目指し、微小重力下での微粒子挙動をより詳細に検討・制御できる装置開発と、微小重力下での常温衝撃固化現象の解明を行う。微小重力における AD 法の利点・欠点を明らかにし、次期宇宙利用研究への展開を図っている。

平成19年度は、航空機を利用した微小重力実験を行い、PZT、クラスレート材を微小重力化で成膜した。微小重力時間20秒のため、特性評価可能な膜厚まで得られていないが、重力化より表面の状態が良い膜が形成できている。しかしながら航空機では気流の影響による0.01 G程度の重力が残る場合があり、この程度の微小 G でも粉原料に影響が大きいことが分かった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 エアロゾルデポジション、宇宙利用、微小重力、クラスレート、PZT

## 〔研究題目〕 金型の知能化による金属プレス加工の不良レス化

〔研究代表者〕 尾崎 浩一



(デジタルものづくり研究センター)

【研究担当者】尾崎 浩一、伊藤 哲、澤井 重信  
(常勤職員2名、他1名)

## 【研究内容】

現在自動車製造業において、工場の24時間稼働が重要な課題の一つとなっており、プレス加工においても、金型にセンサーを組み込み、運転の無人化や不良検知による無人の製品管理が重要な技術開発テーマとなっている。そこで、戦略的基盤技術高度化支援事業として、福岡県の工業技術センター、プレス関連企業と協力して、抜き曲げ加工順送金型と絞り金型について、製品個体毎に不良を金型内で検知することにより、成形不良品の発生を防止するとともに、センサー情報を基に不良要因を分析し、不良防止のための生産工程の改善と万が一不良が発生した場合でも、個々の製品に関するトレーサビリティを確立し、原因究明や以後の生産に反映できるようにする技術開発を行っている。産業技術総合研究所においては、ロードセルによって金型を支持・モニタリングするセンシング技術の設計・評価を分担した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】金型、深絞り、デジタルエンジニアリング、CAT、技能の技術化

## 【研究題目】超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開発

【研究代表者】尾崎 浩一  
(デジタルものづくり研究センター)

【研究担当者】尾崎 浩一、伊藤 哲、澤井 重信  
(常勤職員2名、他1名)

## 【研究内容】

金型を利用した加工を含む生産工程のコストダウンのため、金型を利用した工程の後工程の加工プロセスを金型の中で行い、工程を集約的に収縮することが重要な技術テーマとして注目され始めている。そこで、戦略的基盤技術高度化支援事業として、九州工業大学先端金型センター、福岡県工業技術センター機械電子研究所、金型やめっき加工企業と協力して、射出成形時に金型内で高品質なメッキを行う技術開発を行うことにより、複数工程の同時処理によって、高品質メッキ・プラスチック部品の短納期化・低コスト化を実現する研究開発を行っている。産業技術総合研究所においては、成形実験・型に関する評価のテーマを分担した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】金型、射出成形、めっき

## 【研究題目】環境対応型非鉄金属鑄造技術に関する研究開発

【研究代表者】岡根 利光  
(デジタルものづくり研究センター)

【研究担当者】岡根 利光 (常勤職員1名)

## 【研究内容】

水質基準改正、RoHS 規制等、鉛・カドミウム等の環境負荷物質に対する規制が進められている。非鉄金属鑄造業では、これらの新たな環境基準に対応したもののづくりを迫られており、課題に対応するために以下の開発を進めている。①材料設計技術を活用して、銅合金中の鉛量を低減させ、かつ油圧ポンプのシリンダブロック等に要求される高速・高面圧下での摺動特性を満足する環境配慮型軸受合金開発、②分析トレーサビリティ確保のために鑄造用非鉄合金（アルミ合金・銅合金）の鉛、カドミウム分析標準試料開発、③鑄造・加工の過程での鉛の混入状況を管理する技術を開発するとともに、鑄物から水への鉛溶出評価を短時間で行える加速鉛溶出試験装置の開発。平成19年度は(社)日本非鉄金属鑄物協会より受託し研究を分担して行い、全体として以下の成果を得た。①トライボット摩耗試験装置により、昨年度行った基本合金成分系の確立の成果を基に、新規開発合金の摩擦摩耗特性の評価を行った。②鑄物用 CAC400系青銅合金、CAC900系鉛フリー青銅合金及び3種のアルミニウム合金（AC2B、AC4C、AC7A）の分析標準試料の作製と分析標準の確立を図るため、各組成の鑄造試験片の連続鑄造によるビレット鑄塊の作製、分析試験片の切削加工、偏析確認のための試験分析、本分析を行った。③鉛混入管理技術の開発を目的に、微量鉛の簡易計測法の実験の場として鑄造企業において製造される鑄造品に実証実験を行った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】銅合金鑄物、アルミ合金鑄物、水質基準、RoHS 規制、鉛、カドミウム、鉛溶出試験

## 【研究題目】中性子捕獲実験用レーザー逆コンプトン光の研究開発

【研究代表者】山田 家勝  
(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】豊川 弘之、小川 博嗣  
(常勤職員3名)

## 【研究内容】

ウランを効率的に利用し、マイナーアクチニド(MA)の燃焼を可能とする革新的高速炉システム技術の核設計や安全性評価のためには、MA 核種や超寿命核分裂生成物の中性子捕獲断面積測定が重要課題の一つとなっているが、測定サンプル入手が困難な同位元素も存在する。この場合、中性子捕獲の逆反応である光核反応の断面積を測定し、その結果と理論計算から中性子捕獲断面積を予測することが可能となる。一方で産総研では、電子蓄積リング TERAS の高エネルギー電子ビームにレーザー光を集光照射することにより、レーザー逆コンプトン光（レーザーコンプトン散乱エネルギー可変準単色γ線ビーム）を発生させることが可能である。当該課題では、

光核反応断面積測定を効率良く行うために当所のレーザー逆コンプトン光発生をより安定化・高信頼化させるための技術を開発し、供給することを目指している。

平成19年度は、昨年度の装置改良により安定化されたレーザー逆コンプトン光を日本原子力研究開発機構及び甲南学園による Se-80、Zr-96等を用いた光核反応実験に供給し、予定された実験を計画通り遂行できた。また、数か月～年に亘る長期のレーザー逆コンプトン光の安定発生を確保するため、TERAS への電子入射用リニアック TELL の高出力パルスマイクロ波電源内に設置されている高電圧・大電流スイッチング用電子管（サイラトロン）を更新した。これによって電子パンチを長期に亘り正確にマイクロ波の最適位相に同期させることが可能となり、電子ビームのエネルギー広がりやエミッタンスの低減により TERAS への電子入射が安定化された結果、レーザー逆コンプトン光発生の高信頼性を向上させることができた。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】電子蓄積リング、電子リニアック、レーザー逆コンプトン光、光核反応、革新的高速炉、中性子捕獲断面積

【研究 題 目】断層帯周辺における自然地震観測（稠密アレー観測）

【研究代表者】桑原 保人（地質情報研究部門）

【研究担当者】桑原 保人、今西 和俊、長 郁夫（常勤職員3名、他1名）

【研究 内 容】

本研究は、文科省による5カ年計画「糸魚川－静岡構造線断層帯の重点的な調査観測」の一部をなすもので、今年度は、糸静線中部の諏訪湖周辺の断層近傍の観測を継続すると同時に、南部から中部にかけての極微小地震のメカニズム解の大量決定を行った。さらに、解析対象領域を6つに分割しそれぞれについて応力テンソルインバージョンをおこない、同地域の応力分布を解明した。これによると、最大主応力方位は広域応力場に調和的な西北西-東南東で大きな空間変化は見られなかったが、中間主応力、最小主応力の向きや、それらの値には大きな空間変化が見られた。また解析対象領域は、変位センスや断層形態から逆断層区間とされていた北部セグメントを含んでいるが、少なくとも北部セグメントの南部域は、現在の応力場としては横ずれであることが本業務によって明らかになった。

これまでの解析により、臨時観測と振幅値を用いたメカニズム解推定法により、極微小地震から詳細な応力場の推定が可能であることが示された。

【分 野 名】地質

【キーワード】糸魚川－静岡構造線断層帯、微小地震、発震機構、活断層、地殻応力場

【研究 題 目】ETBE のリスク評価

【研究代表者】中西 準子

（化学物質リスク管理研究センター）

【研究担当者】吉田 喜久雄、納屋 聖人、牧野 良次（常勤職員3名、他2名）

【研究 内 容】

二酸化炭素排出量の削減等に寄与すると期待されているバイオエタノールを原料とする添加剤の ETBE を 7 %混合したガソリンを全国規模導入した場合に想定される吸入暴露経路と経口暴露経路の健康リスクを評価した。

(1) 吸入暴露経路のリスク評価

ETBE 混合ガソリンを全国規模で導入した場合に想定される吸入暴露経路のリスクを推定するために、製油所、油槽所、給油所及び自動車からの ETBE 排出量をメッシュ別に推計し、これを基に、広域と排出源近傍の局所域での大気中濃度分布を大気拡散モデル（AIST-ADMER Ver.2）で推定した。さらに、ETBE の吸入暴露毒性試験結果を解析し、無毒性量を決定し、推計した大気中濃度の分布と比較することにより、吸入暴露経路の健康リスクを判定した。その結果、屋外一般環境での ETBE の吸入暴露はヒト健康に影響を及ぼさないと判断された。

(2) 経口暴露経路のリスク評価

給油所の地下タンクから漏洩した ETBE の地下水経由の経口暴露経路のリスクを評価した。対策を考慮したいくつかの漏洩シナリオを設定し、全国を対象に飲用井戸水中の ETBE 濃度を地下水環境モデルで推定した。さらに、ETBE の経口暴露毒性試験結果を解析し、無毒性量を決定し、推定した経口摂取量の分布と比較することにより、経口暴露経路の健康リスクを評価した。その結果、漏洩後に応急対策が実施されない場合には、リスクが懸念される井戸も存在するが、漏洩後に対策を実施する場合には、リスクは懸念されないレベルにならないと判断された。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオエタノール、健康リスク、吸入暴露、経口暴露

【研究 題 目】モニタリング技術の開発（モニタリング機器技術高度化調査）中核的な技術オプションの調査研究（その2）光ファイバセンサ技術

【研究代表者】秋宗 淑雄（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】津田 浩（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究は設置したセンサや配線による処分安全性能への影響を低減することが可能な FBG 式センサを利用し、多点計測が可能な応力センサにより小規模な室内試験を継続して行い、当該機器の適用可能性を判断する。本年

度は、昨年度の計測からさらに8ヶ月間継続し、その耐久性について評価するとともに、FBG 式土圧センサについてデータ確認試験を実施し、昨年度のシステムによって得られた計測データについての解釈を行い、モニタリング機器としての適用可能性を判断した。

#### 1) FBG 式光ファイバセンサの耐久性評価

- ① 約310日間の計測を行ったがセンサ自体の耐久性に問題は見られなかった。

#### 2) FBG 式土圧センサのデータ確認試験

- ① 旧型センサを改良した新型センサでは、圧力・温度確認試験において、圧力に関しては常温では問題なく計測が行えたが、高温では若干問題が見られた。
- ② 同様に温度に関しては、実測値と若干異なる値が見られた。
- ③ 常温域における試験セルによるベントナイト膨潤圧の測定は適切に行えた。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 光ファイバ、温度圧力計測、高レベル放射線廃棄物

### 【研究 題目】 マルチメディアモデル開発のための物性値パラメータ評価手法の開発

【研究代表者】 脇坂 昭弘（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 岩上 透（他1名）

#### 【研究 内容】

残留性有機汚染物質（POPs）の地球規模の拡散移動を予測するマルチメディアモデルの開発研究において、オクタノール／水分配係数（ $K_{ow}$ ）は重要なパラメータとして利用されている。本研究では、POPs の拡散移動予測精度の向上に寄与することを目的として、モデル化合物に対するオクタノール／水分配係数と水中のクラスター構造との関係を検討した。

POPs モデル化合物として、ピリジン、ピリダジン、ピリミジン、及びこれらの化合物にメチル基を導入した化合物を用い、化合物の構造による水中のクラスター構造と  $K_{ow}$  との関係を解析した。クラスター構造は、液相クラスター質量分析法により解析し、 $K_{ow}$  は OECD テストガイドライン107-フラスコ振とう法により計測した。

すべてのモデル化合物について1 wt%と10 wt%水溶液中のクラスター構造を解析したところ、メチル基の存在によって化合物の自己会合が促進されることを観測した。また、 $K_{ow}$  もメチル基の存在する化合物で大きくなり、オクタノール相への分配が増加することを示した。

有機化合物が水中で自己会合を起こしやすいときに  $K_{ow}$  が増加する傾向が観測された。この自己会合は、濃度、温度、共存する塩などの影響を受けるため、 $K_{ow}$  を拡散移動のパラメータとする際には、これらの条件に注意する必要があることを指摘した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 残留性有機汚染物質、質量分析法、オクタノール／水分配係数

### 【研究 題目】 二酸化炭素データの標準化法

【研究代表者】 鶴島 修夫（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 原田 晃（常勤職員1名）

#### 【研究 内容】

二酸化炭素分圧センサーから得られるデータの評価を行うため、西部北太平洋における各層二酸化炭素関連データについて、新たに公開されたものや、公開直前のものを収集し、昨年までに作成したデータセットに統合した。緯度5度×経度5度のグリッドに分割し、統計処理を行った結果、深度3000 m 程度でのばらつきはほぼ5  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ 以内に収まることがわかった。将来開発されるであろう鉛直プロファイラーの測定データ評価に有用と考えられる。また、西部北太平洋における二酸化炭素分圧データについて、昨年度までに作成したデータセットに、新たに環境研究所の貨物船観測データを加え、統合データベースを作成した。西部北太平洋海域を5度×5度グリッドに区切り、 $p\text{CO}_2$ 、 $\Delta p\text{CO}_2$ 、温度補正  $p\text{CO}_2$ 、表面水温の各パラメータについて、経年変化、季節変動、年平均、月平均の各値について作図を行った。Ocean Data View をもちいて任意の海域での作図、統計処理も可能である。ブイ  $\text{CO}_2$  センサーデータの評価や、運用海域の選定に有用である。二酸化炭素測定用標準物質について、高濃度参照物質の作成と、グリースレス容器の保存効果評価を行った。各種グリースレス容器について、気体の逃散による濃度変化は認められなかったが、蓋の固着などの不具合も生じた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 海洋、二酸化炭素、標準化、データベース

### 【研究 題目】 メタンハイドレートシステム構築に関わる浅層地質地化学研究および技術アドバイザー業務

【研究代表者】 森田 澄人（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 森田 澄人、棚橋 学、松林 修、中嶋 健、坂田 将、後藤 秀作（常勤職員6名、他1名）

#### 【研究 内容】

東海沖一熊野灘海域におけるメタンハイドレートの集積や分解、またその周辺浅層部の諸現象についてより良い理解を深めるため、その主な研究項目として同海域で得られた三次元反射法地震探査データを用いながら詳細な解釈作業を実施した。その結果、メタンハイドレートシステム構築に関わる重要概念として以下に挙げる新たな知見が得られた。

- 1) BSR 縁辺部における「折り返し反射面」の認定  
三次元地震探査記録の詳細な解析により、BSR 面



の縁辺において必ずしも層理と平行でない側方方向への折り返しを示す特徴的な反射面が広く認められることが分かった。この「折り返し反射面」は、反射断面上において BSR の末端に始まり、側方逆向きに下位へ折り返すように発達し、BSR とは逆の正位相の特徴を示す。

## 2) ボックマーク周辺の地質構造

天竜海底谷と竜洋海底谷に囲まれたエリアの北端には二つの顕著なボックマークが存在する。この周辺の地質構造を解析した結果、二枚の顕著なホライズンで特徴付けられることが分かった。一方はボックマークの下位から北西方向に傾斜して広がる強反射のホライズンであり、もう一方はそれよりも上位のほぼ水平な不整合面に相当し、ボックマークはちょうど二枚のホライズンが収束するヒンジ部の直上に位置している。

## 3) BSR の発現に関わる岩相変化および地層傾斜

BSR は振幅の低い泥勝ち層と解釈されるユニットで途切れる傾向が認められる。また、褶曲した小さな堆積盆では、より深部への連続性を示す下位の地層に BSR が発現しやすく、下位の地層に発達する BSR の直下は低速度となる傾向が認められた。

【分 野 名】地質

【キーワード】ガスハイドレート、地化学調査、三次元反射法地震探査

## 【研究 題 目】同位対比分析装置の高精度化に関する研究

【研究代表者】齋藤 直昭(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】大村 英樹(常勤職員2名)

【研究 内 容】

放射性核種の同位対比を測定するための新質量分析方法を開発する目的で、リフレクトロン飛行時間質量分析装置の基礎設計を実施することを目標とする。

目的とする高精度な同位対比分析装置の基本要求仕様に基づき、装置各部(イオン加速部、レンズ系、リフレクタ)の理論設計、電場計算及びイオンの軌道・時間計算を実施した。この時、時間的スペースフォーカスと空間的スペースフォーカスの双方を実現することを考慮し、メッシュレス加速部、および2段式リフレクタを採用した。メッシュレス加速部およびレンズ系については、レンズ特性と時間特性を評価した。リフレクタにおいては、飛行時間分布に関する1次2次同時収束条件の導出、メッシュ通過に伴う散乱効果を評価した。設計したイオン加速部、レンズ系、リフレクタの性能に関し、既存の質量分析装置を用いた検証実験を実施した。また、動的偏向電場によるイオン軌道偏向の理論的解析を行い、測定対象とする放射性核種の同位対比を分析する際の装置設計指針および装置動作条件を導出した。これら理論計算と検証実験結果のフィードバックに基づき、新たに開発するイオン加速部及びリフレクタの機械設計に関する基礎

図面を作成した。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】放射性核種、同位対比分析、質量分析装置、設計

## 【研究 題 目】相模湾における人工湧昇放流水の水塊分布と栄養塩動態の把握

【研究代表者】原田 晃(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】原田 晃、鶴島 修夫(常勤職員2名)

【研究 内 容】

相模湾における深層水汲み上げ実験において、明瞭な生物生産の増加が検出できなかったため、得られたデータと過去の観測データから、汲み上げ時の二酸化炭素および温室効果気体の挙動を考察した。相模湾水深200 mでの二酸化炭素フガシティーは全炭酸と全アルカリ度から505  $\mu\text{atm}$  と計算された。この海水を仮に水温を保存したまま表面まで汲み上げると、二酸化炭素フガシティーは534  $\mu\text{atm}$  とわずかに上昇する。また、この海水が周囲の表面水温(25  $^{\circ}\text{C}$ )まで昇温すると、二酸化炭素フガシティーは949  $\mu\text{atm}$  と大気中二酸化炭素フガシティー(380  $\mu\text{atm}$ )よりもかなり高くなり、大気-海洋間の気体交換により二酸化炭素が海水から大気へ放出されることになる。しかし、同時に汲み上げられる硝酸塩(22  $\mu\text{M}$ )を利用した生物一次生産が起これば海水中から無機炭素がとられ有機炭素に変わるため、全炭酸濃度が減少し海水中二酸化炭素フガシティーも低下する。仮に、生物一次生産が、硝酸塩が枯渇するまで起こり、その際、溶存無機炭素が Redfield 比に従って有機化されるとすると、全炭酸濃度は161  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ 減少し、全アルカリ度は22  $\mu\text{mol kg}^{-1}$ 増加する。その結果放流後の表層水中二酸化炭素フガシティーは362  $\mu\text{atm}$  とほぼ大気と平衡となる。冬季相模湾で水温が15  $^{\circ}\text{C}$ 程度まで低下すると、水中二酸化炭素フガシティーは240  $\mu\text{atm}$  まで低下する。少なくとも相模湾拓海周辺の200 m 水については、栄養塩を使い切れれば、二酸化炭素を吸収する方向にまで達するといえる。結論として、拓海における深層水放流については、二酸化炭素の放出につながらないと考えられる。ただし、汲み上げる深層水の水質は場所によっても変化するし、時間と共に変化する可能性もある。本格導入にあたっては二酸化炭素動態の面からも事前調査が重要である。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】海洋、相模湾、深層水

## 【研究 題 目】任意形状付シームレス極細パイプの高精度加工技術の確立及び高効率製造装置の開発

【研究代表者】碓井 雄一

(デジタルものづくり研究センター)

【研究担当者】碓井 雄一(常勤職員1名)

# 〔研究内容〕

戦略的基盤技術高度化支援事業のひとつとして、栃木県内のプレスメーカー等とともに、カーリング加工に代えて継ぎ目が現れる心配のないステンレス製シームレス極細パイプを素材として用い、外径0.18 mm以下の任意テーパ形状付極細パイプにつぼめ成形できる加工技術の開発、ならびにその量産製造技術の開発を行っている。産業技術総合研究所においては、パイプの成形加工法の開発の一部を分担した。

パイプの径を縮小させる加工において、ソリッドダイスにパイプを押し込む場合、ダイス内面全周にわたる広い面積で接触するので、摩擦によって押し込み力・トルクが大きくなってパイプ座屈の原因になる。バックアップリング内を自由に回転できるボールでパイプを圧縮すると、転がり接触になるので摩擦力が小さく、局部加工で小面積ずつ加工するので加工力が小さくなるため、一回の加工でより細い径にまで加工できる可能性がある。そこで、鋼球圧縮による微細パイプの加工特性を把握するための実験を行った。

3個の鋼球の間にパイプを通して径を縮小する実験を行った結果、良好な成型が行われた例もあったが再現性がなく、ほとんどの場合でパイプが縦に割れるという結果になった。良好なときは、外径0.35 mm 内径0.25 mm のパイプが、外径0.240 mm 内径0.105 mm に成型された。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 小径パイプ 絞り 縮径

## 〔研究題目〕 ゾーン加熱方式による美濃和紙の炭化と導電性材料への応用

〔研究代表者〕 池田 伸一

(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 池田 伸一、梅山 規男

(常勤職員1名、他1名)

## 〔研究内容〕

フェノール樹脂の繊維で作成したシートを、酸素のない雰囲気、赤外線加熱により炭化、グラファイト化を試み、燃料電池の電極材料などに適用することを目指している。初年度にあたる平成19年度は、グラファイト化を促進する触媒材料の探索と反射鏡の設計、試作を行った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 フェノール樹脂、触媒

## 〔研究題目〕 炭鉱ガス管理技術に基づく新方式メタンガスセンサの開発

〔研究代表者〕 野田 和俊 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 野田 和俊 (常勤職員1名)

## 〔研究内容〕

石炭鉱山の保安技術の向上を図るため、本質安全防爆

構造を有すると共に、低コスト化、高耐久性を可能とした高精度で高安全の赤外線式メタンガスセンサを開発することを目的として実施した。ガスセルの素材開発では、ガスセルの構成上表面状態が重要であることから、「表面の形状」と「表面処理の仕方」によって、反射効率が定まることが考えられる。ガスセルの形状開発では、複数反射させることが重要で、加工の容易性からも実用的な形状のものを検討した。その他として、既製品のガスセルを調査検討した結果、ガスセルとしての性能を有していれば、どのような形状でもよく、ガスセル内部の全面の反射効率が必要であるため、その内部の反射効率が重要で、反射面として赤外線反射効率がよいものを利用したものが良好であることが分かった。また、反射面が良好なものを使用した場合は、加工の容易性などから加工しやすい材質でも可能であることが示された。

〔分野名〕 環境・エネルギー、地質

〔キーワード〕 メタンガス、センサ、安全、防爆、IEC

## 〔研究題目〕 温暖化対策の技術選択モデル及び関連政策に関する調査事業

〔研究代表者〕 増井 慶次郎

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 増井 慶次郎、近藤 伸亮、松本 光崇

(常勤職員3名)

## 〔研究内容〕

本研究は、経済産業省が平成17年度より実施している調査事業の一部として東京大学より再委託を受け、「普及予測手法の検討とツール開発」を担当したものである。

平成19年度は、まず、環境製品の普及分析の際に前提条件としているエネルギー価格とエネルギー需要の関係について調査した。実際、わが国では人口の減少、自動車輸送の飽和、ガソリン価格急騰など21世紀の問題を分析する上で無視できない要因が生じている。過去のエネルギー経済統計データに基づき、エネルギー財の価格弾力性を回帰分析により算出した。事例研究として、昨今話題になった揮発油税廃止による影響について分析した。試算の結果、例えば価格弾性値が-0.065の場合は、揮発油税廃止によりガソリン需要量が1.25 %増加し、その結果CO<sub>2</sub>排出量が48.7万 t-C増加すると推定された。これは日本のCO<sub>2</sub>排出量3.29億 t-Cの約0.15 %に相当することを明らかにした。

環境対応製品普及予測モデル及びツールに関しては、昨年度開発した予測モデルの枠組みと同モデルによる分析結果について、学界の有識者にヒアリングを行った。8件の有識者ヒアリングを行い、そこで得られた知見をまとめた。また、昨年度普及予測モデルを実際の製品に適用する際に問題となっていた、普及係数の決定の方法について、係数決定の指針を作成した。具体的には、普及係数を決定する製品属性を同定し、種々の製品属性データから製品属性と普及係数との関係式を作成した。こ

の関係式を既知の普及製品に適用し、その有効性を検証した。

最後に、環境製品普及予測モデルのデータ整備のため、消費者の選好について東京大学が本調査事業で実施したアンケート結果を参照するとともに、その他文献や公表されている統計データの収集を行った。これらのデータを普及予測ツールに組み込み、省エネ型冷蔵庫、省エネ住宅の普及予測を行った。得られた結果から CO<sub>2</sub>排出量削減に向けて以下のような課題があることを明らかにした。400リットルを越える冷蔵庫にはさまざまな機能が付与されており、年間消費電力で420～670 kWh/年の幅がある。低消費電力の重要性をアピールし、低消費電力の優先度を高める継続的な取組が必要である。また300リットル以下の市場は低価格が求められ、積極的な省エネ対策を取りにくい。将来、冷蔵庫の電力消費の1/2以上をこのクラスの冷蔵庫が占めることが予想されることから、低価格商品に対する省エネ性能の付与が今後の課題である。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 環境配慮製品、価格弾力性、製品普及予測モデル、省エネ性能

【研究 題 目】 佐賀県立九州シンクロトロン光研究センター電子蓄積リングにおけるガンマー線生成に関する研究

【研究代表者】 豊川 弘之(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 安本 正人(常勤職員2名)

【研究 内 容】

九州シンクロトロン光研究センターでは現在、電子蓄積リングによって真空紫外から X 線領域にわたる広い範囲のシンクロトロン光を提供している。本委託研究は九州シンクロトロン光研究センターにおいて現状のシンクロトロン光よりさらに高エネルギー光であるガンマー線の生成実現のための研究を目的としている。ガンマー線は、原子核物理学、応用原子核工学、ガンマー線 CT 等産業応用の可能性を有している。さらにガンマー線の測定から電子ビームの状態について直接的な情報を得られる。そのため、九州シンクロトロン光研究センターにおいて応用性の高さのみならず、加速器の性能向上のための重要なビーム計測手法になる可能性を有している。

電子蓄積リングにおけるガンマー線生成の方法として、周回する電子ビームにレーザー光を照射し、逆コンプトン散乱反応によってガンマー線を生成するレーザーコンプトン法を検討し、その物理的技術的実現性を検討し、レーザーコンプトン実験システムの基本デザインについて、主として文献調査による検討を行った。またこれに伴う個別機器の検討、調査を、産総研電子加速器施設を用いた実験に基づいて行った。これらの結果、利用研究として γ 線 CT を試みるのが妥当であるとの知見を得た。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 電子蓄積リング、ガンマー線、レーザーコンプトン

【研究 題 目】 CO<sub>2</sub>の海洋中への溶解・拡散に関する研究

【研究代表者】 西尾 匡弘(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 西尾 匡弘(常勤職員1名)

【研究 内 容】

二酸化炭素の回収・貯留技術は、直接的な二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の排出削減対策として近年脚光を浴びている。現在のところ、大量排出源から回収された CO<sub>2</sub>を、地層中へ貯留する方法が世界的にも先行してきているが、わが国では適地が限られることが想定される。そこで、わが国の国土が海洋に囲まれている地の利を生かし、大気中の約数十倍の CO<sub>2</sub>を溶存している海洋の特性を利用した海水中への CO<sub>2</sub>の直接投入・希釈技術も有効であるものと考えられる。本研究は、海洋中に放出された CO<sub>2</sub>の挙動を予測するためのモデルを開発することを目的とする。本件では、特に相変化を伴う数百 m 程度の水深を中心に、従来の実験的な検討結果を精査し、CO<sub>2</sub>の液滴が放出され、液相から気相への相変化を伴う液滴の溶解や移動に関しての数値モデルを開発した。当該モデルは、①海水中の CO<sub>2</sub>気相/液相の溶解度に関するサブモデル、②CO<sub>2</sub>液滴/気泡の溶解速度に関するサブモデル、③CO<sub>2</sub>液滴/気泡の上昇速度に関するサブモデル、および④CO<sub>2</sub>-海水間の物理化学的特性サブモデル(例えば、CO<sub>2</sub>拡散係数、粘度、密度、界面張力)から構成される。今年度開発したモデルにより、海水中での二酸化炭素液滴/気泡の浮上時における連続的な解析が可能となった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 二酸化炭素、海洋隔離、溶解希釈法、相変化

【研究 題 目】 東アジア地域におけるエネルギー情勢及び自動車普及状況の調査

【研究代表者】 浜田 秀昭

(新燃料自動車技術研究センター)

【研究担当者】 小澤 信吾、千葉 和貴、岩品 智也  
(常勤職員1名、他3名)

【研究 内 容】

2007年1月に開催された第2回東アジアサミット(EAS)において、エネルギー安全保障に関するセブ宣言が採択された。セブ宣言を具体的に取り進めるために設置された EAS 参加各国のエネルギー政策担当者による実務者級会合であるエネルギー協力タスクフォース(ECTF)において、バイオディーゼルの統一規格・標準化(Standardization)に向けた課題の検討に取り組むことになった。それらを受けて、2007年5月に開催された東アジア・ASEAN 経済研究センター(ERIA)専



門家会合においては、同課題を検討する研究会を発足することとなった。

ERIA「東アジア地域におけるバイオディーゼル燃料の標準化」研究会では、東アジア各国の有識者をメンバーとして、東アジア地域におけるバイオディーゼル燃料普及を目指し議論を行ってきた。本調査研究では、東アジア地域各国のエネルギー情勢やエネルギー政策、ならびに自動車普及状況や燃料規格・規制等を把握することを目的とし、その成果を上記研究会に提供した。今後も継続的なデータの更新を検討中である。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】東アジア、エネルギー情勢、自動車普及状況、バイオディーゼル燃料、BDF、FAME、脂肪酸メチルエステル、データベース

【研究 題 目】グリーン製造技術を目指したドライプレス金型の実用化

【研究代表者】清水 透（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】清水 透（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本研究は、打ち抜き、深絞りの実生産試験条件による評価試験を行い、ドライプレス成形の可能性の評価研究を行う。具体的には、DLC コーティングを施した金型を用いて、ステンレス鋼と一般鋼板（SPCC）で、絞り加工、しごき加工を行い、実用条件における DLC コーティングの評価試験を行う。特に平成19年度は、易放電加工性導電性セラミックスによる金型を作製し、評価試験を行った。評価は DLC 膜厚コーティング無潤滑、導電性セラミックス金型での10万回加工試験で行い、素材は一般鋼（SPCC）とステンレス鋼で、深絞り、しごきでの評価を中心に実施した。評価項目は、金型での DLC コーティングの剥離、及び焼き付き、深絞り加工、しごき加工でのしごき面での面粗さとした。

その結果、DLC コーティングはドライ金型のコーティングとして有効であるが厳しい条件では剥離が起きることが確認された。易放電加工性セラミックス金型は無潤滑で SPCC 鋼板のしぼり加工が可能であり、初期のわずかな油分があれば健全にしごき加工できることが分かった。また、ステンレス鋼板でも、若干湿り気を与える程度の水分を与える程度の条件で、絞り加工が可能であることが確認された。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】金型、潤滑、ドライ、DLC、評価、環境

【研究 題 目】分離機能性ナノ粒子の非接触複合化による機動的浄水システム開発

【研究代表者】廣津 孝弘（健康工学研究センター）

【研究担当者】廣津 孝弘、坂根 幸治、苑田 晃成、

Ramesh CHITRAKAR、手束 聡子、溝渕 恵輔（常勤職員3名、他3名）

【研究 内 容】

大規模自然災害等非常時に、被災者に現地で安全な水を製造・供給するため、分離機能性ナノ粒子が多孔性ポリマー内に非接触で複合化された波及効果の大きい新規分離機能繊維状成形体を創製し、革新的な膜ろ過・吸着分離工程からなる機動的浄水システムを開発する。

本年度は、機動的浄水システムのプロトタイプ機を試作した。有機物を除去するためのカラムユニット、および硝酸イオンを除去するための繊維状吸着材を充填したカラムユニットを搭載したプロト機を用いて、河川水、ため池水、地下水（硝酸イオンが水質基準超過）を原水とするフィールド試験を実施した。各処理水は、水道水質基準を満足することを実証した。特に、硝酸イオンで汚染された地下水を簡単に短時間で飲料水化できることが分かった。

【分 野 名】環境・エネルギー、ライフサイエンス

【キーワード】飲料水、浄水システム、有害イオン、分離剤、繊維吸着材

【研究 題 目】地域食材を用いた健康維持機能探索と抗肥満食品への応用

【研究代表者】仲山 賢一（健康工学研究センター）

【研究担当者】仲山 賢一、安部 博子、奥田 徹哉（常勤職員3名）

【研究 内 容】

徳島県立工業技術センターで抽出された糖脂質について、その活性をマウスのマクロファージ様細胞 RAW264を用いて測定を行った。その結果、抽出された糖脂質は、サイトカインの調節作用が認められることから、免疫疾患などの緩和が期待されることが分かった。

【分 野 名】ライフサイエンス

【キーワード】免疫、糖脂質

【研究 題 目】セラミックリアクター開発／マイクロ集積化におけるマイクロ・マクロ構造構築技術の開発、セルキューブ集積及びモジュール構築連続プロセス技術の開発

【研究代表者】淡野 正信（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】淡野 正信、藤代 芳伸、鈴木 俊男、山口 十志明、吉澤 友一、平尾 喜代司、宮崎 広行、周 游、福島 学、濱本 孝一、El-Toni M.Ahmed、胡 頌、佐藤 緑、在原 香代、小林 美佳、丹下 典子、桜木 里美、奥野 智子、永山 理恵、古川 一夫（常勤職員9名、他11名）

【研究 内 容】

本研究は、電気化学的に物質やエネルギーを変換する高効率の次世代型セラミックリアクターを創製することにより、エネルギー・環境問題の解決に有効な手段を提供すると同時に、我が国の産業競争力の強化に資することを目的とする。その実現へ向けて当所では、マイクロ集積化及びセルスタックモジュール化技術の開発及び評価解析技術開発を進め、革新的な製造プロセス技術として確立することを目指す。平成21年度末の最終目標として、径0.5 mm 以下のセルが100本以上／キューブで集積したモジュールを、一連の連続行程により製造可能とする等のプロセス技術を開発し、マイクロ集積化セラミックリアクターの高効率物質・エネルギー変換機能を実証する（作動温度650℃以下での発電出力密度2 W/cm<sup>3</sup>以上の達成等）。

平成19年度は、1 mm 径以下の高性能マイクロチューブセルを1 cm<sup>3</sup>体積のキューブに集積すると同時にマトリックス電極の導電性を向上することにより、最終目標値の一つである、発電出力2 W/cm<sup>3</sup>（550℃）に達する高特性を実証した。また、キューブ内での直列スタック化プロセス開発により2.5 V（出力1.0 W/cm<sup>3</sup>時）が500℃以下でも可能であることを示した。さらに、ハニカム型キューブの発電性能として中間目標を達成すると共に、実効性の高いハニカムユニットの直列接続技術の開発に成功した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電気化学、リアクター、エネルギー変換、マイクロ部材集積化、マイクロ SOFC、セラミックプロセス、物質変換、機能モジュール、小型高効率化、ロバスト化

【研究 題 目】 鉄系バインダ超硬合金を用いた難削材用乾式高効率切削工具の開発

【研究代表者】 松本 章宏

（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 加藤 清隆、下島 康嗣、小林 慶三

（常勤職員3名）

【研究 内 容】

近年、部材の軽量化、耐食性の改善などから機械加工される素材（被削材）はステンレス鋼などの難削材へと変化している。これら素材は熱伝導性に乏しいため、摩擦熱により超硬合金の結合相であるコバルトが酸化して工具破損の原因となっていた。これに対して、産総研では耐酸化性に優れた FeAl を結合相とする新しい超硬合金 WC-FeAl を開発した。一方、わが国の“ものづくり”の技術は、中小企業の高度な機械加工技術によって支えられてきたが、相次ぐメーカーの海外進出によって、これら技術の空洞化が進行している。中国では著しい経済発展を背景に最新の機械加工設備を導入して難削材の高効率加工を実現しているのに対して、わが国では能力の劣る現有設備を利用しており、国際競争力の低下を招

いている。本研究は、WC-FeAl を利用した切削工具（チップソーおよびエンドミル）を開発し、中小企業の現有設備を用いて難削材の高効率加工（低回転速度で高送り加工）を実現するために行うものである。

本研究は、地域新生コンソーシアム研究開発事業として行うものであり、産総研は「パルス通電焼結による固化成形」「マルチ焼結用黒鉛型の設計」「コンピュータシミュレーションによる工具形状の設計と性能評価」を担当しており、平成19年度は以下の成果が得られた。「パルス通電焼結による固化成形」では、参画機関との協力により行った WC-FeAl の材料設計および作製プロセスの改善により、従来報告されている WC-FeAl よりも硬度および抗折力を大きく改善することに成功した。「マルチ焼結用黒鉛型の設計」では、チップソーについては、パルス通電焼結により直径30 mm 以上の大型焼結体を作製しこれをスライシング切断する手法を用いることにより、プロジェクト目標値である100ヶ/日の作製を達成した。エンドミルについては、多数個取りが可能な長尺黒鉛型を設計し、アスペクト比2の長尺焼結体を同時に3ヶ焼結に成功した。「コンピュータシミュレーションによる工具形状の設計と性能評価」では、試作した WC-FeAl チップソーを用いてステンレス鋼の切削試験を行い、市販超硬製チップソーと同等程度の切断回数を達成した。一方、WC-FeAl エンドミルについては、工具形状の最適化とコーティングを施すことにより、実用切削条件で乾式切削が可能であることを確認した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 金属間化合物、超硬合金、難削材、パルス通電焼結、切削工具

【研究 題 目】 オミックス解析技術による新規代謝動態解析装置の開発

【研究代表者】 達 吉郎

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 達 吉郎、安藤 尚功、森垣 憲一

（兼任）（常勤職員3名）

【研究 内 容】

目標：

本地域新生コンソーシアム開発事業全体では、ポストゲノムの次の世代であるポスト SNPs 解析において必須となるオミックス解析、特にタンパク質による代謝動態を解析する装置を開発する。このためには高感度を実現する新規 ISFET 半導体デバイスと標的タンパク質合成、精製、分析試薬との連携融合した研究開発を行うことを目的としている。その中で産総研は、新規分析手法と質量分析の連携に関する検討事項を担当した。

研究計画：

小麦無細胞タンパク質合成に適した標識用アミノ酸アナログを探索するとともに、質量分析装置による分析に必要なアミノ酸標準を作成する。さらに、担当機関より

小麦無細胞系で合成されたタンパク質の活性測定データを基にアミノ酸アナログを再選抜することで、質量分析による解析に最適な合成タンパク質標識法を確立する。  
年度進捗状況：

アミノ酸アナログと質量分析計を用いた測定によって蛋白質量の定量的解析を行うための基盤技術として、下記の2つの方法を検討した。

#### 1) 無細胞合成系による方法

2種の安定同位体標識アミノ酸アナログを用いて無細胞蛋白合成を行い、質量分析測定によって安定同位体アミノ酸の蛋白質への組み込みを測定し、この方法が質量分析測定に適したタンパク質標識法の一つの基盤技術となることを確認した。

#### 2) ラベル化法

アミノ酸部位に反応し、反応後に再び脱保護できる化学修飾試薬を合成し、この試薬を用いることにより、質量分析測定のための標準アミノ酸の調整を行えることと、アミノ酸組成測定も行えることを示し、質量分析装置による分析に必要なアミノ酸標準を作成した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ゲノム、創薬、ペプチド、蛋白質、標準物質、安定同位体

### 〔研究 題目〕 改質ポリ乳酸の創製及びそれらの射出成形・加工技術の開発

〔研究代表者〕 相羽 誠一（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 中山 敦好（常勤職員2名）

#### 〔研究 内容〕

本コンソーシアム事業の中では、ポリ乳酸の生分解性評価を担当した。ポリ乳酸は生分解性プラスチックとして知られているが、一般の環境中ではほとんど分解しないのが事実である。しかし、コンポストのように水分が多量にあり、温度が高い条件では分解されていく。よってポリ乳酸の生分解性評価はコンポストを用いた微生物酸化分解測定装置を使い、ISO14855-1 (JIS K6953) に準じて行うこととした。本年度は改質されたポリ乳酸の生分解性を評価した。また、分解の確認の補足として分子量の変化も測定した。微生物酸化分解測定装置では、コンポスト中の微生物の代謝活動によって発生した二酸化炭素を吸収筒で捕集し、このときの重量増加を生分解によって発生した二酸化炭素とする。コンポストに入れた試料中の炭素量との比較で分解度を計算する。本年度はポリ乳酸（PLLA）を熔融混練後120℃で1時間結晶化させたもの、PLLA とエチレン／酢酸ビニル共重合体（EVA、E/VA=2/8）のブレンド（PLLA/EVA=8/2）、ブレンドに用いた EVA を試料とした。その結果、ブレンドしたもの（PLLA/EVA）では PLLA 単体よりも PLLA 部分の最終分解率が高くなった。補足のため分子量測定によって分解を確認した。

以上のように微生物酸化分解測定装置を用いて改質ポ

リ乳酸の生分解性の向上を確認できた。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ポリ乳酸、生分解性、ブレンド、改質、コンポスト、微生物酸化分解測定装置、分子量

### 〔研究 題目〕 超高精細 LCD を実現する発光ガラスパネルシステムの開発

〔研究代表者〕 赤井 智子（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 神 哲郎、山下 勝  
（常勤職員3名、他2名）

#### 〔研究 内容〕

現在、モバイル機器用ディスプレイの主流は LCD が占めているが、動画、TV 受像などの用途が増加するに従い、高精細化、省電力化のニーズが高まっている。高解像度を得るための方法の一つとして、バックライトを R, G, B に高速で切り替え、液晶スイッチと同期することで、カラーフィルターを使用することなしに一つのセルで3原色を表現するフィールドシーケンシャル方式が提案されている。この場合、現行では R, G, B の3色の LED を高速切り替え点灯させて導光板に導入することで3原色のバックライトとしているが、点光源であるための輝度むらが問題となり導入への障壁となっている。本研究開発においては、面内に任意の蛍光強度分布が作製できる多孔質ガラスを基材とする蛍光ガラスと紫外 LED を組み合わせることで、輝度むら5%以内で300nit (cd/m<sup>2</sup>) 以上の輝度を示す R,G,B の面発光ガラスパネルを開発する。さらに液晶スイッチと組合わせ同期回路で駆動することにより、QVGA 以上の高精細 LCD ディスプレイが得られることを実証することを目指す。

昨年度は発光波長365 nm の紫外 LED で励起可能な緑色蛍光ガラスを開発したが、本年度は、紫外 LED で励起可能な赤色蛍光ガラスを開発した。R, G, B の蛍光ガラスと375 nm の紫外 LED を組み合わせて、300nit (cd/m<sup>2</sup>) 以上の輝度を有するバックライトを作製した。また LCD スwitch と組み合わせて QVGA 以上の画像が得られることを実証した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 発光ガラス、LCD、バックライト、フィールドシーケンシャル

### 〔研究 題目〕 ナノ粒子分散多層製膜技術による超耐久性プラスチック食器の開発

〔研究代表者〕 加藤 一実（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 加藤 一実、鈴木 一行  
（常勤職員2名）

#### 〔研究 内容〕

食器の耐久性を飛躍的に向上させるために、PBT 樹脂、アクリル樹脂、シリカガラスの多層構造膜形成のた



めの表面コーティングに関する基盤技術を確立することを目標とし、シリカガラスコーティング溶液及びナノ粒子合成技術、密着技術、多層コーティング技術及びコーティング膜の評価技術について検討する。平成19年度は前年度までに得られた基礎的知見を踏まえ、新たにプラスチック基材上に形成した樹脂／シリカ多層コーティング膜とナノ粒子分散多層コーティング膜の表面状態、内部構造、膜厚等を、原子間力顕微鏡、レーザー顕微鏡、触針式段差計などを用いて評価した。

また、多層コーティング膜の洗浄耐久性、色素拡散汚染性、耐食性及び耐熱性などの性質と化学組成やプロセス条件との相関関係や、ナノ粒子分散効果を考察した。これらの結果を基に、超耐久性プラスチック食器を試作、フィールド試験を実施し、事業化に向けて必要な技術要素を抽出した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 表面コーティング、多層膜、ナノ粒子、耐食性、耐熱性、機械的強度

【研究 題 目】 ナノ粒子を利用した高性能 Al 合金鋳物の研究開発

【研究代表者】 三輪 謙治

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 田村 卓也、尾村 直紀

(常勤職員2名)

【研究 内 容】

目標及び研究計画：

発泡樹脂成形に用いる金型は、製造工程で蒸気加熱と急冷を繰り返す。熱伝導の必要性と強度の制限の兼ね合いからポリスチレン用の場合、肉厚8-10 mm の Al 合金鋳物で作られている。この金型の材料強度を上げて5-6 mm に薄肉化できれば、金型製造に使用する Al 合金使用量の30 %削減すると共に、成形時間の短縮化による生産効率の向上、稼働時間の短縮化により蒸気や圧縮空気の使用量の40 %削減が可能となる。そのため、強ひずみ加工にて製造したナノ粒子含有微細化添加剤を使用し、高機能 Al 合金鋳物を開発する。その高機能 Al 合金鋳物を用いて、発泡樹脂成形用金型の高強度化をはかる。平成19年度は、アルミニウム鋳物の強度を向上させる鋳造添加剤の開発をおこなう。

平成19年度進捗状況：

本年度は、現素材 AC4C の主要元素である Si が、添加剤によって生じる組織微細化を抑制していることを明らかにし、母合金を AC2A に変更することによって微細な組織を有した新素材(添加剤添加 AC2A)の製造に成功した。また、新素材である添加剤添加 AC2A は、現素材である AC4A に比べて強度が向上していることもわかった。しかしながら、新素材の強度はデンドライトアームスペーシングに支配されているため、添加剤を添加しない AC2A の強度と同じであることも明らかとなった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 組織微細化、アルミニウム合金、TiB<sub>2</sub>、TiC

【研究 題 目】 自己整合技術を用いた有機光高度機能部材の開発

【研究代表者】 加藤 一実(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 加藤 一実、鈴木 一行、田中 清高

(常勤職員2名、他1名)

【研究 内 容】

光スキャナ、光バッテリーなどの有機光高度機能部材を構築するため、その基本的な部位を構成する、絶縁部材、透明電極部材、保護膜部材などを、有機材料等上に200 ℃以下の低温で形成するためのテーラードリキッドを開発することを目標としている。平成19年度は前年度までに得られた材料に関する基礎的成果を基に、高誘電率絶縁部材の有機材料上へのソフトパターニングの適用性を検討した。特に、インクジェット技術やナノインプリント技術を用いて高誘電率絶縁部材をパターンニングするための、溶液原料の化学組成や性質と、有機高分子基板の耐熱温度領域における膜形成過程を検討した。

その結果、インクジェット法により形成された酸化チタンや酸化ハフニウムなどの高誘電率酸化物の前駆体ドットパターンが溶液原料の粘性と蒸発速度に依存することが分かった。また、原料溶液の化学組成と溶液濃度を調節することにより、ナノインプリント技術を用いて高誘電率酸化物前駆体のナノ周期構造をパターンニングすることが可能になった。これらのソフトパターニング用原料溶液は空気中で比較的安定であり、前駆体薄膜を加熱処理すると、原料中に添加された有機化合物が薄膜内部で分解した後、系外へ放出され、最終的に酸化物構造が形成されることが分かった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 フレキシブル光機能部材、低温合成、High-K 材料、酸化ハフニウム、酸化ジルコニウム

【研究 題 目】 二輪車に搭載できる高強度ナノホイール熱電モジュールの開発

【研究代表者】 三上 祐史

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 小林 慶三、西尾 敏幸

(常勤職員3名)

【研究 内 容】

本研究開発は、近年問題になっている地球温暖化および環境汚染を防止するための技術開発を行うものであり、二輪車の内燃機関から排出される熱をエネルギーとして再利用する熱電変換システムにより燃費向上をはかるものである。熱電材料の発電特性の向上とともに二輪車で常時発生する振動や温度変化に耐えうる高強度の熱電材

料およびモジュール構造の開発、部材としての耐久性および信頼性の確保が重要な研究課題である。

本年度はこれまで開発してきた要素技術を統合して二輪車に実装できる熱電モジュールを試作し、走行テストによる性能評価を行った。**Fe<sub>2</sub>VAl** ホイスラー合金は従来の熱電材料に比べて、熱伝導性が高いため素子内の温度差がつきにくい。これまでに組織の微細化により熱伝導率を低下させているが、モジュールとしての性能を向上するため素子サイズの設計を行った。種々の形状のモジュールを試作した結果、二輪車の排ガス温度域で性能が優れる素子形状を設計することができた。また、複数の **p-n** 素子を短時間で接合する技術を開発し、モジュールの製造効率を大きく改善させた。試作した熱電変換モジュールを実際の二輪車のマフラー部に装着し、ローラーテスト走行による性能評価および実際の路面走行による耐久性試験を行った。その結果、試作モジュールは 60 km/h の速度で走行時に 7V-10W の発電性能があり、2000 km を超える走行テストにおいても破壊しないことが実証された。今後、実用化を目指してモジュール性能を改善する装着技術などが必要と考えられる。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 熱電素子、熱電モジュール、鉄系合金、粉末冶金、二輪車、実車走行試験

【研究 題 目】 低環境負荷型高効率帯電分離式フロン再生装置の研究開発

【研究代表者】 小野 泰蔵(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 早川 由夫(常勤職員2名)

【研究 内 容】

空調用冷媒のフロン類は、現在、フロン回収破壊法に基づいて処理されている。フロンの回収・破壊は環境問題の観点から行われているが、限りあるフッ素資源を考慮したリサイクルシステムを構築することがより望ましい。こうした背景から、フロンの循環使用を目的として、静電気を利用した全く新規なフロン再生装置の開発研究を行った。昨年度は、劣化したフロンを金属性のノズルを通過させることでフロンに含まれる劣化潤滑油だけが帯電し、さらに電圧を負荷した電極間を通過することで劣化潤滑油が取り除けることを見出し、帯電分離式フロン再生装置の基本原理を確認できた。本年度は、実用化に向け安定した性能を確保するための検討を行った。すなわち、集塵電極に付着した不純物による集塵性能の低下を避けるため、電極表面をフッ素コーティングし、常に安定した性能を発揮できる装置の開発を進めた。電極のフッ素コーティングは、ヘキサフルオロプロペン三量体をフッ素化することで合成した極安定パーフルオロアルキルラジカル (perfluoro-3-ethyl-2,4-dimethyl-3-pentyl) を用いて行った。電極のアルミ製板をこのラジカルで処理した後に、水と **n-tetradecane** の接触角を測定し表面の撥水・撥油性を評価した。その結果、通常の

金属と異なり、アルミの板では、金属表面が親水性（接触角0°）に改質され撥油性（接触角約50°）となった。当初の予想とは反するものの、撥油性の付与により劣化潤滑油が電極表面に付着することを防ぐことが可能となった。親水性表面の形成メカニズムに関しては未だ不明であるが、当初の目標を達成し、実用レベルでのフロン再生装置の開発に目途がたった。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 フロン、再生装置、リサイクル、帯電、静電気、低環境負荷、フッ素コーティング、表面処理

【研究 題 目】 住宅エクステリア用不焼成100 %リサイクル保水不燃建材の開発

【研究代表者】 杉山 豊彦

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 鈴木 和夫、長江 肇、大橋 優喜

(常勤職員3名、他3名)

【研究 内 容】

保水性材料は、ヒートアイランド現象の対策として有用性が認識されて、特に舗装用材料、歩道等向けのブロックは、試験施工が盛んに行われ開発が進んでいる。それに比べて、住宅建材としての製品化は進んでいない。住宅建材に適用する際には、コスト（製品価格）、寸法精度、性能、外観などが要求される。これらの課題を解決するために廃棄物を主原料として、焼成を行わず、高品質高性能の住宅建材用保水性製品の開発を目標とした。本研究はの中で保水性材料開発に必要な材料設計指針を得ることを目的として、性能と材料特性の関係、保水および蒸発のメカニズムと材料組織の関係を明らかにする研究を行った。

保水性機能の評価方法として確立された理論と手法が無い場合、各種の評価方法を立案、試験を行いながら評価方法と測定値の特徴の把握を行った。本年度は、測定条件などを把握した保水力測定を活用して、模擬試験体の保水力と気孔率分布の関係を検討し、更に、吸水・放水試験の結果などとの関連も検討した。また、環境調和実験棟の屋上を利用して実証試験を開始し、気象条件と保水性ブロック試作品の効果を測定して、データの蓄積を行った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 保水性、リサイクル、建材、不焼成

【研究 題 目】 可視光光触媒の応用プロセス技術開発

【研究代表者】 埴田 博史

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 渡辺 栄次、深谷 光春

(常勤職員2名)

【研究 内 容】

従来の光触媒は紫外光下でしか使えず応用範囲が限ら

れていた。本研究では、室内や車内のような紫外光のほとんどない可視光線下の環境で防臭、防汚、抗菌機能を発現する高活性可視光光触媒薄膜を、これまで加工の難しかったフィルム、樹脂、繊維、和紙などへの適用が可能となるように、熱に弱いとされる雑貨や繊維製品表面に形成させる技術について検討する。このため、スパッタリング法による可視光光触媒薄膜の低温結晶化技術および高速成膜技術を開発する。可視光光触媒薄膜の結晶化熱処理温度を数百℃から100℃程度に低温化でき、また成膜速度も10 nm/分から100 nm/分程度に高速化できることから、生産用スパッタ成膜装置の高効率化および省エネ化が達成できる。

今年度、液相フィルム密着法やガスバグ法を改良して、作製した高性能の可視光応答型光触媒薄膜の光触媒性能を評価する方法を開発するとともに、測定誤差を低減する方法を開発し、試作した Ti-O-N 系可視光応答型光触媒薄膜の性能評価を行った。これにより、高性能の可視光応答型光触媒薄膜が開発され、光触媒フィルムが試作された。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光触媒、可視光光触媒薄膜、スパッタリング法、光触媒性能評価

【研究 題 目】 金属光造形複合加工法の高度化による医療機器製品への適応製造技術の開発

【研究代表者】 寺岡 啓（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 寺岡 啓（常勤職員1名）

【研究 内 容】

本事業では、産総研は、チタン及びチタン合金（便宜上、チタンと呼ぶ）加工品表面の生体親和性を高めるための修飾方法の研究開発を担当する。チタンと骨との親和性に関して諸説あるものの、リン酸カルシウム系材料をチタン表面にコーティングすることが有効であると考えられている。上述のコーティング方法は各種あるが（例えば水酸アパタイトプラズマスプレー法）、本事業が目指す複雑な内部構造を持つチタン造形物に対応できるものはない。そこで担当課題では、複雑形状のチタン表面にリン酸カルシウムコートを実施方法の開発を行っている。平成18年度は、リン酸カルシウム過飽和水溶液からチタン表面にリン酸カルシウム被膜を析出・形成させる方法を試みたが、膜の密着強度に問題があった。平成19年度は、昨年度開発した方法における膜の密着強度の向上を図った。また、産総研開発の“Aerosol Deposition 法”（AD 法）によるリン酸カルシウムコート可能な、リン酸カルシウム粉体の開発を行った。AD法が実証済みの成膜事例を鑑みると、強固に密着した無孔質の膜の形成が期待できる。今回予備的検討として、上記リン酸カルシウム粉体として太平化学製の $\alpha$ -TCPを粉砕したものをを用いた場合では、D50: 1.40  $\mu\text{m}$  の粉で強固な膜を作製することができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 チタン粉末積層造形、インプラント

【研究 題 目】 備讃地域陸海域の水・栄養塩動態解明と農業への再利用技術の開発

【研究代表者】 高橋 暁（地質情報研究部門）

【研究担当者】 高橋 暁、湯浅 一郎、三島 康史（常勤職員3名）

【研究 内 容】

閉鎖性海域の栄養塩濃度は陸域からの負荷の影響を受けるが、富栄養化や貧栄養等、栄養塩濃度に起因する水産被害が生じてても、陸域からの栄養塩負荷による海域水質への影響の範囲と程度が明らかでないために対策が取りにくいという問題があった。そこで、水資源に乏しく閉鎖性海域を有する備讃地域を対象とし、水産被害等の軽減対策立案に貢献することを目的として、これまで陸域と海域において別個に取り扱ってきた栄養塩の動態を、発生源（陸域）から海域まで一貫して解明することを試みている。なお、今年度は備讃瀬戸を対象に使用する数値モデルの構築と既存データの収集解析を行った。モデルに関しては精度良く潮流を再現することに成功し、現在、水温・塩分場を再現できるよう拡張中である。また、データ解析により水温、塩分および栄養塩の季節変動等が明らかにされた。これらの結果、備讃瀬戸は強い潮流のため鉛直混合が盛んで、夏でさえ成層が発達しないこと、岸付近を除く海域の平常時の水質は清浄であること、原因は不明であるが、秋期に栄養塩濃度がピークになること等が明らかとなった。

【分 野 名】 地質

【キーワード】 瀬戸内海、備讃瀬戸、栄養塩の動態、陸海一環

【研究 題 目】 食品の安全性評価用ナノチップの作製とP450活性測定

【研究代表者】 森垣 憲一

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 森垣 憲一、達 吉郎、田和 圭子、森 里織、稲葉 岳彦（常勤職員3名、他2名）

【研究 内 容】

食品中に残留している極微量の農薬、環境負荷化学物質および潜在的危険化学物質とヒト P450酵素との直接的な相互作用を超高感度に検出・評価することにより、現在までその毒性が明らかになっていない潜在的危険化学物質を含めた新たな食品の安全性評価用超高感度ナノセンサーを試作することが本研究の目標である。平成19年度には、基板上に P450を集積化したナノチップ作製の基礎技術を確立するため、パターン化ポリマー脂質膜により囲まれた区画中に P450を含んだ膜画分を固定化する手法の開発を行った。P450酵素活性を維持しつつ基



板表面にヒト P450含有大腸菌膜画分を固定化する手法を確立するため、まずその足場となるリン脂質膜固定化方法を詳細に検討した。リン脂質としては、生体膜中に幅広く存在するフォスファチジルコリン(PC)、フォスファチジルセリン(PS)、フォスファチジルエタノールアミン(PE)を用い、それらの代表的な脂質であるPOPC、POPS、POPEの混合比を変化させて基板表面修飾を行った。大腸菌により発現したヒト CYP1A1は、POPC/POPS/POPE混合脂質膜の表面において酵素活性を持つことが示された。一方、サンプルによってはP450酵素活性による蛍光の増加が測定中に頭打ちになるという現象が観察された。この原因はまだ明らかでないが、P450含有膜画分の吸着形態が重要な要因であることが想定される。固定化された膜構造、その中におけるP450分子の分布などを今後さらに詳細に検討し、P450酵素活性を長期維持に最適な固定化手法の開発に役立てる必要がある。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 酵素、チトクロム P450、センサー、人工生体膜

【研究 題 目】 木質材料の微細構造制御による環境・工業両立型高機能部材の開発

【研究代表者】 金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 三木 恒久、杉元 宏行

(常勤職員2名、他1名)

【研究 内 容】

木質資源由来材料は、環境調和型かつ持続的利用可能な材料であり、今後ますます重要な素材・部材である。しかし、その使用量は全体として依然低迷しており、金属やプラスチックなどに駆逐されているのが現状である。これは、ニーズは大きいものの、要求される材料特性を満足しないことや、コスト高となることなどに要因がある。したがって、木質系材料に対して高付加価値化した高度機能材料の開発および工業的生産技術を確立して低コスト化を図る技術開発は、社会的にも経済的にも重要な意味がある。

木質系材料の高機能化に関する従来の研究は、実木材のマクロな観点での議論が主であり、木材独特の微細構造に起因して開発材料の特性にばらつきが生じることや加工条件の最適化が不十分なこと等の問題が指摘されていた。そこで本研究では、木質材料を複合高分子材料として取扱うことによって、それらの分子配列や高次構造、分子吸着サイトなどの微細構造の変化からマクロ的な材料物性変化を検討することとした。

共同研究体に含まれる産総研で取り組んだのは、微細構造を考慮した圧密加工による高機能化である。具体的には、素材のガラス転移（軟化）温度や、硬化・熱分解温度を考慮した加工プロセスの検討によって高強度・高

剛性木質材料・部材を開発することを目的として、加工に際して重要となる温度条件の導出を熱分析によって行い、目標としていた強度値（曲げ剛性10 GPa、曲げ強度100 MPa 以上）をクリアする高強度部材の製造を可能とした。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 木質材料、微細構造、圧密加工、ガラス転移

【研究 題 目】 沖縄産材を用いた高機能性木材に関する研究開発

【研究代表者】 金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 三木 恒久、杉元 宏行

(常勤職員2名、他1名)

【研究 内 容】

沖縄県は日本で唯一の亜熱帯性海洋気候に属するため、内地に比較すると、植物の種類が異なるとともに固有の種類が多く存在する。量的に多いのはリュウキュウマツであるが、「そり」や「曲がり」が多く利用促進の妨げとなっている。そこで、圧密加工を利用して変形修正や形状付与を行うとともに、同時に高強度化することで付加価値を高める技術開発に取り組んだ。さらに、薬液注入による着色（染色）や、高強度化による高付加価値化も検討した。

共同研究体に含まれる産総研では、薬液注入に関する基礎的検討を行った。具体的には、フェノール樹脂を木材中に注入するための、温度ならびに圧力スケジュール最適化について検討を進めた。薬液注入は通常、真空ポンプで減圧して木材中の空気を排除した後に、薬液に加圧して木材中に押し込むが、薬液中には気体が溶け込んでおり、その気体が注入メカニズムに大きな影響を及ぼすことを我々が以前明らかにした。そこで、この気体の溶け込み量を支配する因子である温度と圧力が重要な加工条件となる。これらの条件を変化させて実験的検討を進め、薬液注入量の増加、材料の変形抑制を可能とした。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 圧密加工、リュウキュウマツ、薬液注入

【研究 題 目】 徳島県産未利用徳島すぎを用いたハイブリッド木質材料の開発

【研究代表者】 金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 三木 恒久、杉元 宏行

(常勤職員2名、他1名)

【研究 内 容】

これまでの未利用木質材料の有効利用技術として、木プラ成形（木粉とプラスチック混合原料押し出し成形）があるが、プラスチックの混合割合が高いため、高コストという問題があった。また、吸脱湿による寸法変化や

耐候性についての検討は不十分である。さらに、木材独特の風合い（木目意匠）、軽量かつ釘打ち可能という特性が失われることも問題である。一方、表面を薄い非透湿性シートでラッピングする技術では、原料に「抜け節」や加工による割れや欠けが無いことが必要である。

そこで本研究開発では、木質心材の周囲に樹脂を圧入被覆する技術開発に取り組んだ。これにより従来技術の問題点は解決可能であるが、加工時に加わる熱によって木質心材の含有水分の蒸散や温度履歴に起因する割れや変形が発生する。

共同研究体に含まれる産総研では、原料である徳島県産スギの材料特性に関して、温度履歴ならびに含水率履歴に伴って材料内部に蓄積されるエネルギーについて検討した。その結果、加工中の状態である「湿熱処理」によって、木材の可塑化が生じて内部応力の発生が抑制されることが分かった。しかし、加工直後の急激な乾燥は非平衡状態を発生させて変形が生じ易くなるので、被覆加工後の冷却と乾燥工程の最適化に関する検討が重要である。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 スギ、樹脂、ハイブリッド

〔研究 題 目〕 新たな機能を付与した会津桐によるバリアフリー商品の開発

〔研究代表者〕 金山 公三

（サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕 三木 恒久、杉元 宏行

（常勤職員2名）

〔研究 内 容〕

地域資源である会津桐は、長年約3千立米以上の供給量を持つ資源量（都道府県別で福島県が全国第1位）を確保してきたが、近年生産量の減少が続く、会津桐資源の衰退が懸念されている。今後、全国的に知られている会津桐資源の生産量を維持していくためには、計画的な植栽と伐採による資源生産サイクルを踏まえた適正な振興策とともに、その資源を活用した新たな用途拡大や新製品の開発が必要である。これは、健全な森林育成を図り CO<sub>2</sub>の吸収と水源の確保、樹木育種の促進による環境保全によって地球環境保全に寄与するものである。さらに、桐に関連する林業従事者や素材生産業など広範な産業の雇用創出が期待でき、地域における大きな人材的・経済的な波及効果が見込まれる。

そこで、会津桐材の特性を維持しながら、桐材の最大の短所とされている「軟らかで傷つき易い表面」のキズや汚れを防止する処理として、圧縮加工による硬化技術の開発に取り組んだ。材料全体を圧縮すると、「軽い」という桐の長所が阻害されるので、表層のみを選択的に圧縮する加工方法を考案し、加工条件と材料特性の関係について検討した。特に、触覚感覚の観点からの人間への優しさ、耐久性、強度特性に関する実験を進め、製品

の安全性確保のためのデータを蓄積した。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 会津桐、表層圧縮加工、耐久性、強度特性

〔研究 題 目〕 子ども人体有限要素シミュレータによる機械設備の転落傷害リスクの可視化技術の調査

〔研究代表者〕 持丸 正明

（デジタルヒューマン研究センター）

〔研究担当者〕 持丸 正明、西田 佳史、河内 まき子

（常勤職員3名）

〔研究 内 容〕

機器設備から転倒・転落した際に子どもが受ける加速度と頭部に働く歪みと応力を計算する人体シミュレータとして、全身マルチボディモデルと頭部有限要素モデルの調査を行った。産総研と金沢大学、東工大で共同開発した日本人子どもの人体寸法特性を反映した全身マルチボディシミュレータ、子どもの成長段階ごとに開発した頭部有限要素シミュレータ、子どもの指はさみを再現する指の有限要素シミュレータ、豊田中研の子ども全身有限要素シミュレータなどの最新技術動向について調査をまとめた。また、これらの人体シミュレータによって計算された結果データを、いかに可視化して、危険度を分かりやすく提示するかについて、主に有限要素シミュレーションの応力分布可視化技術の動向を調査した。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 デジタルヒューマン、可視化技術

〔研究 題 目〕 温・熱間鍛造用高耐久性金型材料の開発

〔研究代表者〕 尾崎 公洋

（サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕 小林 慶三、多田 周二

（常勤職員2名）

〔研究 内 容〕

本研究開発は、わが国の高度な製造技術を下支えする金型加工における基盤技術の高度化を図るものであり、従来の超硬合金では耐熱性が不足する温度域において使用可能な新しい超硬製金型材料を開発するものである。超硬合金の結合相であるコバルトに耐酸化性を付与した鉄系金属間化合物を採用することで超硬合金の高温での特性を改善し、従来の超硬合金の金型製造プロセスを利用することが重要な研究課題である。

本年度は金型材料として必要とされる硬度を実現するための合金設計とニアネットシェイブ成形するための中子技術の基礎的検討を行った。これまでの研究で行ってきた WC-FeAl 超硬合金は金型材料としては高硬度であるため、結合相を多くすることで硬度の低下が図れることが明らかとなった。ただ、結合相が多くなると均質な分散を実現することが難しく、抗折強度がばらつくこと

がわかった。また、WC-FeAl 超硬合金の焼結には通電焼結が好ましく、大型な焼結体の作製にも有効であることがわかった。大型焼結体を効率的に成形するためには中子によるニアネットシェイプ成形が必要である。中子材料について黒鉛やセラミックスを種々検討したが、WC-FeAl の焼結温度で焼結が進行するセラミックスは焼結体からの除去が困難であることが明らかとなった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 WC-FeAl、温間金型、熱間金型、粉末冶金、通電焼結

【研究題目】 薄肉複雑形状で強度・放熱性・耐候性に優れた成型品の開発～半凝固材に最適化した成型法の開発～

【研究代表者】 三輪 謙治

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 田村 卓也、尾村 直紀、李 明軍、村上 雄一朗 (常勤職員4名)

【研究内容】

目標及び研究計画：

電機製品分野、情報機器分野のアルミ管体において、一般ダイカスト法並みの薄肉複雑形状と、強度、放熱性、耐候性などの特性を両立させるニーズは数多いが、従来成型法ではこの両立をなし得ていない。本研究開発における成型法においては、強度、放熱性、耐候性などの特性を確保するために、成型材としてダイカスト合金や鑄造用合金ではなく、展伸・加工用合金を利用する。展伸・加工用合金は、ダイカスト合金、鑄造用合金と比べて融点が高く、凝固収縮量が大きいため、単純に一般ダイカスト成型にて使用した場合には金型の焼付きや鑄巣の発生などの問題が生じる。そこで、本研究開発では焼き付きや鑄巣の発生を防ぐセミソリッド材の特性を利用しつつ材料の流動性の低下の影響を最小化させた成型法を実現することにより、薄肉複雑形状を得る。

平成19年度進捗状況：

本年度は、成型実験に必要な金型・及び成型実験装置を設計、実装し、成型実験を行った。金型では浮型構造、金型内背圧除去（ガス抜き）機構を実装した。また成型実験装置では電磁石により6 ton 程度の型締力が得られ、また型締め時の衝撃を緩衝する機構が十分に作動することが実証できた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー

【キーワード】 半凝固、ダイカスト、アルミニウム合金、耐候性、放熱性、高強度

【研究題目】 振動プロセスによる高品質、高強度、高信頼性自動車用アルミニウム部品創製技術の開発

【研究代表者】 三輪 謙治

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 田村 卓也、尾村 直紀、李 明軍、村上 雄一朗 (常勤職員4名)

【研究内容】

目標及び研究計画：

本研究開発では、自動車産業における車体の軽量化ニーズに対応するため、鉄系材料を軽量金属であるアルミニウムに置き換え可能な鑄造技術を開発する。具体的には、溶融・凝固途中のアルミニウム合金に振動を付与することにより結晶粒を微細化して、高品質、高強度、高信頼性の自動車用アルミニウム部品を、低コストで創製するための新たなダイカストおよび金型鑄造に関する鑄造技術を開発する。

平成19年度進捗状況：

本年度は、アルミニウム合金の組織微細化に及ぼす各種振動方式の振動条件の影響を明らかにすることを目指し、①簡易型を用いた機械的振動付与に関する基礎研究と、②機械的振動付与装置を装備した実機サイズの鑄造設備による研究開発を行なった。その結果、鑄造機及び金型への振動付与について、簡易型を用いた機械的振動付与に関する基礎研究を行なうことにより、実機サイズの鑄造設備（鑄造機及び金型）を開発・設計する上での基本的なコンセプトを確立した。機械的振動を付与することによりマクロ組織が微細化し、振動付与の効果が実証された。外観に凹ホールが発生しない条件の解明や、振動プロセスに適した塗型材の選択・開発の必要性を抽出することができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー

【キーワード】 機械振動、組織微細化、アルミニウム合金、固液共存状態、比重、高強度

【研究題目】 リンパ浮腫患者用弾性ストッキング製造システムの開発

【研究代表者】 香川 敏昌 (徳島県立工業技術センター)

【研究担当者】 小川 洋司 (健康工学研究センター) (常勤職員1名)

【研究内容】

全国に約6万人と言われているリンパ浮腫患者の治療に有効な、オーダーメイド弾性ストッキングの製造システムの開発を行った。患者の症状にフィットさせて圧迫治療の有効性を高めることを目的として、断面形状計測技術の開発と浮腫の自動解析技術の開発を行い、足首から太腿に向かって着圧を段階的に設定するなどの患者の個別症状に適した弾性ストッキングを迅速かつ低価格で供給するための製造システムの開発を行った。太腿から足首および足首からつま先までの断面形状を高精度計測する計測装置を開発し、撮像と同時に高速ネットワーク経由でメインの CPU にデータを転送して断面形状データに再構築するシステムのプロトタイプを開発した。患



者の脚部断面形状と足裏形状データを計測するシステムを開発し、その装置で測定した脚の形状データから、三次元形状を構築するためのプログラム開発を実施した。この三次元形状データは、最適な着圧分布を自動設計し編み機データへ自動変換するための基礎部分となる、

【分 野 名】ライフサイエンス分野

【キーワード】リンパ浮腫、弾性ストッキング、医療用ストッキング、製造システム、形状計測、自動設計

【研究 題 目】鉛フリー銅合金の減圧凍結システムによる低コストで無公害な鑄造技術の開発

【研究代表者】小林 慶三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】多田 周二、西尾 敏幸

(常勤職員2名)

【研究 内 容】

本研究開発は、わが国の中小鑄造工場が抱えている製造時の環境問題（3 K）および国際的な銅合金鑄造材の鉛フリー化要求に対応するための技術開発を行うものであり、鉛の代わりにビスマスを含む青銅合金を凍結鑄造システムにより高歩留まりで製造することを目指すものである。

本年度はけい砂に水を混合して凍結することにより青銅合金鑄造用の凍結鑄型を作製する技術を開発し、単純な形状での鑄造実験を行った。 $-30^{\circ}\text{C}$ で作製された凍結鑄型は鑄造作業に適用できる十分な強度を有することが確認できた。その一方で、凍結鑄型では表面の硬さもかなり高くなる傾向を示し、鑄型のあわせ面における湯漏れが問題となった。また、凍結鑄型では注湯時に溶湯の熱により解凍が進み、鑄型内部の水分が急速に蒸発するため、特に鑄物と鑄型の界面において強度不足になることがわかった。水分が蒸発しても鑄型強度を維持するためには、無機材料の微粒子（コロイダル粒子）を鑄型に添加することが有効であることを見出した。ただ、微粒子の添加量が増加すると鑄型の強度が高くなりすぎ、鑄型の崩壊性に問題があることもわかった。凍結鑄型を用いて鉛フリー青銅合金を鑄造し、鑄造時の温度分布を実測して鑄造シミュレーションとの比較を行った。鑄造シミュレーションでは凍結鑄型に関する物性が明らかではないため一部の物性を生砂型等で代用したが、湯流れについては傾向的に一致したものの鑄型や鑄物の温度についてはかなりの差異が認められた。今後さらにシミュレーションに用いる物性値の精査が必要であり、凍結鑄型の基礎的な物性値の測定を行う必要がある。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】鉛フリー銅合金、凍結鑄型、青銅合金、環境、ビスマス、シミュレーション

【研究 題 目】養殖真珠の代替核となるセラミックス中

空ボールの研究開発

【研究代表者】長江 肇

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】杉山 豊彦、大橋 優喜

(常勤職員2名)

【研究 内 容】

養殖真珠用セラミックス中空核の作製に向けて①核の表面処理技術の開発、②有色真珠に向けた顔料の選定や着色・発色試験、③非球形状核の作製技術の確立などの研究を行った。その他、セラミックス系核の作製技術、核表面の加工・評価法、積層・多層化技術及び生体親和性真珠用核の作製技術に関する調査・情報収集を行った。

① 核の表面処理（研磨）として、ポットミルを用いて回転数、メディア径、時間など最適化の検討を行った。研磨された核は、実体顕微鏡による表面観察やレーザ顕微鏡による表面粗さ（平滑度）を測定・評価した。その結果、研磨時間が長くなるに従って核の表面粗さ（Ra：算術平均粗さ）は約 $2.34\text{ }\mu\text{m}$ （研磨工程無し）から約50 %減の $1.24\text{ }\mu\text{m}$ （96時間研磨）と向上した。

② 有色核は、現在 $1,300^{\circ}\text{C}$ で還元焼成しているが、 $1,200^{\circ}\text{C}$ 一酸化焼成でも同程度の発色が得られた。また、顔料の着色試験として素地に顔料および低温促進剤等を所定量添加して混合粉末を調製し、酸化焼成（ $1,250^{\circ}\text{C}$ 以下）を行い、焼成温度や添加率などが呈色におよぼす影響を検討した。

③ 非球状（ハート形状・涙滴形状等）原型の作製および石膏型を作製し、鑄込成形・型押し成形・プレス成形など成形法の検討を行い、型押し成形法により試作品を作製した。

【分 野 名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】セラミックス、金属化合物、無機化合物、多孔質材料、微粒子、超微粒子、傾斜機能材料、表面、界面

【研究 題 目】不活性ガス融解－赤外線検出法によるマグネシウム地金・合金中酸素の定量方法の開発

【研究代表者】柘植 明（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】森川 久、上養 義則、阿知波 初美

(常勤職員3名、他1名)

【研究 内 容】

金属中酸素の汎用的な分析手法である不活性ガス融解－赤外線検出法を、軽量金属として期待されているマグネシウムの地金・合金中酸素の定量に適用することを試みた。マグネシウム(Mg)中酸素の存在形態と考えられる酸化マグネシウム(MgO)は、すず浴を用いた不活性ガス融解で問題なく分解し、化学量論にほぼ一致する酸素の定量値が得られた。金属マグネシウムはその沸点が $1090^{\circ}\text{C}$ と低いために、急速な加熱を行うと突沸して

試料がるつぽから飛び出すので、MgO の分解の起こらない温度範囲での穏やかな昇温により Mg を蒸発除去して試料中酸素をすず浴に濃縮した後、すず中の酸化酸素として測定する方法を開発した。蒸発して試料から取り除かれた Mg は低温部のるつぽ上部や試料導入路などで凝固するが、これらの蒸発凝固 Mg もガス親和性が高いため、発生ガスのゲッターリングが発生し測定値が安定して得られないことが明らかとなった。そのため MgO の分解の起こらない温度範囲での穏やかな昇温により Mg を蒸発除去して、試料中酸素をすず浴に濃縮した後、るつぽの上部および炉内に蒸発凝固した Mg を清掃除去して浴金属の加熱を行った。MgO を添加しての回収率試験を行ったところ、回収率は95 %以上であった。しかし、この方法では空焼きしたるつぽを清掃時に空気に触れさせてしまうので、ブランク値が高くなり微量酸素の測定には適さないことがわかった。そこで、すずは冷却後では空気に触れても酸化がさほど進まないことを利用して、酸化物の濃縮したすずをるつぽから取り出して、空焼きしたるつぽ中に再度投入する方法で測定したところ、数十 ppm レベルの地金中の酸素を測定できることが分かった。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 マグネシウム、酸素、不活性ガス融解法

#### 【研究 題目】 自走式植物生育診断装置を含む知的植物工場システムの開発

【研究代表者】 田中 正人（健康工学研究センター）

【研究担当者】 田中 正人（常勤職員1名）

【研究 内容】

大規模植物工場においては、区画ごとの生育状態のばらつきが農産物の収穫量減少や品質低下の大きな要因になる。本プロジェクトでは、各区画において、植物の可視画像、熱画像、クロロフィル蛍光等を計測して、生育状態および水ストレス状態を診断し、気温、養液等の環境制御にフィードバックすることにより、農産物の収量・品質の向上を図るシステムの開発を目指している。

作物の生育状態の診断に利用するため、葉面積計測技術および、乱形花検出技術の開発を行った。効率的に葉面積を計測するため、すべての葉を計測することなく、抽出した一部の葉の特徴的なパラメータの計測で群落全体の葉面積を推定可能なアルゴリズムを開発し、トマトを対象とした実験により、5 %以内の誤差で推定可能なことを示した。また、収穫量の低下を招く乱形花を識別するため、花のカラー画像をもとにニューラルネットワークを用いた判別技術を開発した。

【分 野 名】 ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 環境計測、非侵襲計測、画像処理、画像計測、葉面積、乱形花

#### 【研究 題目】 摩擦攪拌を活用する革新的異種金属材料複合体創製技術の開発

【研究代表者】 斎藤 尚文

（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 重松 一典、鈴木 一孝、渡津 章、黄 新ショウ（サステナブルマテリアル研究部門）（常勤職員4名）

【研究 内容】

本研究では、摩擦攪拌により塑性流動させた金属材料を、固定した異種金属材料表面に強加圧することにより異種金属複合体を創製する革新的異種金属複合体創製技術を開発する。また、本技術の実部品への応用として突き合わせ、重ね両継ぎ手の創製に取り組むとともに、本法の部材表面改質・被覆への適用の可能性を探り、これらすべてを実現すべく革新的摩擦攪拌接合技術の基盤確立を行う。

平成19年度の主な成果は以下の通りである。

S45C/A60612次元（円周）突き合せ接合体について接合体の機械的特性に大きな影響を及ぼす金属間化合物の生成状態を、透過型電子顕微鏡観察（TEM）により調べた。その結果、ストレートピンのツールで1回通過した箇所には、接合界面に化合物層（反応層）は観察されなかったが、ツールが2回通過した箇所では界面に厚さ1～1.5  $\mu\text{m}$  の反応層が観察された。分析の結果、これはFeAl や FeAl<sub>2</sub>などが混在した層であることがわかった。このように1パスの試料の接合界面には反応層が観察されず、2パスの試料のみ観察された理由として、接合中の温度上昇や材料に加えられたひずみ量の違いなどが考えられる。

Cu/Al 重ね接合体の接合メカニズムを解明するため、C1020銅合金と A1050アルミニウム合金の重ね合わせスポット接合材に関して、光学顕微鏡によるマクロ観察ならびに界面近傍の透過電子顕微鏡(TEM)観察を行った。ツール側に銅を配置した試料では、動的な組織変化による結晶粒微細化はツールとの接触部近傍にとどまっていた。一方、ツール側にアルミニウムを配置した試料においては、接合界面近傍まで微細化していることから広範囲で塑性流動が起きている可能性がある。TEM による界面近傍の観察においては、いずれの試料も場所による形態のばらつきが大きく、空隙が多くみられるなど不安定な接合界面を呈していることが分かった。また一部、アルミニウム側から銅側に混入するような組織もみられたほか、厚さは100～400 nm の金属間化合物層も観察された。形状は非常に凹凸が激しく複雑であった。接合過程の初期に生成した金属間化合物が塑性流動によって変形を加えられたか、あるいは塑性変形を受けながら生成した可能性もある。

ステライト#6および12Cr 鋼の摩擦攪拌肉盛層をEPMA ならびに TEM を用いて分析を行った。その結果、ステライト肉盛層内に等軸の W 化合物（粒径2  $\mu\text{m}$  以

下)や Cr-C 系化合物(粒径10  $\mu\text{m}$  以下)がほぼ均一に分散することがわかった。またステライト、12Cr 鋼ともに、肉盛層と基材の接合界面近傍に酸化物とみられる微細な粒子が観察された。そしてステライト肉盛層ではマトリクス (Co、Fe-rich 相) も2~3  $\mu\text{m}$  の等軸粒になっていることが分かった。さらに12Cr 鋼のマトリクスは加工組織を呈しており転位密度は高いこと、粒内のラス状マルテンサイトらしい組織や、炭化物とみられる析出物も数 $\mu\text{m}$  以下まで微細化していることが分かった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 重ね両継ぎ手、アルミニウム合金、ステライト#6、マトリクス

#### 【大 項 目 名】 導電性カーボンナノファイバー探針量産化技術の開発

【研究 題 目】 探針-細胞相互作用評価

【研究代表者】 斎藤 隆雄(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 斎藤 隆雄、加藤 且也  
(常勤職員2名)

【研究 内 容】

微細な位置制御が可能な走査プローブ顕微鏡 (SPM) の探針を用い、単一細胞から生体分子を採取する研究が行われている。従来のシリコン系探針に比べ、カーボンナノファイバー (CNF) 探針は細胞に対して低侵襲な寸法と形態を有するため、細胞からの生体分子採取に適していると考えられる。導電性、機械的特性、核酸物質の吸・脱着特性等の諸物性を制御したバイオ用途の CNF 探針を開発することを本研究の目的とした。ポリイミド基板表面に CNF 群を形成し、表面への mRNA 吸着をリアルタイム RT-PCR 法で調べ、CNF と核酸物質の相互作用を解析した。マウス骨芽細胞様細胞株 (MC3T3-E1細胞) から total RNA を抽出し、mRNA 吸着実験に使用した。CNF 群表面では mRNA 吸着は顕著に低下し、ほとんど吸着されないことが判明した。

そこで、mRNA 吸着能を CNF に付与するため、イオンスパッタ装置で CNF 表面を金コートし、mRNA のポリ A テールと相補的結合する oligo(dT)<sub>30</sub> を金表面に固定化した。この表面修飾によって、高い mRNA 吸着能 (理論上約250倍) を CNF へ付与することができた。この表面修飾プロセスが CNF の形態に与える影響を調べるため、各段階の CNF の形態を SEM 観察したところ、イオンスパッタ装置を用いた金コートプロセスの段階で CNF は形態変化を起こすことが判明した。高い mRNA 吸着能を有する oligo(dT)<sub>30</sub> 固定化 CNF を作製するためには、よりダメージの少ない金コートプロセスか、あるいは CNF 合成時での同時金属ドーブが今後の検討課題である。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノファイバー、走査プローブ顕微鏡、探針

#### 【研究 題 目】 超はっ水ナノ分子ペーパー製造技術の開発

【研究代表者】 穂積 篤

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 渡辺 栄次 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

真空紫外光照射によるシリコン基板表面の光洗浄をした。照射前のシリコン基板は、本来なら親水性の自然酸化膜が形成されているため親水性を示すはずであるが、大気中に浮遊する有機物の付着により、水滴接触角は約 40  $^{\circ}\text{C}$  であった。この基板を真空紫外光ランプ窓から約 20 mm 離れた位置にセットし、大気圧下で5~20分間照射した。5分で接触角は0 $^{\circ}$  (測定不能) になり、完全に親水化することが確認された。照射時間に伴う表面の化学結合状態の変化を調べるために xps (X 線光電子分光法) により、表面の Cls スペクトルを測定した。表面の Cls スペクトルの強度は照射により減少していることがわかった。照射時間5分、10分、ともにその強度は同じであったことから、照射時間5分で表面に付着した有機物は完全に除去されることが明らかになった。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 自己組織化単分子膜、超はっ水、印刷

#### 【研究 題 目】 高速高感度免疫化学検出システムの開発

【研究代表者】 加藤 且也

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 加藤 且也、斎藤 隆雄  
(常勤職員2名)

【研究 内 容】

表面改質及び抗体固定化法の調査、並びに表面改質基材の作製及び抗体吸着量の評価を行なった。本研究では、シリコンウェハ表面の親水化条件の検討、及び CHO 基末端アルキルシランを用いた CVD (Chemical Vapor Deposition) 法による CHO 基末端 SAM の創製と UV 照射による CHO 基末端 SAM の末端 COOH 基への光酸化を行い、得られた材料表面について物理的評価と生物学的評価を行った。さらに上記方法により撥水性の特徴を有する3種類のプラスチック (ポリカーボネート、ポリスチレン、ポリアクリレート) の表面親水化を行った。次にシリコンウェハ上の表面親水化法の確立を目指し、化学溶液 (RCA) 処理と VUV 処理の2種類を検討した。その結果 VUV 法で最適化を見いだした。また蛍光標識タンパク質 (抗体モデル) の表面吸着特性及び吸着量の測定方法を確立することに成功した。また基板として各種プラスチック樹脂の表面親水化を実施し、基材の作製を完成するに至った。またイムノディスクの親水化処理を行い、イムノディスクへの利用を図った。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 免疫化学反応、高感度検出、UV 洗浄、抗体抗原反応、親水処理



〔研究題目〕 波長可変温度波伝搬法を用いる材料評価  
技術と計測分析装置の開発

〔研究代表者〕 加藤 英幸  
(計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 阿子島 めぐみ (常勤職員2名)

〔研究内容〕

伝熱特性が重要な役割を果たす新規的な高機能材料が多数開発される昨今、それらを簡便に効率よく測定評価できる計測分析機器のニーズは高く、周期加熱法を進展させた波長可変温度波伝搬法を用いることで、実用性の高い装置開発が可能になると期待されている。そのような実用測定装置を開発することが本研究の目標である。前年度は、加熱用レーザの変調特性や集光特性、検出用放射温度計の応答速度や観測視野を中心とした要素技術の開発を行って、プロトタイプ1号機を開発した。当該年度は、プロトタイプ1号機を用いて、様々なテストサンプルの測定を重ね、商用機に近いモデルとしてのプロトタイプ2号機を製作した。テストサンプルの測定結果を踏まえ、加熱用レーザ光のビーム径および放射温度計の検出視野を絞るなどの改良を加え、材料の熱拡散率をより正確に評価したり、欠陥検出の機能を付与したりすることができた。同2号機についても、テストサンプルの測定を重ね、結果をフィードバックして更に改良を進めた。共同研究先企業による展示会への出展などを通じて、実用測定器としての製品化に向けた準備を行った。また、より汎用的な分析装置として製品化する可能性を検討するため、加熱用レーザ光のビーム径拡大やエネルギー密度の均一化や変調特性を調べた。この結果も、将来的な装置設計に反映される予定である。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 計測技術、材料評価、分析装置

〔研究題目〕 しきい値電圧をプログラム可能な超低消費電力 FPGA の開発

〔研究代表者〕 小池 帆平  
(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 小池 帆平、日置 雅和、河並 崇、  
松本 洋平、堤 利幸  
(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

スーパーコンピュータ (Cray XD1 など) から各種情報家電まで幅広い分野で大量に利用され、その重要度が増す FPGA (Field Programmable Gate Array: プログラム可能論理素子) において、デバイスの微細化スケールに伴う漏れ電流によって発生する静的消費電力を最小限にするための技術を開発する。本研究課題では、まず、FPGA の静的消費電力を最小化する手法として、FPGA を構成するデバイスのしきい値電圧を細粒度でプログラム可能とした超低消費電力 FPGA 「Flex Power

FPGA ((FP)<sup>2</sup>GA)」を提案する。そして、(1) Flex Power FPGA アーキテクチャの検討、(2) 既存デバイス (バルク MOS) 及び将来デバイス (ダブルゲート MOS 等) を前提とした内部回路の検討、(3) LSI 試作サービスによる実証チップの設計・試作、(4) クリティカルパス上のデバイスのしきい値を適切に割り当てる省電力 CAD ソフトウェアの開発までを統合的に進め、1年目の基本動作を確認し概念を実証する基本チップの開発、次の2年間での段階的な改良を加えた一連の改良チップの開発を通じて、Flex Power FPGA の低消費電力性能を実証する。さらに、後半2年間では、動的リコンフィギュラブル技術、制御性の高いデバイスの採用等の新たな技術と融合した発展チップを開発することによって、FPGA の消費電力を100分の1以下に低減させ、低消費電力型高速大容量情報処理システムの基盤技術の確立を目指す。

平成18年10月からの研究開始に先立ち、研究用ソフトウェアツール Flex Power VPR の開発、これを用いたシミュレーション評価、基本構成要素のみを集積した実験チップの開発などを行ない、平成18年度は、実験チップの性能測定、基本構成要素の性能を測定するための TEG チップの開発、基本チップアーキテクチャの検討、今後開発するチップのための実験環境の構築など基本チップ開発の準備を進めてきたが、平成19年度は、FPGA としてのフル機能を搭載した基本チップおよび独自の専用 EDA ソフトウェアの開発へと進み、部分的な動作の確認に成功した。また、半導体特性ばらつきを回避するロバスト Flex Power FPGA 技術についての研究を進めた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 FPGA、リコンフィギュラブル、低消費電力、しきい値調節

〔研究題目〕 超分子ナノチューブアーキテクニクスとナノバイオ応用

〔研究代表者〕 清水 敏美 (界面ナノアーキテクニクス研究センター)

〔研究担当者〕 清水 敏美、二又 政之、南川 博之、  
浅川 真澄、増田 光俊、小木曾真樹、  
青柳 将 (常勤職員7名)

〔研究内容〕

本研究では、脂質ナノチューブ特有の資質、言い換えれば、10~100 nm 幅、アスペクト比が100以上の特異的な親水性中空シリンダー部に着目したメゾスケール系ホスト・ゲスト科学を探索し、そのナノバイオ応用を開拓することを目的としている。平成18年度は、電荷やサイズの異なる球状タンパク質などの生体巨大分子を効率的に中空シリンダー内部へ包接するための脂質ナノチューブ内外表面の非対称化、包接に対する表面電荷の影響を検討した。さらに、球状タンパク質などのナノチュー

ブ中空シリンダー中への包接、流動過程を時間分解蛍光顕微鏡を用いてその場観察した。第二に、水中で合成脂質分子の自己集合によって形成するナノファイバーやナノチューブ構造などが、生体巨大分子である DNA やタンパク質に対して一次元ナノ構造篩あるいは一次元ナノ構造鞘として機能発現するかの可能性を検討した。第三に、金属カチオン層がナノチューブ膜中に存在する金属配位型ナノチューブの開発、さらには、CdS などの金属半導体ドットが膜中に分散したハイブリッド型ナノチューブの開発に挑戦した。

その結果、アミノ基で被覆され、プロトン化度が水溶液の pH で制御できる非対称型内表面を有する脂質ナノチューブを創製することに成功し、反対電荷を表面に持つ球状タンパク質を効率的に包接できることを見いだした。さらに、初めて、球状タンパク質や金ナノ粒子のナノチューブ中でのナノ流動挙動を可視化することに成功し、拡散定数を定量的に評価することに成功した。最後に、金属配位型ナノチューブがグリシルグリシン型脂質と金属カチオンとの2成分系自己集合により、創製した。さらに、CdS が膜中にナノ分散して蛍光発光機能をもつナノチューブを初めて開発した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 有機ナノチューブ、ホスト・ゲスト科学、ハイブリッドナノチューブ

【研究 題 目】 シミュレーションコードのグリッド化

【研究代表者】 田中 良夫 (グリッド研究センター)

【研究担当者】 宗 応文、谷村 勇輔、武宮 博  
(常勤職員3名、他1名)

【研究 内 容】

本研究においては、複数の高性能計算機が高速ネットワークで接続されたグリッド環境上で大規模ハイブリッドシミュレーションを長時間実行するために、開発されたナノスケール用およびマイクロ・メゾスケール用ハイブリッドコードのグリッド化を行なう。

我々はハイブリッドコード開発グループが作成したナノ・メゾスケールでの同時並列型ハイブリッド手法により実装された Nudged Elastic Band (NEB) 法によるシミュレーションコードを、GridRPC と MPI を組み合わせたプログラミング手法を用いてグリッド化するとともに、グリッド上での計算機割り当ての煩雑さをアプリケーションから隠ぺいするためのスケジューリングモジュールを開発した。

また、グリッド化されたハイブリッドシミュレーションコードとスケジューリングモジュールを連携させ、リアルミナ中での水素原子の移動過程のシミュレーションを対象とし、日米大規模グリッド上での実証実験を行った。実験においては、4サイト、5台のクラスタ計算機群、総数1129プロセッサを利用し、約60時間にわたってシミュレーションを継続した。障害検知および復旧機能を備

えた実装およびスケジューリングモジュールの利用により、必要な計算資源を適切に利用しながら大規模グリッド上での長時間実行に成功した。また、名工大グループと協力し、マイクロ・メゾスケールでの流体に対する格子ボルツマン法コードの大規模並列化を、最終的に同時並列型ハイブリッドコードに取り入れることが容易となる形式で実装する方法を検討した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 グリッド、GridRPC、連成シミュレーション

【研究 題 目】 日米サイエンスグリッドにおけるセキュリティ基盤の構築

【研究代表者】 田中 良夫 (グリッド研究センター)

【研究担当者】 谷村 勇輔 (常勤職員2名)

【研究 内 容】

本研究においては、日米間で大規模科学技術計算のために定常的に利用可能なサイエンスグリッドの実現を目的とした研究を実施し、日米間で大規模科学技術計算のために定常的に利用可能なサイエンスグリッドを実現する。

ユーザがグリッドを容易に利用する認証基盤を構築するために、(1)ユーザ各個人がそれぞれ認証局となり、自分が信頼する人間との間でクロス認証を行なうことにより信頼関係を構築し、ピアツーピア技術を用いて信頼関係を広げていく、(2)直接の信頼関係にあるユーザ同士のみがお互いの個人情報を知りえるが、通信時にはすべてのユーザ間で匿名性を保つ (個人情報を保護する)、という2つの特徴を持つ新たな発想に基づく PKI システム (AUBReX: Authentication method Using Buddy-buddy relationship Represented by Cross certificate) を開発し、プロトコルレビューを行ってその頑健性を確認した。AUBReX は、グリッドが持つ堅牢性とピアツーピア技術が持つ簡便性を兼ね備えた新たなセキュリティ基盤を実現する、極めて新規性の高い PKI アーキテクチャである。

また、日米間でセキュリティポリシのすり合わせを行い、相互信頼を確保し、米国 National Center of Supercomputing Alliance, Purdue 大学, San Diego Supercomputer Center, 南カリフォルニア大学と産業技術総合研究所を接続したグリッドテストベッドを構築し、その上で3日間にわたって分子シミュレーションを実行し、日米間で大規模科学技術計算のために定常的に利用可能なサイエンスグリッドの実証実験に成功した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 グリッド、セキュリティ、仮想組織

【研究 題 目】 低加速高感度電子顕微鏡の開発とソフトマターの分子・原子レベル観察実験への応用

【研究代表者】末永 和知(ナノカーボン研究センター)

【研究担当者】末永 和知、佐藤 雄太、劉さん、  
廣瀬 香里(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

通常の200 kV 級電子顕微鏡に比べて、ほぼ10倍の信号検出能を持ち電子線ダメージを最小限にとどめながら、分解能や輝度には遜色のない30-60 kV の低加速高感度電子顕微鏡を開発し、これまでの電子顕微鏡では極めて困難であった「軽元素からなる非周期性物質(ソフトマター)の動的観察」を可能にする。これにより単分子の構造解析、単原子の元素分析や電子状態解析だけでなく、それらの実時間観測を含む化学反応の直接観察に向けた基盤技術を構築し、単分子・単原子計測技術の飛躍的向上を目指す。これにより「各種触媒反応機構の原子レベルでの解明」や「生体分子中の軽元素(カリウムやカルシウムなど)の単原子レベル元素分析」などを可能にする。

低加速高性能電子顕微鏡開発においては、他の研究機関との協力しながらその仕様・設計について検討し決定する。とくに色収差補正機構の導入に関しては、その動作する加速電圧などを決定する。

各種の有機分子や生体分子の高分解能観察の問題点や、官能基やヘテロ原子の識別に必要な分解能や検出感度、加速電圧と試料の照射損傷との相関などのデータを既存の通常型 TEM を用いて収集する。また分子性物質に特化した電顕試料作成法を検討し、高分解能・高感度の単分子観察を容易に行うための試料の固定・支持法を探索する。とくに単層グラファイトやアモルファスカーボンなど最適の試料支持材の開発を行う。

高感度検出システムに関しては、特に低圧で最適なシンチレータやその厚みなどを検討する。また光学カップリングの有用性やシンチレータによる発光効率の違いについて定量的に解析する。また電子線分光器の動作電圧についても30 kV 程度の加速電圧で確認する。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】電子顕微鏡、収差補正技術、単分子イメージング

【研究題目】二次元培養細胞マニピュレーション装置の開発

【研究代表者】金森 敏幸(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】金森 敏幸、須丸 公雄、高木 俊之、  
杉浦 慎治、枝廣 純一、菊池 鏡子  
(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

21世紀はバイオの時代と言われ、産業や医療などの幅広い分野においてバイオテクノロジーの応用が期待されている。特に、分子生物学、分子遺伝学あるいは細胞工学の発展により、動物細胞の利用が益々盛んになっている。動物細胞の多くは足場依存性細胞であり、何らかの

固体表面上に接着・増殖して機能を発揮することから、研究代表者らは、機能性材料表面上において細胞を接着・増殖させ、細胞に特定の機能を発現させた後、個々の細胞あるいは細胞群をマニピュレーションする技術の開発を精力的に進めている。その中で、光・温度・pH に応答する高分子材料により作製した材料表面において、個々の細胞を光により遠隔的に接着・脱着させることに成功した。この技術を用いると、当該材料表面において細胞の選抜やパターンニングなどを、光学顕微鏡により観察しながら簡便かつ自在に行うことが可能となる。

本研究課題では、当該技術に基づき細胞の二次元マニピュレーション装置を開発し、細胞選抜用途における実用化に向けた性能及び操作性の向上を進めるとともに、展示会等で積極的に公開して広く用途開拓を行う。そして研究課題終了時には想定されるそれぞれの用途に特化した製品を開発し、起業化への展開を図る。

本年度は、二次元培養細胞マニピュレーション装置の製品機および光応答性細胞培養キュベットについてほぼ開発を終了した。これらの技術を用いると、形状によって細胞が選抜可能であり、また、細胞1個単位でパターンニングすることができる。こういった機能を有する類似、競合技術は、我々が調べた限りでは、他には存在しない。十分な調査に基づきビジネスモデルを構築し、平成19年12月17日に産総研技術移転ベンチャーとしてCytonics 株式会社を創業した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】光応答性材料表面、光誘起細胞接着制御技術、光応答性細胞培養キュベット、光応答性細胞培養表面、パターン培養、細胞選抜

【研究題目】相関電子コヒーレンス制御

【研究代表者】永長 直人

(強相関電子技術研究センター)

【研究担当者】永長 直人、Mishenko Andrey、  
小野田 勝(他3名)

【研究内容】

本プロジェクトでは、強相関電子系の内部自由度に潜む量子位相コヒーレンスを制御するための学理を確立することを目標にしている。特に、(i) オンGSTロームスケールの結晶格子構造をコントロールすることでボトムアップから量子位相を設計するトポロジカルコヒーレンス制御、(ii) 量子臨界性などを利用してトップダウンで位相コヒーレンスを制御するクリティカルコヒーレンス制御、の2つの方向からのアプローチを目指す。より具体的な研究計画は、(a) 固体電子におけるベリー位相の理論的研究と、第一原理バンド計算による物質設計、(b) 高温超伝導体をはじめとする無機酸化物の磁性、超伝導、電荷秩序などのナノスケールスペクトロスコピーと量子臨界制御、などである。本年度の主な進捗とし



て、(i) ベリー位相に関連しては特に固体中におけるトポロジカルカレントに着目して研究を行い、金属のスピンホール効果の理論を構築した。また、(ii) Keldysh 形式を発展させて、相関電子における電場誘起絶縁体金属転移の理論を構築した。(iii) 高温超伝導体については、ポーラロン効果の温度依存性やキャリア移動度との関係などを調べ、実験との良い対応を得た。以下に詳しい説明を記す。

(i) 金属系の内因性スピンホール効果の理論を第一原理電子状態計算と解析的な考察を組み合わせることで発展させた。実験が最近なされ、大きなスピンホール効果が観測されている金属プラチナを対象に、バンド計算を行い、X 点および L 点でフェルミエネルギー近傍に存在するバンド交差構造が増強したスピンホール効果をもたらすこと、その値がほぼ実験と一致するものであること、を明らかにした。これを4バンドの有効模型にマップし、不純物効果などを議論した。これにより金属系における内因性スピンホール効果を確立することができた。

(ii) Keldysh 形式をゲージ共変な形に拡張することで、任意の電場の強さのもとでのグリーン関数を自己無撞着にもとめることに成功した。これにより、電場下での金属絶縁体転移を初めて量子力学的に扱うことができ、スイッチング現象の微視的理解を確立した。そして閾値電場が通常のコバルト酸化物よりも2桁も小さい値となることを見出した。

(iii) 高温超伝導体におけるポーラロンの研究を、量子モンテカルロ計算と近似的解析計算の両者と比較しながらすすめた。その結果、特異な温度依存性や、強結合領域でも小さくならない移動度などの新奇な性質が矛盾なく説明できることを見出した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 量子位相、スピントロニクス、スピン液体、トンネルスペクトロスコーピー

【研究 題 目】 強相関界面エンジニアリングによるスピントンネル機能の巨大化

【研究代表者】 赤穂 博司

(強相関電子技術研究センター)

【研究担当者】 赤穂 博司、川崎 雅司、佐藤 弘、澤 彰仁、山田 寿一、山田 浩之、甲野藤 真、小池 和幸、石井 裕司、山本 晃生、中村 優男  
(常勤職員6名、他5名)

【研究 内 容】

本研究では、強相関遷移金属酸化物のスピン完全偏極強磁性に焦点をあて、酸化物スピントロニクス素子の構築に必要な不可欠な界面磁性の直接観察と制御技術(界面エンジニアリング手法)を新たに開発するとともに、実際にデバイス構造を作製し、その特性評価を通してスピ

ントンネル機能の巨大化を実現することを目的とする。さらに、ここで得られた強相関電子系の界面物理に関する知見ならびに界面制御技術・デバイス技術を基に、新規強相関界面デバイス機能の開拓にまで発展させる。具体的には、研究項目として、(1)非線形磁気光学効果による界面磁性の研究、(2)スピン偏極 SEM による界面磁性の研究、(3)強相関界面デバイスプロセス技術の開発、(4)強相関界面デバイス機能の研究、(a)強相関スピントンネル機能、(b)強相関界面伝導機能、を設定し、研究を実施した。

本年度の主な研究成果をまとめると、(1)LaMnO<sub>3</sub>とSrMnO<sub>3</sub>からなる超格子構造を作製し、その電気特性および磁気特性に対する基板のストレイン効果を調べた結果、電荷移動による界面磁性が軌道状態に強く依存することを明らかにした。(2)スピン SEM により、(La,Sr)MnO<sub>3</sub>薄膜表面の新しいの磁壁構造を見出すとともに、その磁化状態の微視的解析に成功した。(3)紫外光・オゾンを用いたアッシング法の最適化により、ポリイミド層間絶縁膜微細加工技術の再現性を向上した。また、電子ビーム描画技術と微細加工技術により、100 nm 線幅の(La,Sr)MnO<sub>3</sub>薄膜メサ構造の作製に成功した。(4)(a) (La,Sr)MnO<sub>3</sub>接合を用いたスピントンネル分光技術により、(La,Sr)CoO<sub>3</sub>のスピン分極率を評価するとともに、TMR バイアス依存性がバンド計算結果と定性的に一致することがわかった。(4)(b)電場変調分光法により、Sm<sub>2</sub>CuO<sub>4</sub>(SCO)と Nb ドープ SrTiO<sub>3</sub>(Nb:STO)の n-N ヘテロ界面での電子状態を評価した結果、電界印加によって Nb:STO から SCO へ電子ドーピングが起こり、SCO の電子構造が変化することを見出した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 強相関遷移金属酸化物、界面エンジニアリング、スピントンネル接合、電界誘起抵抗変化効果

【研究 題 目】 位相制御光による量子的分子操作と極限計測技術への展開

【研究代表者】 大村 英樹(計測フロンティア研究部門)

【研究代表者】 大村 英樹(常勤職員1名)

【研究 内 容】

(研究の目的)

フェムト秒パルスの位相を精密に制御した位相制御光による分子操作技術を開発する。位相制御光は従来の光とは本質的に異なった性質を持っているため、光の位相に依存した新しい量子現象の観測、さらに分子制御の新しい方法論を提示できる可能性がある。光による高度な分子操作技術の基礎研究から計測装置の開発まで連続的な研究を行い、日本発の革新的な計測装置の開発を目指す。

(研究実施内容)

本研究課題の第一の目的は、位相制御光と分子との相

相互作用によって引き起こされる量子現象を系統的に探索・分類し理解することである。具体的には、(1) 位相制御光による動的分子配向 (2) 位相制御光の位相に強く依存した分子の光トンネルイオン化、この2つの現象の寄与を定量的に明らかにすることである。平成17年度、平成18年度に実施した研究において、パルス幅が大きく異なるフェムト秒位相制御光とナノ秒位相制御光を使用することによって、位相制御光によって引き起こされる効果は光トンネル効果による寄与が支配的であることが明らかになった。光トンネル効果による配向分子選択イオン化は、フェムト秒からナノ秒にわたり広く観測される現象であり、波長、パルス幅に依存しないことがわかった。

そこで平成19年度は、引き続き、光トンネル効果による配向分子選択イオン化の理解を深める研究を進めた。フェムト秒およびナノ秒位相制御光を用いて、波動関数の理論計算に基づいて分子を系統的に変化させながら実験を行った。二重結合を含む比較的複雑な分子でも、光トンネルイオン化による配向分子選択イオン化が成り立つかどうか、実験的に検証した。二重結合を一つ含む4つのアリルライド分子 ( $C_3H_5X$ ,  $X=F, Cl, Br, I$ ) を対象として、光トンネルイオン化による配向分子選択イオン化がこれまで調べてきた分子と同様に成り立つかどうか実験的に検証した。その結果、4つのアリルライド分子のイオン化の際に生じる光解離生成物に位相に依存する振る舞いが観測された。さらにハロゲンとその反対側の炭化水素の光解離生成物はお互いに逆位相であり、配向分子が検出されていることがわかった。検出された配向分子の向きを波動関数 (HOMO 軌道) の理論計算に基づいて考察を行った結果、定性的には HOMO 軌道と位相制御光の相互作用に基づく異方的トンネルイオン化による配向分子選択効果で説明できることがわかった。しかし、複雑な分子形状のため定量的な理解をするためには数値計算が必要であることがわかった。

(論文発表...2件、学会発表...4件)

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】位相制御、コヒーレント制御、量子制御、分子配向

【研究 題 目】AFM 探針形状評価技術の開発

【研究代表者】一村 信吾 (計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】井藤 浩志、藤本 俊幸、三隅 伊知子、高木 秀樹 (常勤職員5名)

【研究 内 容】

原子間力顕微鏡 (AFM) により測定した画像情報は、1 nm 以下の分解能を持ち、ナノテクノロジー分野での標準的なツールとして使われている。しかしながら、その絶対値の信頼性については、探針の影響を強く受けるため、必ずしも高いとはいえない。特に100 nm 以下の形状を測定する場合には、AFM 画像データは、探針形

状との量み込みになるため、探針形状を考慮することが必須となる。最新の AFM 探針は、先端曲率半径10 nm 以下のものが供給されており、これに対応するためには、AFM 探針の先端曲率半径に比べて同等以下の、探針評価用ナノ構造が必要である。これを実現するために、化合物半導体超格子断面をエッチングする方法を開発した。この方法では、仕上がり線幅が成膜された膜厚に対応することを利用して、線幅を2 nm 以下の精度で作成可能である。この方法の限界を探索し、線幅4 nm、高さ120 nm、エッジ曲率1.5 nm、アスペクト比30のナノ構造の作成を可能にした。開発したプロセスを用いて、探針幅で3 nm から100 nm まで14点のデータ点を持つ試料を作成し、連続的に探針特性を計測可能な標準試料を開発した。この結果、微粒子径や数 nm のカーボンナノチューブの直径について、探針の大きさを補正した値を求めることが可能になった。

【分 野 名】標準・計測

【キーワード】原子間力顕微鏡、探針、カンチレバー、プローブ、チップキャラクタライザ

【研究 題 目】質量分析用超高感度粒子検出技術

【研究代表者】大久保 雅隆

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】板谷 太郎、陳 益鋼、浮辺 雅宏、黒河 明、佐藤 浩昭、陳 銀児、志岐 成友、清水川 豊、鈴木 宏治 (常勤職員6名、他4名)

【研究 内 容】

ライフサイエンスや医療分野の基幹的分析技術の1つである質量分析技術において、超伝導現象に基づく粒子検出技術を開発する。イオン源から放出されたイオンを、飛行時間型質量分析法 (TOF-MS) にて、イオン、粒子 (中性粒子を含む) 毎に飛行時間と粒子の運動エネルギーを、1,000,000 Da 以上の巨大分子まで数え落としなく検出 (検出効率100 %) する。飛行時間、運動エネルギー、粒子カウントの3次元質量分析を実現する。これを実現するために、センサー開発、極低温実装、アナログデジタルデータ処理装置の開発を行う。

世界最大有感面積を有する超伝導トンネル接合アレイ検出器の作製において、100素子中80 %以上の素子が動作可能となった。低温で動作する上記超伝導検出器極に、室温からの熱放射が当たることを防ぐために、粒子透過赤外反射フィルターを開発し、検出器の安定動作を可能とした。また、超伝導薄膜からなる超高速の粒子検出器の開発に成功した。応用例として、時間や空間でイオンを分離し質量分析するのではなく、運動エネルギーでイオンを分離する質量分析を試み、従来分析が難しかった免疫グロブリンといった巨大生体分子の試薬中に含まれる、微量不純物を同定した。

【分 野 名】標準・計測

〔キーワード〕 先端計測分析機器、超伝導デバイス、質量分析、生体高分子

〔研究題目〕 シリコン酸化膜形成プロセスにおける高濃度オゾンの効率的利用

〔研究代表者〕 黒河 明（計測フロンティア研究部門）

〔研究担当者〕 尾高 憲二（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

本研究は、直径200 mm シリコン基板を高濃度オゾンガスで酸化して基板表面に酸化膜を形成するとき、その酸化膜形成速度を向上させること、およびオゾンガス利用効率の最適化を図ることを目的とした。

この目的達成のために本研究では以下の手段をとることにした。まずオゾンガス供給流量増大化技術を用いて、オゾン濃度90 vol%を超える超高濃度オゾンガスを大流量で流下し、オゾンガスによるシリコン酸化膜形成試験を行う。この大流量化試験に耐えるようにオゾン対応酸化炉の改造を行う。これにより酸化膜の形成時間の短縮化を目指した。

本年度は次の項目を調べることにより、効率的なオゾン利用技術について検討を行った。1. オゾンガスの流量と形成酸化膜の厚さの関係および酸化膜形成速度との関係、2. 均一な酸化膜の形成条件探索、3. 大流量オゾンガス発生方法の技術移転とその実施、5. オゾン形成シリコン酸化膜の密度構造評価、6. エリプソ分光法による酸化膜厚評価時の環境湿度の影響、7. オゾンガスの流量と利用効率の評価、である。これらの研究の結果、超高濃度オゾンガスの利用効率を上げるためには、酸化反応が必要な箇所までオゾン濃度を高い状態で保ちながら輸送すること、酸化反応が必要な箇所に常に一定濃度のオゾンガスを輸送し酸化プロセスの再現性を向上させることが必要であることがわかった。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 高濃度オゾンガス、200 mm 径シリコン基板、酸化膜形成速度

〔研究題目〕 Yb 光格子時計の構築と精度評価及び高精度周波数計測ネットワークの研究

〔研究代表者〕 洪 鋒雷（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 安田 正美、今江 理人、藤井 靖久、大嶋 新一、河野 託也、稲場 肇、保坂 一元、雨宮 正樹、中嶋 善晶（常勤職員7名、他3名）

〔研究内容〕

Yb 光格子時計の第二段階であるスピン禁制遷移（波長556 nm）を用いた磁気光学トラップ(MOT)生成に成功した。Yb 原子時計遷移分光用レーザ光源として、Nd:YAG と Yb:YAG の和周波から578 nm の光を約22 mW 生成することに成功し、この光は真空中に設置された超低膨張(ULE)ガラス製光共振器に対して安定化され

た。また光コムにおいては、1オシレータ+4増幅器のファイバコムシステムを設計製作した。CEO 周波数は高速制御により線幅狭窄化され、スペクトラムアナライザの分解能(30 Hz)以下であることを確認した。製作したコムを東京大学香取研究室に設置した。精密周波数リンクにおいては、東大ー産総研間約50 km ベースラインの周波数比較リンクとして GPS 搬送波位相法の適用に関して主に解析ソフトウェアの開発と一方に置かれた高安定水晶発振器の実時間周波数制御の開発を行った。東大（本郷）と産総研（つくば）との間の高精度時間周波数比較手段として、今年度は新たに光ファイバー（110 km）による周波数リンクを導入した。さらに、水素メーザーだけではなく、産総研で開発された原子泉方式のセシウム原子時計、液体ヘリウムで冷却した高安定サファイアマイクロ波発振器及びファイバー光コムなど高精度周波数計測の道具を総動員して、Sr 光格子時計の絶対周波数計測システムを構築した。

〔分野名〕 計測・標準

〔キーワード〕 光格子時計、光周波数コム、光周波数測定

〔研究題目〕 アジア地域における標準物質開発ネットワークの構築

〔研究代表者〕 千葉 光一（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 千葉 光一、岡本 研作、小島 勇夫、加藤 健次、日置 昭治、高津 章子、鎗田 孝、黒岩 貴芳、成川 知弘、松本 信洋、渡邊 卓朗、清水 隆由、石川 啓一郎、Igor Maksimov、稲垣 和三、鈴木 俊宏、下坂 琢哉（計測標準研究部門）、茂里 康（生物情報解析研究センター）（常勤職員16名、他2名）

〔研究内容〕

平成19年度には、第2回 APMP TCQM International Workshop & Symposium on Metrology in Chemistry、韓国標準研究所（KRISS）との標準物質の共同開発に関する意見交換会、中国標準研究所（NIM）との意見交換会にNMIJ からプロジェクトメンバーが参加し、さらに、第7回ワークショップを NMIJ（日本）が主催して名古屋で開催した。

本事業の成果としては、日中韓三カ国間で始めた標準物質開発に関する共同研究において、具体的な結果が得られるようになってきたことが挙げられる。ワークショップでは現在4つの WG を立ち上げて、三機関の測定値の同等性の確保および標準物質の共同開発に関して議論を行っている。具体的なテーマでは、環境・食品関連 WG で、①ポテトチップス中アクリルアミド（KRISS、NIM）、②マグロ魚肉中メチル水銀（NIM、NMIJ）、③カジキマグロ中微量元素（NMIJ、NMI）、④大豆中微



量元素 (NIM、KRISSE、NMIJ)、⑤米 (KRISSE、NIM、NMIJ)、⑥白米 (NMIJ) に関して共同分析が行ない、個別の分析における問題点の解明を行っている。その中でも、魚粉末試料 (メカジキ) 中の有機水銀に関しては、メートル条約の下で世界の標準研究所間で標準化を進めている CCQM において、国際基幹比較 (Supplementary Key Comparison) として日中で共同提案を行い、良好な結果を収めている。標準ガス WG では、三カ国共同による高純度標準ガスの開発および天然空气中メタン標準ガスの開発のための方法の開発をおこない、実際の標準ガス作製の準備を進めている。RoHS 指令対応プラスチック標準物質 WG に関しては、各国の ABS 樹脂 (NMIJ)、PP 樹脂 (KRISSE)、PP 樹脂 (NIM) 標準物質にたいして相互に値付けを行い同等性の確認と信頼性の付与を行った。また、PP 樹脂標準物質についても CCQM の国際比較として、日中韓の三カ国共同提案を行っている。バイオ WG では、GMO 米の DNA 測定、オリゴ DNA 測定、クレアチニン測定に関して、今後三カ国間で実施することとなり、準備が進められている。バイオ分野は将来的な課題として、積極的に実施してゆく必要がある。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 アジア地域、標準物質、中国、韓国

〔研究題目〕 ネットワーク MEMS デバイスの開発

〔研究代表者〕 伊藤 寿浩 (先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 伊藤 寿浩、池原 毅、一木 正聡、張 毅、小林 健、岡田 浩尚、宮澤 伸一、余 静 (常勤職員5名、他3名)

〔研究内容〕

動物の健康状態や行動を無線ネットワークでモニタするセンサでは、極めて低消費電力であることが求められるため、消費電力を限りなくゼロに近づけた加速度センサ及び温度センサを実現する。MEMS 技術を利用し、加速度センサでは圧電素子による発電型センサ、温度センサではバイメタルによるスイッチ型センサを研究開発する。また、デジタル型出力とすることで、信号処理回路での電力消費も抑制する。さらに、圧電素子の特性を生かしセンサノードでの発電及び機器の小型化を行うため、発電素子及び受動素子内蔵基板についても並行して研究を行うとともに、MEMS センサ実装技術やフレキシブル端末実装技術の開発を行う。

平成19年度は、まず、スパッタ堆積法で成膜した Al 単層膜、Mo 単層膜、Au 単層膜、W 単層膜及び Mo/Au 二層膜、Mo/Al 二層膜の残留応力制御について検討し、3本梁型のバイメタル温度センサの試作・評価を行った。そして梁の初期変位を減少させるためにポストアニーリングプロセスの導入を行った。また、超低消費電力加速度センサの開発においては、平成18年度に行った設計に

基づいて試作・評価を行い、カンチレバーの一体化による出力レベルの改善を図るとともに、リカバリーアニーリングによるプロセスダメージの低減方法を検討した。さらに、圧電発電素子の基本構造に関して主にバルクセラミックスを対象に検討した。そして、組成をソフト化させること、及び単位体積当たりの電極数を増加させることによる発電特性の向上に関して新しい知見を得た。さらに、薄膜構造に展開するためのデバイス作成を行い、形状形成プロセスを確立した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 MEMS、センサネットワーク、温度センサ、加速度センサ、発電デバイス、低消費電力

〔研究題目〕 Na+チャンネル開閉機構の電子顕微鏡による解析

〔研究代表者〕 佐藤 主税 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 佐藤 主税、小椋 俊彦 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

目標:

Na チャンネルは生体内の微小な膜電位の変化を感じて開くチャンネルであり、我々の神経興奮の主体である神経や筋肉での興奮の伝達に重要である。この局所麻酔薬のターゲットでもある Na チャンネルの構造を解明し、心臓等に関する疾患の遺伝病解明、臨床薬開発に貢献する。

研究計画:

結晶を用いずにタンパク質構造を決定する単粒子解析において分解能を規定する最も重要な条件の一つは、粒子画像の枚数である。我々はこれまでに情報科学の焼きなまし法 (SA 法) を用いた完全自動拾い上げ法である auto-accumulation 法を開発し、ニューラル・ネットワーク (NN) 法を組み合わせることで、高効率画像自動的拾い上げプログラムの作成に成功した。本研究ではこれらの自動拾い上げ法を Na チャンネルに適用して、10万枚の画像から、その詳細構造さらには部分的に開きかけた構造を決定する。

年度進捗状況:

auto-accumulation 法とニューラル・ネットワーク (NN) 法を Na チャンネルの拾い上げに適合するように改良して、組み合わせることで、高効率で画像を自動的に拾い上げることに成功した。これによって、それまで10年以上かかる粒子画像の拾い上げが、1週間程度へと短縮された。現在、さらに画像を増やして13万枚の画像を分類することによって Na チャンネルの構造を計算しているところである。様々の遺伝病の原因遺伝子としてこの種類のチャンネルが同定されており、さらに分解能を高めることで、関連疾患の治療法の開発・創薬に貢献したい。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、Na チャンネル

〔研究 題 目〕 蛋白質電顕画像を用いた自動 in silico 擬似結晶構造解析法の開発

〔研究代表者〕 小 椋 俊彦（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 小 椋 俊彦（常勤職員1名）

〔研究 内 容〕

目標：

電子顕微鏡画像から蛋白質の3次元構造を解析する単粒子構造解析法は、結晶サンプルを必要としない汎用性の高い方法である。しかし、多くの処理に手作業が介在するため、2年以上の解析期間が必要とされる。本研究では、これまでの処理スキームから脱却した新たな解析アルゴリズムを開発することで、手作業を排除した完全な自動化の達成を目標とする。これにより、1ヶ月以内での蛋白質構造解析を可能とし、様々な蛋白質の構造や複合体構造の解明を目指す。

研究計画：

拾い上げた粒子画像から自動的に位置と回転角を調整し、クラス分類を行うアルゴリズムを開発する。さらに、全体の電子顕微鏡画像内から自動的にタンパク質粒子を認識し3次元モデルを構築する完全自動アルゴリズムの開発を進める。こうした手法を様々な膜タンパク質や複合体に適用し、3次元構造解析を進める。

年度進捗状況：

拾い上げ粒子画像の位置・角度の調整やクラス分類を先見の情報なしに自動的に行う方法を開発した。さらに、完全自動アルゴリズムの開発を進め、現在モデル画像と電顕画像にて精度検証を進めている。TIRC チャンネルの3次元構造解析を行い、この結果が国際誌 *Nature* に掲載された。このチャンネルは、骨格筋や心筋の細胞内小胞に存在し、小胞の電位変化を打ち消す役割を担っている。これまで、細胞内小胞の膜電位を打ち消すチャンネルは不明であったが、今回の論文によりその分子実態を世界で初めて明らかにした。TRP-M2チャンネルの3次元構造解析を行い、この結果が国際誌 *J. Biol. Chem.* に掲載された。このチャンネルは、膵臓のβ細胞や神経細胞に存在し、温度変化や様々な化学物質のセンシングの働きを担う極めて重要なチャンネルである。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 単粒子構造解析、画像処理、アルゴリズム、3次元構造解析

〔研究 題 目〕 高次視覚機能獲得過程に関する行動実験と単一細胞活動記録

〔研究代表者〕 杉田 陽一（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 杉田 陽一、間中 ゆうこ（常勤職員1名、他1名）

〔研究 内 容〕

目標：

本研究のねらいのひとつは、脳機能が最も劇的に変化する幼児期に特殊な視覚体験をさせて、その後の発達経過を行動科学的方法で検討し、さらに大脳皮質の働きを単一細胞活動記録法で測定し線維投射様式を組織学的方法で描記することによって、幼児期と成人期における学習の性質の相違を科学的に明らかにすることである。

研究計画：

大脳皮質において視覚情報が逐次処理されていく様子は、かなり明らかにされてきている。しかし、行動学的（心理学的）に明らかにされた主観的知覚と神経科学の知見には、未だ大きな隔りがあるのも事実である。たとえば、単一細胞活動記録法や fMRI 法（機能的磁気共鳴画像法）による研究結果は、運動残効に MT 野の活動が深く関わっていることを示している。しかし、心理学的な方法によれば、順応させる運動によつては、運動残効が両眼間で転移しないこと、すなわち、V1野の活動が運動残効に関わっていることを示す実験結果も数多く得られている。また、光の波長成分に対する選択性は、網膜から外側膝状体、V1野を経て下側頭葉に至る視覚経路で良く調べられているものの、物体の色がどのようにして知覚されるかは未だ明らかになっていない。運動盲あるいは色覚異常の動物を実験的に作り出し、視覚領野の機能変化を丹念に調べ上げることによって、色を創り出す神経回路あるいは動きを知覚する神経回路に必要な部位と細胞の応答特性を明らかにすることができると期待している。

年度進捗状況：

幼児期における特殊な視覚体験の効果の行動科学的検討は一段落した。麻酔非動化したサルからの単一細胞活動記録を開始した。また、課題遂行中のサルから単一細胞活動を記録するため、固視訓練も開始した。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 高次視覚機能、臨界期

〔研究 題 目〕 上肢機能の代償にともなう遺伝子発現の in situ hybridization による解析

〔研究代表者〕 肥後 範行（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕 肥後 範行、村田 弓（常勤職員1名、他1名）

〔研究 内 容〕

脊髄の損傷後に生じる上肢運動機能回復の基盤として、大脳皮質レベルの機能的再編があることが、最近の脳機能イメージングを用いた研究によって明らかになった。機能的再編を生み出す構造的変化を明らかにするため、回復途中または回復直後の脳組織における組織化学的解析を行った。脊髄損傷個体では健常個体と比べて、大脳皮質第一次運動野、運動前野腹側部、および第一次体性感覚野の2-3層において神経成長関連タンパク GAP-43

の遺伝子発現の上昇が見られた。興奮性および抑制性ニューロンのマーカー分子との二重染色の結果、おもに興奮性ニューロンにおいて発現の上昇がみられることを明らかにした。さらに、第一次運動野5層に存在する大型錐体細胞においても GAP-43の遺伝子発現上昇が見られた。とくに損傷と対側の第一次運動野では、回復初期である損傷後2週間から1ヶ月の時期に一過性の発現上昇がみられた。以上の結果から、脊髄損傷後の回復過程における、時期および脳領域特異的な可塑的变化に GAP-43が関わっている可能性が考えられる。発現パターンから、損傷後に脳内の運動・体性感覚野間および第一次運動野から脊髄への下降性線維において、GAP-43の関わる可塑的变化が生じた可能性が強く示唆される。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子発現、霊長類、皮質脊髄路、機能回復、神経可塑性

【研究 題 目】 FFRP 立体構造の決定・解析および古細菌 FFRP の分子識別機能の解析

【研究代表者】 鈴木 理（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 鈴木 理、石島 早苗、川嶋 剛、横山 勝志<sup>1</sup>、岡村 英保<sup>1</sup>、山田 貢<sup>1</sup>、野上 英起<sup>1</sup>、野口 満美子<sup>1</sup>、栗原 千登勢<sup>1</sup>、下和佐 亜衣<sup>1</sup>、橋本 けい子、海老原 園美、近貞 直美、岡田 奈保子、廣瀬 由美子、牧野 耕三<sup>2</sup>、小山田 智哉<sup>2</sup>、吉田 祐輔<sup>2</sup>、荒牧 弘範<sup>3</sup>、石岡 裕美<sup>1</sup>  
※ 1. 科学技術振興機構、2. 防衛大学校、3. 第一薬科大学  
(常勤職員1名、他19名)

【研究 内 容】

平成18年度に進展した研究成果をまとめ、またさらに発展させて、**Structure** 誌に2報の原著論文を発表した。第一報では、結晶構造をもとに古細菌の FFRP、DM1とアミノ酸の相互作用の詳細を報告するとともに、第二報では、古細菌の FFRP、FL11と標的 DNA の複合体結晶構造を出発点として、これに様々なアプローチを組み合わせ、FL11によるグローバルな転写制御の全容を報告した。第二報の出版に際してプレス発表を行い、その内容が日本経済新聞等で報道された。これ以外にも、第二報にハイライトをあてる総説一編その他を発表した。

2つの論文の内容、特に、FL11によるグローバルな転写調節機構は、平成18年度とともに平成19年度の研究成果である。これ以外にも、アルギニン存在下に DM1とFL11がヘテロ八量体を形成することを見出し、リジンに次いでアルギニンが栄養価の第二のパロメーターとして機能する事等を新たに解明した。

リジン存在下やアルギニン存在下に FL11が会合した

構造を結晶化し、そのだいたいを決定した他、SELEX法により FL10および TvFL3の標的 DNA 配列をほぼ決定し、最終年度における総括の準備を行った。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 蛋白質、DNA-蛋白質相互作用、蛋白質-リガンド相互作用

【研究 題 目】 ハイパフォーマンス計算環境における単粒子画像3次元解析ソフトウェアの開発

【研究代表者】 上野 豊（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 川崎 一則（セルエンジニアリング研究部門）、梅山 伸二、佐藤 主税、川田 正晃（グリッド研究センター）、古明地 勇人（計算科学研究部門）（常勤職員6名）

【研究 内 容】

本課題は、フランス IGBMC 研究所のグループとの共同研究を推進するために独立行政法人科学技術振興機構より戦略的国際科学技術協力推進事業に採択された課題である。電子顕微鏡によってナノスケールの分子構造を決定する単粒子解析のための高速なソフトウェアを開発することを目的としている。具体的には、日本のグループの提案する新しいアルゴリズムを適用した計算プログラムを構築し、フランスのグループは標準分子を用いて実際に極低温電子顕微鏡で画像を収集し、新規解析手法の有効性を実証する。平成20年度は、異なる構造である粒子像を分離するアルゴリズムの研究と、3次元体積データの最適重ね合わせ法のプログラムを実装する。並列化した画像分類プログラムと3次元投影角推定プログラムを活用して、3次元構造表示プログラムの実用化も進める。

これまでに、フランス側グループによって RNA ポリメラーゼとリボゾームの単粒子画像画像が収集されており、画像分類プログラムの並列化、複数の構造モデルの比較表示プログラム開発、3次元再構成のためのオイラー角推定プログラムの開発と検証を行った。並列プログラム開発のためのライブラリ整備、スクリプト処理系の開発、体積表示 web ブラウザプラグインは公開準備を進めた。また、血清アルブミンの単粒子画像における解析結果を論文発表した。日仏が交流を通じて相互的に取り組むことで、より客観的な検証と適用範囲の広い解析手法の開発が期待される。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造、電子顕微鏡、画像処理、3次元再構成、クラスタリング

【研究 題 目】 糖鎖関連遺伝子 siRNA 導入哺乳類細胞の性状解析とノックアウトマウスの調製と解析



【研究代表者】中村 充（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】野々村 智尋（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

ショウジョウバエの系でスクリーニングし、哺乳動物細胞の系で機能解析をする重要性が認められた糖鎖関連遺伝子の RNA 干渉を、哺乳動物細胞の系で実現するとともに、哺乳動物細胞の系で機能解析をする重要性が強く認められた標的糖鎖関連遺伝子のうち、特に重要な遺伝子一つを選んで、遺伝子破壊マウスを作製している。Cre-loxP システムによってコンディショナルに遺伝子破壊する戦略を採用することにし、全身性に Cre を発現している Ayu1-Cre マウスと交配し、全身性のノックアウトを調製したところ、生まれてくるマウスの中にはホモ個体が観察されなかった。過産期致死か胎生致死かを明らかにするため、妊娠日齢を遡って調べてみると、胎生9.5日まではホモマウスが全く認められなかった。原腸陥入と中胚葉分化に異常が観察され、胎生7.5日で既に epiblast の形成不全、8.5日目では分化成熟異常が起こって発生が完全に停滞し、胎生致死に陥っていた。本遺伝子の機能としては、組織・形態形成のボトルネックとして働き、発生分化誘導シグナルの伝達をコントロールしていることが強く示唆された。本遺伝子の機能は同様な生化学的機能を有する別の類似遺伝子によって代償されることはなかった。胎生期においては本遺伝子と類似遺伝子との使い分けが何らかの形でなされているものと考えられた。今回の解析により、本遺伝子がモデル生物であるショウジョウバエだけでなく哺乳動物でも、発生・分化に重要な役割を果たしていることが示された。これらの結果とともに、本遺伝子がかかわるタンパク質翻訳後修飾の重要性を解析し、関連する分子標的を同定するためのモデルマウスを作成することに成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖関連遺伝子、RNA 干渉、ウィルスベクターシステム、遺伝子破壊マウス、モデル生物

【研究題目】ホウ素ナノ構造体を用いた原子力施設用臨界検出チップの開発

【研究代表者】桐原 和大（界面ナノアーキテクニクス研究センター）

【研究担当者】桐原 和大（常勤職員1名）

【研究内容】

中性子の吸収断面積が大きい同位体ホウ素<sup>10</sup>B からなる独自のナノ構造体、ボロンナノベルトを Si 基板に実装し中性子検出器を作る。これに照射した熱中性子の積算照射量を、電気抵抗変化で検出するデバイスの開発を行なう。原子力施設での臨界事故の際、臨界発生の場所や規模を正確かつ迅速に把握することが出来る微小な半導体チップの実現を目指し、実用化に向けた課題の解決に向けた基礎研究開発を進める。原子力施設では、中性

子のエネルギー範囲も速中性子から熱中性子まで広く存在し、ガンマ線も多量に存在する環境にあることから、同位体ホウ素<sup>10</sup>B のナノベルトだけでなく、中性子に不感な同位体ホウ素<sup>11</sup>B のナノベルトへの放射線照射特性とも比較し、中性子検出の性能を明らかにする。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】中性子、検出、臨界、ボロン、ナノベルト、電気抵抗

【研究題目】大気中での微小アパタイト皮膜作製技術

【研究代表者】清水 禎樹（界面ナノアーキテクニクス研究センター）

【研究担当者】清水 禎樹（常勤職員1名）

【研究内容】

チタンなどの金属プレート表面に、生体親和性に優れたアパタイト皮膜を大気中で溶射・作製するための技術・装置開発を最終目的とし、期間中は、マイクロプラズマ発生器中に、アパタイト粉末試料や懸濁液を導入する技術や、基板を浸漬させたリン酸溶液中にプラズマを直接照射して、アパタイト粉末を作製する技術を開発した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】マイクロプラズマ、アパタイト、微小薄膜

【研究題目】プロテインチップ用ナノチューブマトリクス

【研究代表者】青柳 将（界面ナノアーキテクニクス研究センター）

【研究担当者】青柳 将、増田 光俊（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究は臨床診断に必要な不可欠なプロテインチップにおいてタンパク質固定化用の新規ナノチューブマトリクスの実用化に向けた試験を目的とする。従来のプロテインチップはチップ作成および乾燥保存時にタンパク質が変性、失活する問題があった。界面ナノアーキテクニクス研究センターにおいて開発された脂質ナノチューブは、親水性の表面と中空ナノ空間を有することから、タンパク質の固定化および乾燥状態での長期保存を可能にするマトリクスとして有望である。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】有機ナノチューブ、プロテインチップ、ナノチューブマトリクス

【研究題目】InGaAs 電子デバイス用結晶評価技術の開発

【研究代表者】板谷 太郎

（計測フロンティア研究部門）

【研究代表者】板谷 太郎（常勤職員1名）

【研究内容】

産学共同シーズイノベーション化事業顕在化ステージ課題「電極を用いない光学的手法による InGaAs 電子デバイス用結晶評価技術の開発」において、現在電気的な破壊測定で行われているウェーハ評価を非接触の非破壊評価を実現することを目指した技術開発を実施した。半導体結晶は極めて注意深く作製されているが、どうしても結晶構造の乱れや残留不純物等の欠陥が含まれてしまう。これらの欠陥は禁制帯内に準位を作り、電子デバイス、光デバイスの性能低下、ばらつきや動作不安定性をもたらす。このため可能な限りこれら欠陥準位を精密に検出評価し、それらの密度を低下させる成長条件の探索が重要となる。研究計画としては、各種の半導体ウェーハについて、産総研でウェーハの電気特性の評価と、HEMT トランジスタの試作評価を行い、この結果を光学的な非接触な評価技術との比較検討を実施した。素子の試作においては、測定に用いた AlGaAs/InGaAs/AlGaAs 積層 HEMT 構造では、InGaAs 動作層が結果的にキャリア閉じ込め機能を持つために PL 強度が予想以上に強い。したがってキャリア閉じ込め構造でない試料や、欠陥準位密度が高いために PL 強度の低い試料に適用しても高精度測定が可能である結果が得られた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】化合物半導体、ホール素子、HEMT、フォトル

【研究題目】新世代カーボンナノチューブの創製と分光法による物性評価

【研究代表者】岡崎 俊也(ナノカーボン研究センター)

【研究担当者】岡崎 俊也、大窪 清吾、岸 直希、飯泉 陽子、(常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

高収率分子内包ナノチューブ(ピーポッド)の合成に成功し、その製造ノウハウを企業へと技術移転した。また、フラーレン内包によるナノチューブバンドギャップ変化のメカニズムを発光法を中心とする分光測定により明らかにした(J. Am. Chem. Soc. 誌に掲載)。さらに、フラーレンの光増感作用および細胞毒性についても研究をおこない、フラーレンが光学力線療法の光増感剤として有望であることを明らかにした。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】カーボンナノチューブ、ピーポッド、内包フラーレン、光学測定

【研究題目】消費電力を削減するグリッドデータセンター運用管理システムの研究

【研究代表者】伊藤 智(グリッド研究センター)

【研究担当者】関口 智嗣、中田 秀基、竹房 あつ子、広淵 崇宏(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

本研究では、超低消費電力ユビキタスセンサ端末を開発し、家庭/オフィス、DC(データセンタ)における情報機器の消費電力測定・可視化を図るとともに、測定したデータを利用してソフト(運用の適正化等)およびハード(機器省エネ化)の統合的対策により、情報システムの低消費電力化を実現することを目指している。NEC、東大との連携によるプロジェクトである。

このプロジェクトにおいて、産総研では消費電力を削減するグリッドデータセンター運用管理システムを開発している。地理的に分散された複数のDCを仮想的に統合し、データセンタ間で資源を共有することにより、設備の過剰投資抑制および資源の利用効率向上を実現しつつ利用者の要求に応じて適切なサービスを提供することを目指している。

具体的には、運用管理システム、仮想クラスタ構築システム、および仮想計算機システムを開発する。今年度は、関連技術の調査を行いながら運用管理システムの外部仕様を決定し、それに基づいて各要素モジュール・システムおよびそれらのインタフェースの設計を行った。また運用管理システムの外部インタフェースとしてサービス実装のプロトタイプを行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】省エネ、データセンタ、仮想化技術

【研究題目】ULP ユビキタスセンサの開発

【研究代表者】前田 龍太郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】前田 龍太郎、高橋 正春、伊藤 寿浩、廣島 洋、銘苅 春隆、張 毅、小幡 實(常勤職員6名、他1名)

【研究内容】

IT 機器の消費電力を無給電・非接触で測定する平均消費電力1  $\mu\text{W}$  レベルの無線センサ端末及びネットワークシステムを開発するため、次の研究項目を実施する。

- 1) 高効率超小型コイル開発
- 2) 超低消費電力専用回路開発
- 3) 超低消費電力無線センサ端末の開発
- 4) ネットワーク測定システムの開発
- 5) 社会実証実験の実験計画

平成19年度は、ULP ユビキタスセンサ端末を構成する基幹要素部品である高効率超小型コイルに関して、電源ラインが平行2芯の場合に対応できる、基本的な構造を検討した。スパイラルコイル構造を採用すれば、リソグラフィ的手法により高効率化に必須の高ターン数のコイルを超小型に作製することが可能であるため、スパイラルコイルと高透磁率のコアとを組み合わせたプロトタイプ構造を設計した。これは、電磁誘導で効率良く受電し、かつ電源ラインを侵襲しないような構造となっている。実際の電源ラインで受電するために必要となるスパイラルコイルのターン数や寸法、コア形状等の構造の最

適化に関しては、電磁場解析ソフトウェアを用いて、シミュレーションモデルの構築を行った。

また、センサ端末の設計を行うため、実験無線端末を開発した。この実験端末は、周囲温度を0.1℃の高精度で高速測定可能な温度センサとAD変換部とを備え、AD変換部に入力された電気信号と温度値を所定期間で送信することができるが、組み込みソフトの書き換えによりデータ処理式や測定周期・無線送信周期を変更することが可能である。これにより、AD変換部に非接触電力測定回路等を接続して、その測定データなどを、本研究で開発した独自プロトコルで無線送信してネットワーク実験等を行うことが可能になった。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 マイクロコイル、ユビキタスセンサ端末、MEMS、センサネットワーク

〔研究 題 目〕 スラッシュ窒素を用いた超伝導機器の先進的冷却技術に関する研究

〔研究代表者〕 淵野 修一郎

(エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 古瀬 充穂 (常勤職員2名)

〔研究 内 容〕

スラッシュ窒素の高電圧下における電気絶縁特性を把握するために、まずスラッシュ窒素の電気絶縁特性を解析的に求めた。方法としては、液体窒素と固体窒素の誘電率測定を行い、計算に用いる物性値を正確に把握する。次に液体窒素中にある粒径の固体窒素が均一に分布しているという解析モデルにより電界分布を計算し、電気絶縁特性を解析的に求め、そのデータを元に次年度電気絶縁試験装置を設計製作し、実験的に電気絶縁特性を測定し、解析の妥当性を立証する。本年度は、まず、液体窒素と固体窒素の誘電率測定を行うため、誘電率測定装置を設計製作した。

次に、シミュレーションモデルの作成のために解析モデルを構築し、電界分布を計算した。解析モデルは、液体窒素中に球体の固体窒素が存在するというモデルであるが、まずは、固体の球体が1個、液体窒素中にあるモデルの電界分布を計算することとした。その結果、固体自体が均等に分布している場合には、電界集中は起きないため、スラッシュ窒素中でも液体窒素と絶縁特性は変わらない。但し、固体分の凝集や狭路部における集中分布の状況によっては、電界集中する可能性もあるため、固体分が均等に分布していない場合を想定したモデルにおいて、解析を進めるとともに、実際に計算モデルを実証できる電気絶縁試験装置を製作して、解析手法の妥当性を検証する必要がある。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 スラッシュ窒素、電気絶縁特性、誘電率

〔研究 題 目〕 検証における記述量爆発問題の構造変換

による解決

〔研究代表者〕 木下 佳樹

(システム検証研究センター)

〔研究担当者〕 木下 佳樹、渡邊 宏、武山 誠、  
中原 早生、竹内 泉、清野 貴博、  
高村 博紀、西澤 弘毅、岡本 圭史、  
高井 利憲、高橋 孝一、大崎 人士、  
田辺 良則、関澤 俊弦、湯浅 能史、  
池上 大介、尾崎 弘幸、西原 秀明、  
加藤 紀夫、山下 伸夫、山形 頼之、  
齋藤 正也、水口 大知  
(常勤職員10名、他13名)

〔研究 内 容〕

五年計画の最終年度。

本計画で開発したポイント処理プログラムを対象とする最弱事前条件計算器 `pfvalid` と定理証明支援系 `Agda` を本計画で提案する `Agda-IVE` の枠組で連携させて用い、実在のソフトウェア `YAMPII` の待ち行列処理システムの信頼性を評価する実験を行って、`Agda-IVE` のフィージビリティを検討した。その結果、繰り返し文における不変条件を確定することをはじめとする、検証項目論理式の確定の段階に、`Agda` と `pfvalid` の `Agda-IVE` による連携が極めて効果的に作用することを確認した。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 リアクティブシステム、抽象化、ポインタシステム、`Agda`

〔研究 題 目〕 核酸ポリメラーゼ解析と DNA1分子シーケンスへの応用

〔研究代表者〕 平野 研 (健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 平野 研 (常勤職員1名)

〔研究 内 容〕

アナログ基質を効率的に取り込む DNA ポリメラーゼの機能解析を行い、当該酵素を1分子レベルでの DNA 合成反応リアルタイム観察に応用し、DNA1分子による高速 DNA シーケンスや1分子解析を行うことを目標とした。蛍光標識 dNTP(塩基)を連続的に取り込むことが可能な DNA ポリメラーゼを発見し、最も効率的で各種蛍光標識への対応性の最も高い DNA ポリメラーゼの取得に成功した。さらに当該 DNA ポリメラーゼおよび1分子観察の両面に最適な蛍光色素分子についても網羅的にスクリーニングを実施し、最適な蛍光色素分子を選定することに成功した。また、独自の光学系の改良により4種の蛍光色素のリアルタイム検出が可能な全反射顕微鏡を開発・完成し、上記の DNA ポリメラーゼを用いた3種類の蛍光標識 dNTP の合成反応のリアルタイム検出に成功した。現在、残された課題である4種類の塩基をリアルタイムで検出できる全反射顕微鏡の実現と、それによる高速 DNA1分子シーケンスの達成のため、来年度より NEDO 産業技術研究助成(若手研究 Grant) に於



いて、研究を継続して推進する予定である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 DNA シーケンス、1分子、DNA ポリメラーゼ、蛍光、リアルタイム

【研究 題 目】 事故予防のための日常行動センシングおよび計算論の基盤技術

【研究代表者】 西田 佳史

【研究担当者】 西田 佳史、山中 龍宏、本村 陽一、堀 俊夫、三輪 洋靖、アルシオン・シモ  
(常勤職員4名、他2名)

【研究 内 容】

事故データの収集に関しては、地理情報システム (GIS) の考え方を応用し、身体に関する傷害情報 (大きさや部位) を身体地図座標情報に関連づけ正規化・構造化させて記述する身体地図情報システム技術を開発し、事故サーベイランスシステム技術を高度化させ、実際の傷害事例を入力・解析することでその基本機能を検証した。位置センサと非位置センサ (生体センサなど) を組み合わせ、行動の時空間データを記録する技術を開発した。得られた行動の時空間データを統計数理手法であるベイジアンネットを用いて処理することにより時空間意味構造モデリングを行う技術を開発した。これまでに蓄積してきた行動・事故データからベイジアンネットを用いて構造学習することでモデル構築を行い、構築されたモデルを用いて月齢や物体の種類や物体の配置などのパラメータを変化させることで、起こりうる行動を予測する行動シミュレータを開発した。また、作成された行動シミュレータと可視化技術 (ゲームエンジン) とを統合することで、子どもの日常行動シミュレータの可視化機能を実現した。事故予防のためのセンシング技術として、1歳ごろ乳幼児で最も死亡率が高い浴室内の溺水の問題を取り上げ、浴室乳幼児溺れ防止システムの試作を行った。浴槽アクセスを検出するセンサフロアシステムと、浴槽内転落時に水の異常波動を検出する加速度センサ式の転落検出システムを試作した。また、遊具メーカーと協力することで行動モデルベースの新しい遊具設計を行い試作した遊具に関して、子どもの遊び方のデータを取得することで、提案手法の有効性を検証した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 デジタルヒューマン、日常行動理解技術、センサネットワーク、人間行動モデル、統計数理、事故予防、事故サーベイランス技術

【研究 題 目】 ヒューマノイドロボットのための実時間分散型情報処理

【研究代表者】 松井 俊浩 (デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 松井 俊浩、加賀美 聡、西脇 光一  
館野 雄治 (デジタルヒューマン研究センター)、比留川 博久、金子 健二  
(知能システム研究部門)  
(常勤職員5名、他1名)

【研究 内 容】

ヒューマノイドロボットの性能向上のため、従来の集中制御型の情報処理に代えて、各関節にプロセッサを配置する分散型の制御を導入するための研究を行った。高精度の実時間サーボを実現するために、慶應義塾大学と協力して、新しいプロセッサ、RMTP を開発した。今年度は、前年度までに判明したプロセッサ、SIP の問題を解決するような、回路設計を行った。また、東京大学と協力して、RMTP の実時間性を引き出すためのオペレーティングシステムの実装、WCET 解析の研究を行った。RMTP のベクトルユニットによる、画像処理、ベクタ計算の性能評価を行った。新規のプロセッサカードによるロボットのアーキテクチャの設計を行った。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ロボット、実時間情報処理、分散制御

【研究 題 目】 脂質メタボロームのための高精度質量分析技術の開発

【研究代表者】 高橋 勝利 (計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 高橋 勝利 (常勤職員1名)

【研究 内 容】

FTICR-MS を用いた高分解能高精度質量分析を、脂質及び脂質代謝物をハイスループットに同定するために用いる技術開発を目的として研究を行う。また、脂質関連イオンの内部構造を知るための断片化方法に着目し、断片化方法と生成するフラグメント間にどのような相関があるのかを明らかにするため、システムティックな脂質関連分子の断片化実験を行い、ルールの抽出を行う。

本年度は次の項目に関する研究を実施し、成果を得た。

1) オフライン LC ESI-Q-FTMS システムの構築と検証

HPLC 装置と自動ナノ ESI-Q-FTMS を有機的に組み合わせ、オフライン LC-MS による脂質のハイスループット質量分析を実施し、各種パラメーターの最適化を行った。また、市販の脂質混合物、および卵黄脂質抽出物を使って、オフライン LC-ESI-Q-FTMS による脂質のハイスループット質量分析を行い、この手法の有用性を検証した。次に実施内容と成果の詳細を述べる。

2) オフライン LC ESI/MALDI-Q-FTMS システムの構築と検証

昨年度、NanomateHD を装着していた ESI-Q-FTMS 装置を ESI と MALDI によるイオン化が同時にできる DualSource (ESI/MALDI) -Q-FTMS 装置にアップグレードした。これは、ESI により大気中で

生成したイオンをガラスキャピラリーで質量分析計内部に導入して質量分析すると同時に、質量分析計内部に設置した MALDI プレートにレーザーを照射してサンプルをイオン化し質量分析することができるという、非常にすぐれた装置である。このシステムの有用性を検証する目的で、MALDI-Q-FTMS と ESI-Q-FTMS によって同一サンプルの測定を行い、それを相互比較した。その結果、ESI と MALDI で同じイオンが生成していることも多いが、それぞれイオン化される物質の傾向に違いが認められた。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 脂質分析、フーリエ変換型質量分析計、ESI、MALDI

〔研究 題 目〕 縮合ケイ酸塩骨格を基本構造とするメソ多孔体の合成

〔研究代表者〕 木村 辰雄

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 木村 辰雄 (常勤職員1名)

〔研究 内 容〕

本研究では、ケイ酸骨格中に周期構造を有するメソポーラスシリカの合成手法を開発することを目的としており、その実現は結晶性メソポーラスシリカ合成という未踏分野を開拓すると同時に、マイクロ構造からナノ構造に至るまで高度に制御した高機能メソポーラスシリカ触媒の開発へと発展するものと期待される。

層状ケイ酸塩由来の構造ユニットをケイ酸骨格中に保持した新規なメソポーラスシリカの生成過程では、層内縮合反応、ケイ酸層の折れ曲がり、層間縮合反応、熱処理過程の脱水縮合反応によってケイ酸骨格内の周期構造が低下するため、有機修飾技術を利用した層内縮合反応及び脱水縮合反応の抑制技術の開発を行う。

平成18年度までに、マイクロ構造からナノ構造に至るまで高度に制御したメソポーラスシリカの製造技術及び機能発現を誘起する異種ユニットの固定化技術を開発している。

平成19年度は、シクロヘキセンの酸化反応をモデル反応として精密設計した骨格表面に固定化したチタン種の触媒機能評価を行った結果、骨格内周期構造の精密設計が触媒活性を大きく向上することを見出し、廃棄物フリーな酸化触媒プロセスへの展開が期待できる重要な研究成果を示すことができた。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 メソポーラスシリカ、ケイ酸骨格、周期構造保持、有機修飾

〔研究 題 目〕 新規リン酸系プロトン導電体を使用した中温作動燃料電池の開発

〔研究代表者〕 富田 衷子

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 富田 衷子 (常勤職員1名)

〔研究 内 容〕

本研究では、150から300℃で高いプロトン導電性を示す新しいプロトン導電体である  $\text{In}^{3+}$  ドープのリン酸第二スズ ( $\text{Sn}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{P}_2\text{O}_7$ ) を電解質に使用した燃料電池を開発することを目的に試験研究を行った。

(1) 安定性に関する研究：

無加湿水素を燃料として、中温での安定な作動を確認した。また、250℃において水素燃料に10%一酸化炭素を混合させた場合に燃料電池特性が低下しないことを確認した。これは、中温域においては白金に吸着した一酸化炭素がすばやく脱離して水素との反応を妨げないためであり、中温域作動の優位性を示している。これにより、改質水素を燃料ガスに使用する場合に従来まで必要であったシフト反応器やCO除去器などを不要化でき、さらに炭化水素燃料が直接使用できることを示唆する。

(2) 電解質の薄膜化研究：

燃料電池の電圧降下を低減するためには  $\text{Sn}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{P}_2\text{O}_7$  の薄膜化が必要である。そこで、機械的強度、柔軟性および緻密性を増加させ、潮解性を抑制することを目的としたバインダー探索により薄膜の設計を行った。探索の結果、PTFEを加える事で機械的強度および緻密性を増加させることができた。また、酸性電解質である  $\text{Sn}_{0.9}\text{In}_{0.1}\text{P}_2\text{O}_7$  の潮解性を抑制するためには、塩基性有機バインダーの添加が有効であることがわかった。作製した膜は50  $\mu\text{m}$  まで薄膜化した場合でも、水素-空気燃料電池の開回路電圧が960 mV という高い値を維持する、ガス透過の極めて少ない膜であり、また、潮解性を抑制した安定した膜であった。

(3) 白金代替触媒の探索研究：

これまでの予備実験で、アノードとして遷移金属酸化物や炭化物を中心に探索を行った結果、炭化モリブデンが有望であったが、その電極性能はまだ不十分であった。そこで、電極性能を向上させるために第二成分を添加した結果、酸化ジルコニウムを添加した場合に炭化モリブデンの粒成長が抑制されて、触媒活性が改善され、アノードの分極抵抗を低減できた。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 プロトン導電体、燃料電池

〔研究 題 目〕 局在表面プラズモン増強による単一分子レーザ散乱分光装置の開発

〔研究代表者〕 伊藤 民武 (健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 伊藤 民武 (常勤職員1名)

〔研究 内 容〕

本試験研究で開発した顕微分光システムを用いることで同一銀ナノ粒子凝集体のLSPRレーザ散乱スペクトルとSERSスペクトルの分光測定、そしてSEM測定を可能とすることに成功した。同一の銀ナノ粒子凝集体に

対してこれら3つの測定を成功させたのは世界で初めてである。この結果、銀ナノ粒子凝集体の構造とその構造が引き起こす増強電場強度、その増強電場と吸着分子の双極子との相互作用が一对一对で分析できることとなった。即ち、LSPR による分子双極子の増強が定量的に議論できるようになった。

測定された銀ナノ粒子凝集体の SEM 像を境界条件として時間領域差分法 (FDTD) 法で銀ナノ粒子凝集体周囲の増強電場分布とそのスペクトル依存性を計算した。計算で求められた LSPR レーラー散乱スペクトルは実験結果をよく再現していた。この再現性の良さは、計算された銀ナノ粒子凝集体周囲の増強電場分布が正しい証拠となる。更に、この増強電場分布は、実験で得られた SERS スペクトルの増強度を定量的に説明していることを見いだした。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

【キーワード】 単分子分光、分子認識、プラズモニクス、表面増強ラマン散乱、生体試料、健康

【研究題目】 Development of a nanosensor for toxic materials and an investigation of its applications

【研究代表者】 Vasudevan Pillai BIJU  
(健康工学研究センター)

【研究担当者】 Vasudevan Pillai BIJU、伊藤 民武  
(常勤職員2名)

【研究内容】

Development of reversible nanosensors based on quantum dots for the detection of toxic metal ions was aimed.

金属イオンなど毒性物質検出用のナノセンサーの開発と感度特性の検証を行った。この検証のため、ナノセンサーとして Tetrabutyl アンモニウムフッ化物を CdSe-ZnS 表面に吸着させた量子ドットを開発した。このナノセンサーは配位吸着金属イオン(例えば  $\text{AuCl}_4^-$ )に高い感受性を示した。また、ナノセンサーは CD、ヘクトグラム、等の配位吸着金属イオンのような他の有毒な物質にも適用可能である。このナノセンサーの毒性物質検出能の可逆性を金属イオン (ppm のレベル) の蛍光測定によって検証することに成功した。ナノセンサーの蛍光強度は金属イオン付加後大幅に減少し、金属イオン取除後完全に回復した。従って、このナノセンサーは完全にリバーシブルセンサーといえる。蛍光検出能は Forster の共鳴エネルギーの移動 (FRET) に基づいている。本ナノセンサーは環境中の金属イオン高感度検出のために有望である。 $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ などの複数の種類の毒性物質および異なる環境に調査研究対象を拡張することも今後必要である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 量子ドット、ナノセンサー、金属イオン、毒性イオン、光ルミネセンス

【研究題目】 システム LSI 仕様のモデル化と検証項目の自動生成に関する研究

【研究代表者】 木下 佳樹 (システム検証研究センター)

【研究担当者】 木下 佳樹、岡本 圭史、武山 誠、齋藤 正也、安部 達也  
(常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

開発中の LSI の検証項目の自動生成に形式手法を用いる適用実験をルネサス社と共同で行った。

仕様を入力すると検証項目を自動生成するプログラムを Agda 言語で書き、稼働させた。

典型的な数個の命令を取り扱うにとどまったが、本手法のフィージビリティを確認した。

また、Agda で書かれた命令仕様を参照仕様として使うことへの企業側の理解が得られた。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 システム LSI、モデル化、仕様記述言語、検証項目自動生成

【研究題目】 新規育種技術を利用した糖タンパク質高生産酵母株の開発

【研究代表者】 安部 博子 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 安部 博子 (常勤職員1名)

【研究内容】

酵母による糖タンパク質の生産では、ヒト生体内で高い抗原性を示す酵母型の糖鎖を取り除くために、酵母の糖鎖合成に関連する複数の遺伝子を破壊した遺伝子改変酵母が宿主として用いられている。昨年度までに、このような形質を持つパン酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) に対し、新規な変異導入技術である不均衡変異導入法を用いて、ヒト型糖鎖が付加されたタンパク質を効率よく生産する酵母の取得に成功しているが、今年度はそのタンパク質の発現量の定量を試みた。タンパク質の発現は糖タンパク質であり発光タンパク質であるルシフェラーゼを用いた。その結果、今回取得された高発現株は、通常の野生型株に比べ約10倍の発現量があることが判明した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 酵母、糖タンパク質生産、不均衡変異導入法

【研究題目】 インテンショナル・インジュリー予防のための情報技術

【研究代表者】 山中 龍宏

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 山中 龍宏、西田 佳史、本村 陽一、和泉 潔 (常勤職員3名、他1名)



### 〔研究内容〕

インテンショナル・インジュリーの概念を整理し、その予防のために取り組むべき研究課題として、以下の2つが重要であることを明らかにした。①従来の研究ではほとんど取り組まれていない13歳未満の小児に関わる刑法犯を対象とすること、②エビデンスベースドな予防を実施するための基礎データを整備するために、死亡事例に関しては法医学教室、入院事例に関しては医療機関と連携して傷害情報を収集すること。また、本企画調査では、これらの2つの研究課題を実施するために不可欠な分野横断型の共同研究体制を構築し、以下のフィージビリティ・スタディを実施した。傷害による死亡事例に関しては、千葉大学医学部法医学教室が、入院、外来受診例に関しては、国立成育医療センターが、それぞれ2年間の事例(13例の未成年死亡事例を含む)について検討したところ、死亡例では予防につながるようなデータがほとんど収集されていないことが判明した。医療機関受診例では、警察が立件して犯罪として登録される事例は少なく、警察白書などのデータだけでは不十分であることが判明した。また、身体地図情報システムを用いて収集した傷害事例を分析することで傷害の特異性が定量化可能となり、これにより犯と不慮の事故を見分けられる可能性が示唆された。子どもの環境の安全性を評価する基盤技術として、産総研と早稲田大学が協力することで大規模な実環境3次元形状データを管理・可視化可能なソフトウェアの枠組みを構築した。家庭内の虐待・ネグレクト予防のために、8人の被験者を対象として攻撃性等の性格特性と脳・神経科学データの関係性を分析した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕子どもの意図的傷害予防、犯罪からの子どもの安全、防犯、意図的傷害サーベイランス

### 〔研究題目〕Ⅲ族クラスタ系物質の物質探索

〔研究代表者〕桐原 和大(界面ナノアーキテクニクス研究センター)

〔研究担当者〕桐原 和大(常勤職員1名)

### 〔研究内容〕

Ⅲ族元素であるホウ素の12原子正20面体クラスタが周期配列したクラスタ固体では、強い電子格子相互作用や、クラスタの高い軌道縮退度起因する高い電子状態密度から、キャリアドーブによる超伝導発現が理論予測されている。我々は、超伝導発現が期待されるホウ素正20面体クラスタ固体として $\alpha$ 菱面体晶及び $\alpha$ 正方晶の良質な試料を作製し、電気伝導機構やキャリアドーブによる半導体金属転移の探索を行ってきた。しかしながら、MgやLiドーブを目的とした蒸気拡散法ではドーブ量に限界があり、これまでより効果的なキャリアドーブ手法を開発する必要がある。本研究では、金属転移及び超伝導探索に向けたキャリアドーブの有効な手段と

して、ホウ素系半導体では過去に試みられたことのない、

(1) ホウ素の中性子核変換によるLiドーブ、(2) Liイオン照射によるドーブ、(3) 電界効果ドーブ、の3つの手法を用いる。個々の手法のみならず、これらを組み合わせた多面的なアプローチをとる。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕ボロン、クラスタ固体、ナノベルト、キャリアドーピング、超伝導、リソグラフィー、イオン注入

### 〔研究題目〕リソース共用型DCサービスの開発・検証

〔研究代表者〕伊藤 智(グリッド研究センター)

〔研究担当者〕小川 宏高、関口 智嗣、園田 哲也、伊達 浩一(常勤職員3名、他2名)

### 〔研究内容〕

中堅・中小企業における業務システムのDR(ディザスタリカバリ)市場をターゲットに、地震の少ない沖縄のアドバンテージを活かし、沖縄県内のデータセンタをフィールドとした、リソース共用型の新たなデータセンタサービスの開発・実証を、NEC・FRTらと実施した。リソース共用型のデータセンタサービスでは、平時におけるASPサービスと災害時のDRサービスとで、リソースの共用を行うことにより、リソースのコスト負担を軽減することが可能である。本事業では、この新たなサービスを実現するための技術やビジネスモデルの開発・実証を行うとともに、継続的な活用を視野に入れたサービス運用方式を確立することを目的とした。

産総研では、これらの研究開発において、平時のASPサービス部分を担当した。沖縄のデータセンタにおいて、VMサーバ上でASPサービスを提供可能とし、いざ災害が起きた場合に即時リソースを解放するための機能と、中断されたASPサービスを途中から再実行可能とするための機能を開発した。年度後半には、沖縄DC現地における実証実験を行い、NECが開発したデータセンタリソース管理からの解放指示を受け、僅か17秒でリソース解放することに成功した。NECが中心に実施したDR業務の復旧には20分以内で成功し、共用型データセンタサービスの技術開発を完成することができた。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕BCP、ディザスタディスカバリ、データセンタ、ASPサービス

### 〔研究題目〕機能安全対応自動車制御用プラットフォームの開発

〔研究代表者〕水口 大知(システム検証研究センター)

〔研究担当者〕水口 大知、長谷部 浩二、木下 佳樹、松岡 聡(常勤職員3名、他1名)

## 【研究内容】

本研究では、機能安全規格 IEC 61508に適合したリアルタイム OS および通信ミドルウェアを開発する。そのためには、通常の開発作業に加えて、安全分析による安全要求仕様の策定および、安全度水準についての評価を実施しなければならない。

そこで現在は、これらの作業の具体的な実施方法について、試行適用も交えながら調査・検討を行い、手順書等への取りまとめを進めている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】機能安全、IEC 61508、車載用 RTOS、CAN、LIN、FlexRay、安全性分析、第3者評価、ソフトウェア認証

【研究題目】拡張された UML アクティビティ図におけるエビデンス・ライフサイクルの検証アルゴリズム

【研究代表者】高木 理（システム検証研究センター）

【研究担当者】高木 理、高橋 孝一、和泉 憲明、竹内 泉、清野 貴博  
（常勤職員3名、他2名）

## 【研究内容】

UML アクティビティ図のシンタックスを拡張し、その図が表す業務で用いられるエビデンス（書類など）の状態変化を明示できるようにした。

そして、制御フローが正常なアクティビティ図から得られる適切な部分グラフを用いて、エビデンス・ライフサイクルの整合性と、それと同値なエビデンスの局所的性質を定義し、それらの性質を検証するアルゴリズムを開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ワークフロー、ビジネスプロセスモデル、業務分析、検証

【研究題目】酸素・窒素ガスハイブリッド加圧食品殺菌装置の開発

【研究代表者】岩橋 均（健康工学研究センター）

【研究担当者】岩橋 均、原田 暢善（常勤職員2名）

## 【研究内容】

酸素・窒素ガスハイブリッド加圧食品殺菌装置の開発に際し、特に、殺菌効果の検証を行うため、各種微生物の汚染評価を行った。その結果酸素・窒素ガスハイブリッド加圧食品殺菌装置の有効性を確認できた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】酸素殺菌、加圧食品、加圧殺菌、汚染微生物

【研究題目】海水中のリチウムを捕集するための吸着材料の提供と分析及び評価

【研究代表者】坂根 幸治（健康工学研究センター）

【研究担当者】坂根 幸治、Ramesh CHITRAKAR  
（常勤職員1名、他1名）

## 【研究内容】

財団法人エンジニアリング振興協会が沖ノ鳥島海域及び西表島海域において行う海水中のリチウム捕集実験に関して、粒状リチウム吸着剤を提供し、吸着後のリチウム吸着量の分析を行い、評価する。

メッシュネットをホットシーラーで熔着して試作した 10 cm 角の網袋にリチウム吸着剤 20 mL を入れ、吸着ユニットとして提供した。沖ノ鳥島海域については、吸着剤の粒径を3水準、網の目開きを3水準とし、係留索・ブイの索に吊り下げて4日間の捕集実験が行われた。ブイの索に吊り下げた場合、吸着量は大きかったものの、吸着剤の回収率が小さかったため、捕集量は少なくなった。吸着量に及ぼす粒径の影響は目開きの影響に比べて大きく、細かい網袋に小粒径の吸着剤を詰めるのが有効と考えられた。

西表島海域では、吸着剤量を 10, 40, 160 mL の3水準として、58日間の長期捕集実験が行われた。吸着剤の充填量を増すとリチウム吸着量が大きく低下し、影響が大きことが分かった。160 mL を充填した中心部分の吸着量は、表面部分に比べて小さく、海水との接触が十分でないためと考えられた。吸着剤の有効利用という観点からは、充填量を過度に増やすことは避けるべきといえる。なお、10 mL を充填して表層に設置した場合の14日間の吸着量は約 13 mg/g であり、実験室で行ったポンプ・カラム式、海水流速 100 cm/min の上向流での吸着量と同等であった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】海水、リチウム、捕集、吸着剤

【研究題目】ねじり付加による棒・線材のせん断切断面形状の改善

【研究代表者】梶野 智史

（デジタルものづくり研究センター）

【研究担当者】梶野 智史（常勤職員1名）

## 【研究内容】

鍛造加工、プレス加工などの素材の切出し方法として、せん断加工が主流である。近年は、製品の寸法精度向上の観点から、素材寸法に対して厳しい要求があり、せん断加工に求められる要求も高くなっている。棒線材のせん断加工において、線軸に対して垂直で平坦な面となることが望まれる。しかし実際は、せん断切断面におけるダレ、かえりなどの形状不良が発生し、製品寸法悪化の要因となる。したがって、理想的な切断面となるせん断加工技術の開発が期待されている。一方、棒・線材の研究例は少ない上、報告されている技術では、ダレ、かえりの抑制は完全ではなく課題が残っている。一般的に延性材料にねじりを加えて破断させた場合、線軸に垂直な面で破断することが知られている。本研究で開発する技

術は、この現象を応用し、材料にねじりを加えてせん断することによって、ねじりにおける破壊形態とせん断加工を組み合わせ、線軸に垂直で平坦な切断面の実現を目的として、以下の点を究明する。①ねじりがせん断切断面のダレ、かえりに与える影響、②ねじり角度、せん断速度などの最適条件、③量産ラインに適用可能なねじり付加せん断加工システム。

平成19年度は、ねじり付加せん断加工装置を設計および製作に取組んだ。設計した装置は、線径1～3 mm の線材を対象としており、せん断速度、クリアランス、ねじり角度が可変の機構とした。現段階では、設計が終了しており、製作に取り掛かっている。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 せん断加工、ねじり付加、細線材

#### 【研究 題 目】 2つの機能の異なる糖結合ドメインの糖鎖結合メカニズムの構造生物学的解析

【研究代表者】 逸見 光（独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所）

【研究担当者】 久野 敦（連鎖医工学研究センター）  
（常勤職員1名）

#### 【研究 内 容】

レクチンの一種である R 型レクチンファミリーは、レクチングループと酵素中の糖結合ドメインであるエンザイムグループに分類できる。このファミリーに属するタンパク質群はすべて  $\beta$ -trefoil 骨格構造であるが、リガント結合特性や機能は多岐に渡ることが知られている。本研究では、NMR 解析によりエンザイムグループに属する放線菌由来キシラナーゼ中のキシラン結合ドメイン（XBD）と、レクチングループに属するミミズ由来レクチンの C 末端ドメイン（EW29 Ch）の両糖結合ドメイン間における糖鎖結合メカニズムの違いを見出し、R 型レクチンファミリーの持つ幅広い機能の解明を目的とする。なお、研究を推進する体制としては、安定同位体標識タンパク質の安定供給を我々が担当し、研究代表者である独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構食品総合研究所食品分析研究領域の逸見氏が NMR 解析を担当した。

昨年度確立した手法により安定同位体標識レクチンを大量調製後、 $^1\text{H}$ - $^{15}\text{N}$ -HSQC スペクトルによる糖との滴定実験を行い、各種糖との結合活性（XBD については、ラクトース、ガラクトース、キシロース、キシロビオース、キシロトリオース、キシロテトラオース、キシロヘキソース、EW29 Ch については、ラクトース、メリビオース、ガラクトース、 $\alpha$ -メチルガラクトース、 $\beta$ -メチルガラクトース）を調べた。その結果、XBD はキシロオリゴ糖を認識する3つの結合部位を有し、それぞれは異なる糖結合活性及び糖結合特異性を持っていた。一方、EW29 Ch では2つの糖結合部位を有し、一方が他方に比べ遙かに強い結合活性を持つことが明らかにな

った。さらに、EW29 Ch は糖との結合におけるケミカルシフト値の変化が各種糖で異なることから、糖結合によるタンパク質側の構造変化が糖により異なることも判明した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 レクチン、NMR、糖鎖結合メカニズム

#### 【研究 題 目】 自然浄化能を活用した有機塩素化合物汚染土壌の原位置修復

【研究代表者】 川辺 能成（地図資源環境研究部門）

【研究担当者】 川辺 能成（常勤職員1名、他1名）

#### 【研究 内 容】

本年度は、昨年度に引き続き自然減衰が進行している山形県高島町における有機塩素化合物汚染の地下水データについて年変動や季節変動などから自然減衰の挙動や減衰パターンを解析し、さらに有機塩素化合物以外の地下水の水質特性や各種成分およびサイトに棲息する微生物について分解特性を検討した。

年数回の汚染サイトのサンプリングを行い、有機化合物や各種イオンなど地下水成分の分析を行った。そして、メタン、エチレン、第一鉄イオン、硫酸イオン、硝酸イオン、有機炭素含有量など MNA に重要な指標成分を明らかにした。また、地下水中の微生物数や微生物分解速度を測定し、微生物分解のパラメータ整備を行った。さらに、汚染サイトについて水文地質学的検討を行い各サイトの地下水の流れや環境条件と MNA との関連性を評価し自然減衰の判定に必要なプロトコルを完成させた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 自然減衰、地下水浄化、有害化学物質、微生物

#### 【研究 題 目】 層状鉄マンガン鉱床の重希土類元素濃集プロセスの解明

【研究代表者】 守山 武（地図資源環境研究部門）

【研究担当者】 守山 武（非常勤職員1名）

#### 【研究 内 容】

北海道北東部の白亜紀付加体に分布する層状鉄マンガン鉱床および層状マンガン鉱床の調査および試料採取を実施した。層状鉄マンガン鉱床は玄武岩とチャート及び頁岩の間に胚胎し、マンガン鉱床はチャート中に胚胎する。全岩主要・微量元素組成分析の結果、鉄マンガン鉱石には400-900 ppm 程度のやや高い総希土類含有量を有し、一方のマンガン鉱石は50 ppm 以下で希土類元素に枯渇している。鉄マンガン鉱石中の重希土類元素の Dy 含有量は16-30 ppm で重希土類元素に富んだ組成を持つ。鉄マンガン鉱石は1-5 wt.%の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  や3-10 wt.%の  $\text{CaO}$  を含有しており、鉄マンガン鉱石が海中で堆積する環境において陸源性砕屑物や生物起源物質の混合が生じたことが示唆される。本調査地域から産する鉄マンガン鉱石の希土類元素含有量が比較的少ない（1000 ppm



以下)理由として、陸源性砕屑物など不純物の混合により鉄マンガニ鉱石中の希土類原含有量が希釈されたと解釈できる。このことから鉄マンガニ鉱石への希土類元素濃集プロセスにおいて、砕屑物の寄与など堆積場の環境が重要な要因の1つであると考えられる。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕層状マンガニ鉱床、層状鉄マンガニ鉱床、北海道、希土類元素

〔研究題目〕マルチモーダル情報のマーキングと空間性・時間性の統合に関する学習過程の解明

〔研究代表者〕杉田 陽一 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕杉田 陽一、大塚 菊江  
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

目標:

ヒトは、五感からの情報を巧みに統合し、認識を形成している。ところが、異種感覚間の相互作用および統合の神経基盤については未だ殆ど知られていない。本研究の目標は、異種感覚間相互作用が行われている神経回路を同定することである。

研究計画:

マウスやマーモセットなど、小さな皮質を持つ動物を被験体として、光計測法を用いて、複数のモダリティの複合刺激に対する皮質の広い範囲の活動を高い空間分解能と時間分解能で記録し、異種感覚相互作用が行われているような部位を推定する。その後で、単一細胞の活動を記録し、線維投射を組織学的に観察する。

年度進捗状況:

神経活動の内因性応答と細胞のフラビン代謝を計測する光測定装置を組み上げ、装置の動作確認を行った。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕異種感覚間相互作用

〔研究題目〕光・電子材料の研究 (反射防止膜材料の開発)

〔研究代表者〕横山 英明

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕横山 英明、Cedric Dutriez  
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

(目標、研究計画、及び年度進捗状況)

ブロック共重合体をテンプレートとして、二酸化炭素による発泡で大きさが数10 nm の空孔を形成する技術を開発し、多孔化による屈折率の低下により反射防止効果のある光学薄膜を開発する。フッ素を含むポリマーは、二酸化炭素に可溶なことからフッ素を含むブロックを持つブロックコポリマーに着目し、そのドメイン内に二酸化炭素を選択的に分布させることで多孔構造を形成する

ことを研究し実現してきた。最終的に、屈折率1.25を実現し、単層の反射防止層で反射率がほぼ0の反射防止膜の開発に成功した。力学的特性の改良の為に架橋反応ができるグリシジルメタクリレートと共重合し、ジアミンにて架橋することができ、力学的な特性の改善ができた。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕低屈折率、ブロック共重合体、多孔体、低反射率

〔研究題目〕構造・ダイナミクス評価技術の研究

〔研究代表者〕堀内 伸 (ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕堀内 伸、李 勇進、中山 和郎、横山 英明、Cedric Dutriez、三好 利一 (常勤職員4名、他2名)

〔研究内容〕

(目標、研究計画、及び年度進捗状況):

目標としてきたエネルギーフィルターTEM (EFTEM) による元素識別空間分解能10 nm を達成し、本法を高分子界面の構造に適用して同一元素の定量的濃度分布の解析、ポリマーブレンドの相分離構造形成機構の解析に成功した。平成19年度は元素マッピング、EELS 解析技術、高分解能 SEM (HR-SEM)、および界面破壊エネルギー測定を駆使し、高分子界面の相互拡散や分子鎖絡み合い構造など分子レベルの界面局所構造解析の可能性を検討した。互いに相溶する組み合わせであるPMMA/SAN の界面相互拡散を解析したところ、界面での組成がほぼ一定になる特異な濃度プロファイルが得られ、高分子間の発熱的な相互作用と関係づけられた。また、厚い界面にもかかわらず、界面強度が時間と共に向上することから、界面での分子鎖絡み合い構造の変化が示唆され、絡み合いを含めた界面構造の解析が EFTEM により可能となることを明らかにすることができた。さらに、HR-SEM による剥離界面の観察により、接着強度の低い薄い界面の剥離により、20 nm 程度の微細なフィブリルが形成することを初めて見出し、界面での絡み合い構造を反映したものであることを明らかにした。本プロジェクトにより、種々の新しい電子顕微鏡技術と解析テクニックを高分子構造解析に適用することにより、接着界面、ポリマーブレンド、複合材料などの不均一構造をナノレベルで解析し、構造-物性の相関を明らかにすることができた。

弾性的性質が方向によって大きく異なる異方性熱可塑性エラストマーの創製を検討した。エラストマーと液晶性高分子 (LCP) とを混練中に反応を伴う「リアクティブブレンド」した後、流動性を制御して射出成形することで、LCP 相の分子鎖やエラストマー相のスチレンユニットの配向構造が流動によって誘起された高度な異方性を持つ熱可塑性エラストマーコンポジットを得た。その射出方向の弾性率はそれと直角方向に比べて47倍高く、一方、破断伸びは約1/56である。すなわち、射出方向で

は典型的なプラスチックとしての性質を示し、それと直角方向では優れたエラストマーとしての性質を示すこれまでにない異方性エラストマーコンポジットを創製することが出来た。

ポリジメチルシロキサンからなるグレーティングの波状表面を持ったモールドによりブロック共重合体のマイクロ相分離構造ドメインを一方に長距離にわたって配列を制御する方法（ソフトモールドニング法）を開発した。本年度は、ソフトモールドニング法により、シリンダーの配列制御を研究した。ポリスチレン（PS）ーポリ2ビニルピリジン（PVP）からなる薄膜に同手法を適用し、圧力などの制御により、表面に平行・垂直の制御への道筋を立てた。その結果を用いて、この PVP 層に金ナノ粒子を導入することで金のナノワイヤーの作成ができた。・高分子物質等のバルク、界面、表面においてナノレベルで構造を非破壊で解析する評価する技術開発と分子のダイナミクスを原子レベルで精密に評価する基盤技術開発を行っている。本年度は、マイクロ相分離構造を形成しているポリスチレン-block-ポリエチレンオキシドをモデルとしてマイクロ相界面の高分子構造解析に成功し、界面から深さ方向に数10 nm 程度の分解能で高分子の運動性、結晶・非晶等の相構造を評価できる手法に発展させた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 接着界面の可視化、接着機構、異方性熱可塑性エラストマー、弾性的性質、液晶性高分子、ソフトモールドニング法、マイクロ相分離構造、固体 NMR、距離解析システム

【研究 題 目】 がん医療における医療と介護の連携のあり方に関する研究

【研究代表者】 岡田 知子（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 岡田 知子（常勤職員1名、他2名）

【研究 内 容】

医療と介護の両方を必要とするがん患者のケアには、病院医師と在宅医、訪問看護師・介護士等との連携や意思疎通など、医療と介護の円滑な連携体制が必須である。そこで、介護が必要ながん患者の実態を、医師、看護師、理学療法士、介護士等、各々の視点から調査し問題点の抽出・分析を行う。次に、その結果に基づいて、医療と介護の双方が必要ながん患者の生活の質を向上させる事を目的として、多業種専門家間で協議を重ねた上で、医療・介護連携クリティカルパスを開発する。本研究はがんの医療を、多職種や地域医療の連携を円滑に進める社会医学的手法により向上させること、が主たる研究手法である。しかしながら「がんの治療」そのものが向上しなければ画期的にがん患者の生活の質を改善することは困難である。一方でがんの骨髄転移は骨破壊・病的骨折を引き起こし、特に介護が必要ながん患者の生活の質を

著しく低下させる。がんの転移を阻害する方法の発見・確立はがん医療における急務であり、がん患者の生活の質の向上に多大に寄与すると考えられる。そこで本研究の付随研究として、がんの転移メカニズムの解明とその阻害について研究を行う事を目的とし、まずさまざまな癌における骨髄転移能の解析を行った。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 がん患者、骨髄転移

【研究 題 目】 防爆・耐電磁ノイズ対応 FBG 圧力・温度複合センサの研究開発

【研究代表者】 秋宗 淑雄（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 津田 浩（常勤職員1名）

【研究 内 容】

光ファイバのコア部に一定間隔の格子を刻んだファイバーブラッググレーティング19年度は、温度補償動作における測定信頼性改善の調査研究を進め、試作開発したシステム全体の性能・機能・耐久性評価を行った。

① 温度補償技術の調査研究

FBG のブラッグ波長は温度とひずみの影響により変動するためひずみ計測を行う際、温度変化が同時に生じれば温度の影響を受ける。このため FBG センサの温度補償技術が必要となり、新方式「二つの異なるブラッグ波長の FBG で、一方は温度とひずみの影響を同時に受け、もう一方は温度による影響しか受けられない配置にすると、2つのセンサの歪の差が応力による歪となる。」を利用して温度とひずみを分離して計測できるシステムを実験的に検証した。

② 圧力・温度複合センサシステムの評価

試作した圧力容器において、試作の圧力・温度センサにおいて温度を変えて圧力を測定し、市販の温度圧力計のデータと比較しながら性能機能耐久性の初期評価を行なった。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 光ファイバ、歪み計測、センサ

【研究 題 目】 外来種由来因子を排除し品質保証されたヒト幹細胞の樹立

【研究代表者】 大串 始

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 大串 始（常勤職員1名）

【研究 内 容】

多くのヒト細胞はその培養に血清を必要とする。通常用いられる血清は牛胎児血清である。また、継代を行う時には、主に豚由来のトリプシンを用いて細胞を剥離することが多い。さらに、種々のタンパク性因子を使用する場合もあり、この因子は動物由来タンパクであることがある。すなわち、ヒト細胞を培養する過程において、多くの外来種由来因子を必要としている。しかし、これらの外来種由来因子は未知あるいは既知の感染症を引き

起こす可能性があり、排除することは、ヒト細胞培養の安全性を高めることになる。そこで、本研究では、これら動物由来因子を排除でき、なおかつ動物由来因子を用いた場合と遜色ない機能を維持しうる培養システムを構築することを目的とする。

本年度は、ヒト自己血清がウシ胎児血清の代替として間葉系幹細胞の培養に有効であるかを検討した。4名の患者の骨髄から、ヒト自己血清培地とウシ胎児血清培地を用いて間葉系幹細胞を培養し、増殖能や分化能を比較した。ヒト自己血清では、ウシ胎児血清と比べて細胞増殖において良好な結果が得られ、骨分化においても差がないことが分かった。間葉系幹細胞の培養において、ウシ胎児血清の代わりにヒト自己血清を使用することは、再生医療における安全性を高め、動物由来因子を排除した培養システムの確立につながると判断した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 間葉系幹細胞、再生医療、外来種由来因子

【研究 題 目】 高周波プラズマ溶射で作成した(001)配向水酸アパタイト皮膜へのタンパク質吸着

【研究代表者】 稲垣 雅彦(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 稲垣 雅彦(常勤職員1名)

【研究 内 容】

ハイドロキシアパタイト(HAp)は人の歯や骨の無機主成分として知られているが、生体においては結晶の方向が揃った(配向した)高次構造を取ることで必要とされる機能を発現している。これはタンパク質などが分子認識により HAp の結晶面との強い相互作用を有することと関係する。一方、合成した HAp セラミックスは内部の結晶の方向がランダムで、結晶面における性質が均質化され、特定結晶面の性質は強く発現しない。本研究では生体における配向構造を模した高機能セラミックス材料の実現を目指して研究を行っている。溶射技術を利用した c 軸配向 HAp 皮膜の形成手法を新しく開発した。c 軸配向した HAp 皮膜表面は HAp の c 面の性質が強く発現すると期待させるが、表面への蛍光標識タンパク質の表面吸着特性及び吸着量を測定した結果、塩基性のタンパク質の吸着選択性が向上することが判明した。HAp の結晶面の性質を利用した新しいタイプの生体材料の創製につながるものと期待される

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ハイドロキシアパタイト、配向、皮膜、タンパク質、吸着

【研究 題 目】 ステンレス鋼の超塑性精密鍛造技術の開発

【研究代表者】 加藤 正仁(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 加藤 正仁(常勤職員1名)

【研究 内 容】

マイクロマシン用部材の製造技術については内外で種々の方法が提案されているが、そのなかでも精密に製造可能な方法であるいわゆるシリコンプロセスでは、材料がシリコンに限定されるため、耐食性に劣る(耐塩基性は皆無)という問題があり、使用環境が限定される。また、転写技術でガラス系の材料で、微小成型品を作る研究もあるが、ガラスでは靱性が劣るし、金属ガラスはさらに、材料が高価という問題がある。研究代表者はスーパーメタルプロジェクトなどにより、結晶粒径数百 nm の超塑性加工用ステンレス鋼材の開発に成功しているが、これを使って超塑性加工すれば、低コストで微小形状のステンレス鋼製品製造が可能になると考えられる。またオーステナイト系ステンレス鋼はシリコンなどに比べて耐食性がきわめて良好である。マイクロマシン製造用部材として、あるいは、マイクロマシン用樹脂等の部材製造のための金型の製造に、組織制御したオーステナイト系ステンレス鋼の超塑性鍛造を適用できるかの是非を明らかにする。この場合、成形品表面形状(成形精度、表面粗さなど)と被加工材ステンレス鋼の微細組織の関係性について明らかにすることを目標とする。

平成19年度は、本実験に使用を想定している結晶粒径 1  $\mu\text{m}$  以下の材料との特性を比較するための、結晶粒径 2 ~ 5  $\mu\text{m}$  の材料を製造する加工熱処理条件を決定し、微小鍛造実験用の比較材試料を作製した。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ステンレス鋼、超塑性、マイクロフォーミング

【研究 題 目】 常温合成フラーレンナノチューブの基礎的性質の解明と電極応用

【研究代表者】 前田 龍太郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 前田 龍太郎、一木 正聡、張 毅  
(常勤職員3名)

【研究 内 容】

携帯電子機器や無線通信技術の急速な進展に伴って、マイクロエネルギー技術への要求が高まっている。燃料電池のマイクロ化には、電極を MEMS 技術で形成する必要があるが、携帯用燃料電池に用いられる炭素材料をベースにした電極を MEMS 技術で実現することは困難である。そこで、本研究では、高効率マイクロ燃料電池のための、MEMS プロセスを適用可能な炭素電極を開発することを目的に、フラーレンナノチューブを MEMS 燃料電池の電極として用いるための検討を行った。

平成19年度は、20 wt%の Pt をドーブしたフラーレンナノチューブを 5 wt% Nafion<sup>®</sup>溶液と混ぜたペーストを用意し、これを Nafion<sup>®</sup>117メンブレンに直接塗布して Si 板で挟んだ燃料電池電極構造を試作した。1 M メ



タノールと空気を供給するパッシブ型の燃料電池として評価した結果、開回路電圧0.58 V が得られ、フラーレンナノチューブを用いれば良好な三相反応界面が実現可能であることが判明した。フラーレンナノチューブはマイクロチャネルリアクターを用いることにより、容易に合成することができるため、MEMS 型 DMFC には非常に有望な材料であると言える。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 MEMS、ナノインプリント、マイクロ燃料電池

〔研究 題 目〕 ナノ炭素高速噴射によるインサイチュー金型表面創製技術の研究

〔研究代表者〕 花田 幸太郎  
(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 花田 幸太郎、初鹿野 寛一  
(常勤職員2名)

〔研究 内 容〕

本研究では、ナノ炭素高速噴射技術の開発とナノ炭素皮膜を有する高性能金型の開発を行うことを目的とした。平成19年度は、前年度に引き続き噴射装置及び噴射ノズルの改良開発と凹凸形状金型へのナノ炭素コーティングを試み、金型性能等について評価した。

ナノ炭素高速噴射装置にガス加熱装置（室温～600℃）を追加することにより成膜効率を最大約3倍に向上させることができた。本装置を使ってグラファイト粉末のコーティングを試みたところ、皮膜厚さが増加しこれに伴って潤滑寿命も改善することができた。また、さらに噴射速度を上げるためノズル形状を改良したが、噴射ノズル内での内圧が高くなり原料粉末の供給が困難となったため高圧ガス流への原料粉末供給法の検討が必要となった。高速噴射処理を施した熱間押し成形用金型ダイスを用いてアルミ熱間押し成形を行った。その結果、従来手法によりグラファイト潤滑剤、二硫化モリブデン潤滑剤を塗布した金型を用いた場合は潤滑剤がアルミ成形品に移着するのに対し、高速噴射金型を用いた場合は潤滑皮膜の移着もなく表面粗さが低く、金属光沢のアルミ成形品を得ることができた。また、高速噴射処理した金型と従来潤滑との併用によって成形荷重をさらに低減できることが分かった。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 金型、表面処理、ナノ炭素、高速噴射

〔研究 題 目〕 複数酵素を用いた携帯型マイクロ流体センサの開発

〔研究代表者〕 市川 直樹(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 市川 直樹、松本 壮平、前田 龍太郎、高橋 正春(常勤職員4名、他1名)

〔研究 内 容〕

タイ国におけるサトウキビ中のショ糖量を圃場で簡便

かつ精密に測定できるセンサの開発への期待が高い。こうしたセンサを実現する有望な方法として、マイクロ流路を用いて複数の酵素反応を連続的に行うデバイスが考えられる。こうした技術は、ショ糖計測のみならず幅広い応用が考えられる。本研究開発では、タイ国・国立研究機関との国際共同研究により、マイクロ流路中に複数酵素を微細パターンとして固定化する方法の開発、この手法を利用したマイクロ化学分析チップの作製及び検出性能・再現性の評価などを行った。具体的には、タイ国研究機関で酵素固定化、日本側でデバイス作製技術の開発をそれぞれ行い、その上でタイ側研究者を2名日本に招聘した。スクリーンプリント装置を用いて、微細な酵素パターンをガラス基板上へ固定化する手法と、シリコーンゴムの一種の材料（PDMS）を用いた微細流路を精密位置決め積層装置を用いて酵素固定化されたガラス基板へ積層する手法を開発し、デバイスの試作を行った。作製したデバイスにサンプルの液体を流し、酵素反応が生じていることを確認した。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 マイクロ流体、酵素反応

〔研究 題 目〕 生物起源炭酸塩の生成機構と精密間接指標の開発に関する研究

〔研究代表者〕 鈴木 淳(地質情報研究部門)

〔研究担当者〕 鈴木 淳、中島 礼、川幡 穂高、  
養島 佳代、外西 奈津美  
(常勤職員2名、他5名)

〔研究 内 容〕

将来の気候変動を正確に推定するためには、まず自然の作用のみによる環境復元が不可欠であり、この目的のために、有孔虫やサンゴ骨格などの生物起源炭酸塩の化学組成、同位体比を分析することによりなされてきた。しかしながら、生物起源炭酸塩の化学組成・同位体比は、周囲の環境のみならず、生物体内の炭酸塩生成機構にも影響されることがわかってきた。そこで、地質学的試料を用いて、過去の水温、海水の酸素同位体比などを精密に復元するためには、生物起源炭酸塩の生成機構、すなわち、バイオミネラリゼーション（生物鉱化作用）機構の解明が求められる。本研究では、(1) 生物起源炭酸塩の種類と形態に関する研究、および(2) 外界環境因子の間接指標の開発に関する研究、について検討が実施された。研究計画初年度にあたる平成19年度は、サンゴ骨格およびアワビ殻を対象に酸素炭素同位体比分析を行い、代謝過程の同位体比組成への影響等を検討した。

〔分 野 名〕 地質

〔キーワード〕 サンゴ、骨格、水温、酸素同位体比、骨格

〔研究 題 目〕 伊豆小笠原マリアナ弧の海底カルデラと島弧地殻の進化・安山岩の成因

〔研究代表者〕石塚 治（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕石塚 治（常勤職員1名）

〔研究内容〕

研究内容：海洋研究開発機構の深海調査研究課題によって19日間の調査船なつしまによる調査航海を伊豆小笠原弧水曜海山海域で実施した。12地点で潜航調査を実施し、1) 伊豆小笠原弧南部の流紋岩質マグマの成因、2) 島弧―背弧間の長距離マグマ移動の可能性の検討、に資する岩石試料、海底地形データ、ビデオ映像を得た。岩石試料について1) 顕微鏡による詳細な観察と観察事実の定量化を行い、岩石組織と鉱物化学組成、全岩化学組成を密接に関連させる、2) 蛍光 X 線分析装置・ICP 質量分析計による全岩化学組成分析、3) 電子マイクロアナライザーによる鉱物組成、累帯構造の分析、4) 表面電離型質量分析計による Sr、Nd、Pb 同位体測定、を実施した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕伊豆小笠原マリアナ弧、カルデラ、潜水調査、化学分析

〔研究題目〕熱帯域の高精度環境復元と高緯度氷床と低緯度域環境とのリンケージの評価

〔研究代表者〕鈴木 淳（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕鈴木 淳、小田 啓邦、蓑島 佳代、外西 奈津美（常勤職員2名、他4名）

〔研究内容〕

西赤道太平洋から東赤道インド洋にわたって存在する西太平洋暖水塊は地球上で最も水温の高い水塊で、その変動はエルニーニョおよびアジア・オーストラリアモンスーンにも大きな影響を与える。また、このインドネシア多島海周辺海域は水深が浅いため、氷期・間氷期の海水準の変動と海洋環境が密接に関係して、地球の規模の海洋・気候変動にとって重要と考えられている。本研究では太陽からの膨大な熱エネルギーがふりそそぐ低緯度域の役割に注目して、過去15万年間の海水準変動と環境変動を高時間解像度で復元し、その結果を解析することにより、低緯度域の気候変動と高緯度氷床変動とのリンケージを解析する。平成19年度は、前年度に引き続きIMAGES 航海で北西オーストラリア海域より採取された長尺柱状堆積物について、環境変動の復元を試みた。また、対応する時代の季節変動などのより高時間解像度での解析を行うため、フィリピン諸島から採取された現生および化石サンゴ骨格について、酸素同位体比および Sr/Ca 比の分析を行い、南シナ海の古海洋学的変遷、特に蒸発量の変化について考察した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕気候変動、環境変動、地球変動予測

〔研究題目〕瀬戸内海における海砂生態系の機能とその破壊からの回復過程に関する研究

〔研究代表者〕高橋 暁（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕高橋 暁、星加 章、湯浅 一郎、馬込 伸哉（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

瀬戸内海では海砂採取が中止の方向に進んできたが、採取に伴い破壊された環境を今後どのように取り扱っていくか（自然に任せるべきか、対策を講じるべきか）を検討することが重要な課題となっている。そこで、海砂採取中止後の環境回復過程解明のため、消失した砂礁の回復過程解明を試みている。具体的には、広島県三原沖海域を対象に高解像度数値モデルを構築し、大潮～小潮や日潮不等にともなう潮流の非対称性に伴う底質の移動特性の変化を明らかにすることを試みた。また、モデル実験結果を解析することにより、底質の集積速度から砂堆の成長速度を見積もった。これらの結果、大潮～小潮変動や日潮不等など潮流の非線形性による底質移動に対する影響は、数日周期で見ると無視できない大きさであるものの、大潮～小潮周期（約15日）以上で見るとそれほど大きくないこと、つまりは底質の集積速度から砂堆の成長速度を見積もる際には卓越潮流のみを考慮した平均的な実験条件で十分であることが明らかとなった。また、砂堆発達のために十分な量の砂の供給があり、地形変化に伴う流況変化は無視するというかなり大雑把な仮定の下ではあるが、消失した砂堆が再形成されるためには1万年から数万年の時間が必要であることが算出された。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕瀬戸内海、海砂採取、砂堆の回復過程

〔研究題目〕九十九里浜平野における相対海面変動の空間多様性：地中レーダーを用いた復元

〔研究代表者〕田村 亨（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕田村 亨、村上 文敏、渡辺 和明（常勤職員3名）

〔研究内容〕

過去数千年間における海浜での土砂堆積により拡大した浜堤平野の地下には、海浜堆積物が存在する。前年度に確立した海浜堆積物の地中レーダー探査から過去の海水準を求める方法を、隆起速度が空間的に異なる千葉県九十九里浜平野に適用した結果、南ほど過去6千年間の海水準低下量、すなわち隆起量が大きいことが明らかになった。過去6千年間における中央部と南部との間の隆起量の差は、2.4 m で、千年あたり0.4 m の傾動を表す。これは、両地域の12万5千年前の海成段丘面の高度差50 m から計算される平均傾動速度が約0.4 m であることと整合している。この地中レーダーを用いた相対海面変動を求める方法は各地の海岸浜堤平野に応用可能で、地殻変動を評価できる見込みがある。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕海面変動、堆積物、沿岸、平野、地殻変

動、地中レーダー

【研究題目】波浪条件下における混濁流濃度と泥の堆積水深との関係の解明

【研究代表者】田村 亨（地質情報研究部門）

【研究担当者】田村 亨（常勤職員1名）

【研究内容】

河川からの土砂流出がある外洋に面した沿岸域では、海底の堆積物は海岸より沖に向かって細粒化し、概して水深10～20 m より深部では泥になる。泥の分布は吸着した陸源の栄養塩や汚染物質の沿岸域への拡散に関わるため重要である。こうした環境での泥の拡散は、波浪のもと、河川濁流からの底層密度流により起こると考えられる。この過程を理解するため、京都大学防災研究所宇治川オープンラボラトリーの大型波浪水槽において、粘土を用いた密度流堆積実験を行った。実験では勾配1/20の斜面を造波装置の反対側に設け、堆積物濃度30 g/l の密度流を流下させた。結果、密度流投入口から底面に波浪が作用する限界水深までの浅い部分では粘土が堆積し、堆積物の厚さは斜面下方向に薄くなった。沿岸域での波浪の作用は、泥の沖への運搬を促すと考えられていたが、実験では逆に、波浪により密度流の流下が遅らせられ、運搬よりも堆積を促進しているかのような結果が得られた。今後はこの実験をもとに、波浪条件や濃度、斜面勾配を変更して比較実験を行う必要がある。

【分野名】地質

【キーワード】泥、堆積物、沿岸、平野、密度流、洪水

【研究題目】衛星データと陸域生物圏モデルによる全球炭素フラックスの推定；窒素循環モデルの導入

【研究代表者】佐々井 崇博（地質情報研究部門）

【研究担当者】佐々井 崇博（常勤職員1名）

【研究内容】

現在深刻化する地球温暖化問題は、大気二酸化炭素濃度の増加が原因とされており、正確な温暖化将来予測のためには二酸化炭素吸収源の把握が重要である。しかし、近年発効された「地球温暖化防止に関する京都議定書」の中では、陸域植生の炭素吸収量の算定手法開発・確立が大きな課題となっている。そこで、本研究では、全球スケールにおける陸域植生炭素吸収量の時空間パターン把握を目的とした新たな陸域生物圏モデルの構築・発展を行う。衛星観測で捉えた現実的な植生活動をモデルに入力することで、京都議定書が定める約束期間での現実的な炭素フラックス推定を目指す。研究計画では、まず新たに窒素循環モデルを提案・構築する。次に、研究代表者が提案した陸域生物圏モデル BEAMS (Biospheremodel integrating Eco-physiological And Mechanistic approaches using Satellite data; Sasai et al. 2005) に窒素循環モデルを統合し、より高精度な全球

陸域炭素収支解析を行う予定である。今年度は、地上観測データを用いて BEAMS の評価を行い、地域・全球スケール解析を行った。窒素循環モデルの統合によって、炭素フラックスの見積もりを高精度化させることができた。

【分野名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】炭素循環、モデルシミュレーション、リモートセンシング、地球温暖化、陸域生態系

【研究題目】メタンの海洋生態系による固定・消費メカニズムの定量的把握に関する基礎的研究

【研究代表者】山崎 哲生（地質情報研究部門）

【研究担当者】山崎 哲生、中村 光一、坂田 将（常勤職員3名）

【研究内容】

海底の活動的な冷湧水系等から供給されるメタンが、化学合成生態系などの海洋生態系によって、どのように消費されるかを定量的に予測するモデルをまず構築し、これにメタンハイドレート開発に相当するような短期間の非定常問題に対応する機能を付加して、最終的に開発時の環境影響を定量的に予測・評価するための基礎モデルを構築すること目的として研究を実施した。

本研究で構築したメタン消費モデルは、大きくは3つのユニット、細かく分けると5つのプロセスから構成される。

- 1) メタン供給ユニット（堆積層経由のメタン供給プロセス）
- 2) 化学合成生態系ユニット
  - 2-1) 炭酸塩岩形成を含む嫌氣的メタン酸化・硫酸還元生態系プロセス
  - 2-2) バクテリアマットと共生系によるイオウ酸化プロセス
- 3) 海水柱上昇・拡散ユニット
  - 3-1) パブルジェット上昇プロセス
  - 3-2) プルーム溶解・拡散・酸化プロセス

これらについての基本的構築は平成18年度に行ったので、本年度は短期間の非定常問題への対応に向けた改良を実施した。

メタンハイドレート開発時の環境影響を定量的に予測・評価するためには、メタン湧出のないベースライン状態の海底に、メタンが漏出し、化学合成生態系が形成されていく過程をモデル化する必要がある。これは上記の5つのプロセスのうち、「炭酸塩岩形成を含む嫌氣的酸化・硫酸還元生態系プロセス」の非定常的反応をモデル化することがベースとなる。

通常のベースライン状態の海底にメタンが漏出すると、徐々に化学合成生態系の形成が始まる。メタン消費生態系メカニズムが完全に成立し、定常状態となる



までの生態系形成過程においては、化学合成生態系によるメタンの固定・消費割合が少なく、海水柱にバブルとなって放出されるメタンの割合が多くなると推測される。メタンハイドレートの開発時に発生する可能性のある海底でのメタン漏出について分析・評価するためには、このような化学合成生態系の形成過程、形成速度、構成生物相の変化などを考慮できるように、モデルを改良する必要がある。

このため、嫌気的環境下におけるメタン菌と硫酸還元菌のカップリング作用によるメタン酸化、硫酸還元をモデル化し、これを「炭酸塩岩形成を含む嫌気的酸化・硫酸還元生態系プロセス」と結合することによって、バクテリアマットや共生系などの化学合成生態系の形成過程、形成速度、構成生物相の変化などの非定常的現象を、モデルで表現できるように改良を実施した。

さらに、海底からの活発なメタンガス噴出が観測されている海域で、系統的な観測を実施して取得したデータを、「ブルーム溶解・拡散・酸化プロセス」に入力して解析することにより、メタンブルームの動的挙動を詳細に分析した。これによって、メタンハイドレート開発時に予想される短期間の非定常問題に対応するモデルへの改良につなげることが可能となる。

【分 野 名】地質

【キーワード】メタンハイドレート、嫌気的メタン酸化、嫌気的硫酸還元、炭酸塩岩形成、化学合成生態系、ブルーム拡散

【研 究 題 目】コバルト・リッチ・クラストの微地形把握と採鉱技術の基礎的検討

【研究代表者】山崎 哲生（地質情報研究部門）

【研究担当者】山崎 哲生（常勤職員1名）

【研究 内 容】

コバルト・リッチ・クラストの表面微地形変化が、採掘される原鉱石品位に与える影響を実海域データから把握し、採鉱方法、採鉱装置の基礎的検討に役立てるとともに、選鉱、製錬へとつながる鉱石フローの技術的、経済的問題点を抽出することを目的に研究を実施し、概略、以下のような成果を得た。

1) 微地形変化の三次元デジタルデータ化

AUV 搭載インターフェロメトリーソナーの音響的地形解析データを模擬データとして、画像処理ソフトウェアに取り込み、三次元デジタルデータ化・解析を実施した。

2) 原鉱石品位、微地形変化パターン等推定

採掘シミュレーションの基礎的検討の一環として、インターフェロメトリー地形解析データ中の盛り上がりマウンドに見立て、これを採掘した場合の原鉱石量の算出を試みた。

3) 鉱石フローの問題点抽出

技術的なブレークスルーの要点を明らかにするため、2007年の経済性指標（金属価格、原油価格、石炭価格、電力価格、金利等）を用いたクラスト開発の予察的経済性検討を実施した。また、生産規模を下方修正した場合等についての感度分析を実施した。

4) 調査技術等情報収集

ISOPE 2007参加、Copper 2007参加、Oceans 2007参加、UMI 2007参加、ハワイ大学訪問、AGU 2007参加及び USGS 訪問、韓国研究機関訪問、ISA Workshop 参加、2008 Ocean Sciences Meeting 参加等の機会を通じて、クラスト調査技術等の最新情報を収集した。

【分 野 名】地質

【キーワード】コバルト・リッチ・クラスト、採鉱、微地形、原鉱石品位、経済性検討

【研 究 題 目】地質科学分野におけるオンライン化の将来動向に関する研究

【研究代表者】竹内 圭史（地質情報研究部門）

【研究担当者】竹内 圭史（常勤職員1名、他3名）

【研究 内 容】

日本及び東アジアの地質科学界にとって効果的な成果発表の場の在り方を明らかにし、今後必要とされる国際学術誌の具体像を示すことを目的として、地質科学分野における国際学術誌のオンライン化の現状と将来動向について調査分析を行う。

2年目の19年度は前年度に引き続き、産総研図書室が有する大量の購読雑誌・オンライン購読雑誌・文献データベース機能を用いて、地質科学分野の主要な70の国際学術誌の諸元を調査整理した。そして資料によりオンライン出版についての現状分析を進めた。

【分 野 名】地質

【キーワード】国際学術誌、オンライン投稿、オンライン出版

【研 究 題 目】瀬戸内海における船舶津波対策に関する調査研究

【研究代表者】山崎 宗広（地質情報研究部門）

【研究担当者】山崎 宗広（常勤職員1名、他1名）

【研究 内 容】

近い将来発生するといわれている南海地震による津波が瀬戸内海に押し寄せた場合、瀬戸内海諸港に在港する船舶の安全を確保する必要がある。そのため、船舶避難想定海域における津波の伝播特性と津波流速の検討を行った。津波の評価は、瀬戸内海全域の地形を再現している瀬戸内海大型水理模型実験により行い、調査対象海域は燧灘海域、来島・尾道海域、周防海域として実施した。水理実験の結果、津波高は燧灘の避難海域で50 cm、来島・尾道の避難海域で40 cm、周防の避難海域で40 cmの値が得られ、数値計算の結果と良い一致を示した。津

波の影響は来襲したときの潮時に関係なく1潮汐周期間に渡ってみられ、どの潮時に津波が来襲しても津波成分のみを取り出した水位変化は同じであることが分かった。また津波流速は、燧灘の避難海域で12~14 cm/s、来島・尾道の避難海域で約9 cm/s、周防の避難海域で約9 cm/s の値が得られ、この値は潮流の最大値と比べると同程度かそれ以下であった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 船舶津波対策、南海地震津波、瀬戸内海、水理模型実験

#### 【研究 題 目】 土壌中のホウ素・フッ素の簡易分析手法開発に関する研究

【研究代表者】 丸茂 克美（地質情報研究部門）

【研究担当者】 丸茂 克美（常勤職員1名）

【研究 内 容】

イオンクロマトグラフ用標準溶液を用いたフッ素の検量線を、島津製作所製イオンクロマトグラフ分析装置（実験室据置型、サプレッサー未装備）、及び Metrohm 社製861 Advanced Compact IC（可搬型、サプレッサー装備）の2機で作成し、各装置におけるフッ素の検出感度、および各装置で環境省告示第18号試験による土壌溶出液を測定した場合のフッ素の定量値について比較を行った。なお、土壌試料は社団法人日本分析化学会より頒布されている JSAC0402、JSAC0403を用いた。

標準溶液を分析した際には、実験室据置型の装置と可搬型の装置で共に0.005 ppm 程度の濃度まで定量分析が可能であることが明らかとなった。イオンクロマトグラフ分析法で土壌溶出液中フッ素を分析する際、土壌溶出量基準値である0.8 mg/L 程度を含む検液の場合、100倍程度までなら希釈法を用いても環境基準に適合するかどうかを判断することが可能である。

ただし、イオンクロマトグラフ分析法でフッ素を分析する際には、リテンションタイムがフッ素に近接する有機酸類の一部が妨害となる可能性がある。今回分析を行った JSAC0402溶出液でも、フッ素に近接する位置に有機酸と思われる未知のピークが確認できた。土壌溶出液の中にはこれらの有機酸を高濃度で含むものもあると考えられ、そのような検体の場合は、フッ素のピークが有機酸のピークに隠れてしまい、結果として定量下限値は大幅に高くなり、有機酸のピークをフッ素と誤認してしまうなどの問題が生じると予測される。

よって今後は、100倍以上の希釈が必要と判断される検液を分析する際に必要となる、妨害となるイオンを検液から除去する前処理機構を考案すると共に、フッ素と有機酸を確実に分離するための条件を検討していくことが課題となる。

次に、ランタン（Ⅲ）-アリザリンコンプレキソン（ランタン-ALG）錯体がフッ化物イオンと反応して生じる青い色の複合錯体の吸光度を測定して、フッ化物イ

オンを定量する方法を開発した。金属イオンが存在するとこれらとフッ素あるいは ALG との間に副反応が起こり全フッ化物イオンを測定することができない。JIS では原因となる金属イオンを蒸留により除去するが、本技術では水酸化ナトリウムとアセチルアセトンを用いてこの除去を試みた。水酸化ナトリウムを添加することで重金属の水酸化物沈殿を生成させ、これをろ過することで重金属を除去できる。また、アセチルアセトンの添加により重金属-アセチルアセトネート（重金属-F 錯体、重金属-ALG 錯体より安定）を生成するため、フリーになったフッ化物イオンを F-ランタン-ALG 錯体として測定することができるようになる。

【分 野 名】 地質

【キーワード】 フッ素、土壤汚染、イオンクロマトグラフ、分光分析、ランタン-ALG、溶出試験

#### 【研究 題 目】 超音波を用いた藻場分布測定に関する研究

【研究代表者】 谷本 照己（地質情報研究部門）

【研究担当者】 谷本 照己、橋本 英資、高杉 由夫（常勤職員2名、他2名）

【研究 内 容】

温排水影響調査における海藻調査の高度化、合理化を図るため、超音波を用いて遠隔的に海藻類の判定と分布を簡易に計測、解析図化する藻場分布計測システム構築について検討した。2007年5月、8月、11月および2008年2月に愛媛県伊方沖海域において超音波底質解析装置を用いた現地試験を行い、超音波の一次と二次反射強度の関係から海藻の有無等の海底状況をリアルタイムで判定、計測した。海藻分布図作成法について検討を加え、本装置による計測結果と DGPS による位置データとの組み合わせにより、広域および詳細な海藻水平分布を簡易にマッピング処理する手法確立の見通しを得た。

【分 野 名】 地質

【キーワード】 藻場分布計測、超音波

#### 【研究 題 目】 鉄鋼スラグを利用した環境修復技術の開発

【研究代表者】 湯浅 一郎（地質情報研究部門）

【研究担当者】 湯浅 一郎、星加 章、谷本 照己、橋本 英資（常勤職員4名、他2名）

【研究 内 容】

コンクリートで形成された垂直護岸は生物相の単純化や貧酸素水塊の形成など海洋環境悪化の主要因とされている。そこで、コンクリートの代替材として鉄鋼スラグを利用することで、港湾部など極度に閉鎖的な海域での環境修復技術の可能性を評価する。

スラグブロックにおける付着性微細藻類のバイオマスはスラグパネルで14.2  $\mu\text{g cm}^{-2}$ 、コンクリートパネルで

7.8  $\mu\text{g cm}^{-2}$ であり、スラグパネルが常に大きい傾向が見られた。また、底生生物のバイオマスにおいてもコンクリートブロック（27種）よりスラグブロック（32種）で常に多い傾向が見られた。炭素・窒素安定同位体比による食物網構造の結果から、付着性微細藻類は、二枚貝類、甲殻類（フジツボ類、ワレカラ等）、多毛類、魚類の重要な炭素供給源（餌）になっていることがわかった。また、室内実験によりパネル上の付着藻類、及び大型藻類を含めた全藻類群による一次生産量を測定した結果、季節を問わずスラグパネル上での生産量がコンクリートパネルに比べ高い傾向が見られた。これらにより、鉄鋼スラグを護岸や港湾整備等の資材として利用した場合、施工後に定着する付着藻類および大型藻類は、コンクリートと比べて、より多くの有機物を周囲の生態系に供給できるものと考えられた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 鉄鋼スラグ、直立護岸、環境修復技術、付着生物、沿岸生態系

【研究 題 目】 混合水域における高生物生産の変動と渦による栄養塩供給に関する研究

【研究代表者】 蓑島 佳代（地質情報研究部門）

【研究担当者】 蓑島 佳代（他1名）

【研究 内 容】

三陸沖の柱状堆積物試料に含まれる全有機炭素・オパール・アルケノン量（生物生産量の指標）、アルケノン不飽和結合数（水温の指標）、窒素同位体比（栄養塩の指標）を分析し、過去2万7千年間における生物生産の変動について検討を行った。その結果、渦による亜表層からの栄養塩供給こそが三陸沖の生物生産に重要な役割を果たしており、珪藻による活発な生産が行われるようになったのは、ごく最近の数千年前であることが、今回初めて明らかとなった。

珪藻は生産速度が速く、取り込んだ  $\text{CO}_2$  を深層へ運ぶのに重要な役割を果たしているが、一次生産者としては珪藻以外にも渦鞭毛藻類や光合成細菌などが挙げられる。完新世後半における全有機炭素量が過去2万7千年間において最も高くなっていたが、1万5千年以降徐々に増加する傾向を示しており、珪藻以外の一次生産者による生物生産の可能性を示唆している。そのため、光合成量を大きく左右するクロロフィル色素中に特有に含まれるフィトールを測定することは、より正確な生物生産量を推定するのに有効な手段といえる。また、珪藻および渦鞭毛藻の各々に特有に含まれるブラシカステロール、ダイノステロールを併せて測定することにより、より詳細な生物生産変動を明らかにすることが期待される。そこで、すでに分析の進んでいる上記の堆積物を用いて、フィトール、ブラシカステロール、ダイノステロールの測定を行った。その結果、三陸沖における一次生産者の変動は、表層循環と同じく、たいへん複雑な構成をなしているこ

とが明らかとなった

【分 野 名】 地質

【キーワード】 三陸沖、生物生産、珪藻

【研究 題 目】 海洋表層における生元素の形態別微細変動と微生物プロセスとの相互作用

【研究代表者】 鈴木 昌弘（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 鈴木 昌弘（常勤職員1名）

【研究 内 容】

海洋表層における生物生産性を制御する因子としてリンの重要性が注目されている一方で、その観測データの蓄積は不十分な状況にある。海水中のリンのうち、粒子状リンの生物地球化学的重要性にもかかわらず簡便な分析手法も確立されていない。平成19年度は、従来、汎用的に用いられている高温乾式焙焼法（HTDC法）に対してより簡便で短時間での分析が可能な湿式化学分解法（CWO法）について、手法の改良を試みるとともにHTDC法に対して比較検討を行った。標準リン化合物や大部分のモデル物質、さらに多数の河口域・外洋試料の比較検討実験を実施した。大部分の試料で、従来よりも数倍高い濃度の分解試薬を用いることによりCWO法はHTDC法に匹敵する回収率を示したが、粘度鉱物や河口域試料のうち無機成分に富む試料において回収率が低くなり、CWO法では検出し難い、構造を持つ極めて反応性の低い（難分解性の）無機リン成分が存在することを示した。しかし、これらは海洋のリン循環においても安定で物質循環に直接寄与しない可能性が高く、CWO法において除外することができる点むしろ有用と考えられる。分析の簡便性、短時間化の点から、改良型のCWO法は海洋の粒子状リン測定において優れた手法であると判断された。また、一連の調査において海洋お粒子状成分補修に頻繁に用いられる各種フィルターの測定ブランクを検証したところ、近年、海洋微生物学の分野で広く用いられるアルミナ系のフィルターが極めて高濃度のリンを含有していることを明らかにし、海洋のリン分析においてアルミナフィルターの使用に問題点があることを指摘した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 海洋生態系、生元素、リン、物質循環、分析法

【研究 題 目】 富士山山体を観測タワーとしたエアロゾル諸特性の観測的研究

【研究代表者】 兼保 直樹（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 兼保 直樹（常勤職員1名）

【研究 内 容】

富士山頂は、過去の研究では年間の大部分を通して自由対流圏に位置するとして扱われている。しかし、オゾン濃度の日内変動を根拠としたこのような仮定については他の成分でも検証されたわけではない。そこで、本研



究では、アジア太平洋岸地域における自由対流圏エアロゾルの光吸収特性を得るため富士山頂および富士山麓において夏期に Aethalometer (Magee AE-16およびAE-31)による black carbon (BC)の連続測定を実施した。この結果、盛夏期には大気境界層内から輸送されたと考えられる BC を含むエアロゾルが日中を中心に高い濃度となり、早朝に最低濃度となる日周変化を示した。各日の最大濃度時および最低濃度時のエアロゾル光吸収係数の波長依存性(波長520nm での測定値に対する比)より求めた光吸収の Ångström 指数 $\alpha_a$ は、BC の最大濃度時には0.9付近の一定の値をとり、都市大気汚染系の BC の特徴を示した。一方、最低濃度時には昼間の高濃度時と同様の傾きとなる場合と、 $\alpha_a = 1.5$ 付近の急な傾きを示す場合が存在した。前者については、大気境界層内から輸送された都市大気汚染系のエアロゾルが拡散希釈されたものと考えられ、後者は土壌粒子あるいは森林火災などのバイオマス燃焼系の物質の特性であるが、そのどちらの影響が支配的であるかについては現時点では判断できない。

また、2007年には、これまで夏期にはあまり観測されていなかった大陸からの長距離輸送が、停滞（梅雨あるいは秋雨）の前線位置によっては日本上空に到達していることが本研究により明らかとなった。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】大気エアロゾル、長距離輸送、自由対流圏、黒色炭素

【研究 題 目】環境および生態影響評価のための亜鉛等重金属の高感度精密形態分析法の開発

【研究代表者】中里 哲也(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】赤坂 幹夫 (他1名)

【研究 内 容】

環境省告示により全亜鉛の水質基準(環境基準および排出基準)の低減化措置がなされており、亜鉛を取り扱う企業や公共団体は亜鉛や関連する重金属の環境及び生体への影響評価のための分析ツールの整備は極めて重要な課題となっている。

金属は環境や生体中で様々な化学形態として存在し、その化学形態により環境挙動、毒性、生理活性等が大きく異なる。従って、亜鉛等重金属の環境および生体影響評価を正確に行うためには、重金属の総量分析だけでなく形態別分析を行う必要がある。しかし、既存法である液体クロマトグラフィーおよび有機質量分析法(ESI-MS など)は形態別の分離能や検出感度が十分ではなく、重金属の環境および生体内の存在形態はほとんど明らかとなっていない。本研究では、亜鉛等重金属の、特に有機態金属について、優れた分離能を有するキャピラリー電気泳動(CE)と高感度かつ元素選択的検出が可能な誘導結合プラズマ質量分析法(ICPMS)をオンライン結合した CE-ICPMS による高感度精密形態分析法を開発する

ものである。

本年度は、CE からの微量溶出液を微粒化し、ICPMS 装置に導入するネブライザーを開発した。また、金属を定量するための標準溶液を安定送液下で微量添加できる微量ポンプを開発した。このポンプは接液部からの金属溶出の影響を抑制し、高精度・高耐久性条件下での微量送液を達成した。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】亜鉛、重金属、形態分析、誘導結合プラズマ質量分析

【研究 題 目】オンサイト型土壌汚染物質高感度簡易測定法の開発

【研究代表者】野田 和俊(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】野田 和俊、愛澤 秀信、駒井 武  
(常勤職員3名)

【研究 内 容】

土壌汚染実態を現場環境下で簡便かつ高感度に測定する新しい簡易測定法として、水晶振動子を利用したハイブリッド型 QCM 検知システムを開発した。これは、環境省が土壌汚染対策法を施行し、所有者の浄化対策に対する責任を明確にしたため、汚染状況を安価でかつ環境基準レベルの低濃度を高感度に測定する手法の要求が高まっていることが背景である。そこで、水晶振動子を利用した超微量天秤(QCM)技術を応用し、従来の QCM 測定法とは異なり、トリクロロエチレン(TCE)等ガスの場合には、水晶振動子を利用して簡易な測定系にもかかわらず TCE を高感度(ppb レベル)で測定可能な点が特長である。土壌中の水銀も同様に、水晶振動子との直接反応を利用して測定するものである。これらの新しい測定法の開発によって、環境基準レベルを現場環境下において簡便にかつ高感度に検知可能とした。本検知手法は、ガスクロマトグラフに近い高感度検知特性でありながらガス検知管と同様に取り扱いが容易であるため、量産化されれば1回あたりの測定コストは、ガス検知管並みの低コスト化が可能であり、有効に利用することが可能である。

【分 野 名】環境・エネルギー

【キーワード】センサ、水晶振動子、土壌、ハイブリッド、ガス

【研究 題 目】感性バイオセンサの開発

【研究代表者】野田 和俊(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】野田 和俊(常勤職員1名)

【研究 内 容】

食の多様化、高品質化、大量生産に伴い、その味、香り、品質、安全性の客観的評価手法の早急な確立が強く望まれている。また同様に生活環境において、有害物質等の簡単かつ迅速な検出法の開発など、環境的安全性への改善意識が、急激に高まりつつある。そこで、化学物

質に由来する味と匂いに関して分子と人工受容膜とのナノレベル相互作用の構築とそのメカニズムの解明を行う目的で、デバイス化に向けた味覚センサ、匂いセンサの受容膜（検出部）の作製を行い、さらにこの結果に基づき、小型で取り扱いが簡単な、味、匂い測定システムの開発を目指すものである。この中で、水晶振動子を利用した感性バイオ（匂いセンサ）の開発を行っており、悪臭、異臭物質を中心に検討を行った。その中で、分子量が小さく悪臭物質として代表的なアンモニアガス（匂い）を、水晶振動子を利用して検知する新たな手法を開発した。検知特性としては、数 ppm 程度のアンモニアガスを良好に検知可能である。また、選択性に関しては、一般的な他ガスの影響を受けないことを明らかにした。この手法によって、選択性を高め、環境の影響を低減させる効果が期待できる。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 匂い、センサ、水晶振動子、QCM、ガス

【研究 題 目】 高分子合成技術の研究（配位触媒重合による配列制御共重合体の精密合成法の確立）

【研究代表者】 萩原 英昭（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 萩原 英昭、杉山 順一  
（常勤職員2名）

【研究 内 容】

（目標、研究計画、及び年度進捗状況）

これまでリビング重合性や連鎖移動反応を制御した配位触媒重合により水酸基やアミノ基を含むモノマーとプロピレンとのランダム共重合体及びアミノ基やチオール基を鎖末端に持つシンジオタクチックポリプロピレン（PP）の合成法を開発してきた。平成19年度は、イソタクチック PP 鎖末端への官能基導入法の開発をおこなった。アリルアミン及びアリルメルカプタンの存在下、イソ特異的触媒であるハーフチタノセンアミド錯体  $\text{Me}_2\text{Si}(\text{NaphN})(\text{Me}_4\text{-Cp})\text{TiMe}_2/\text{MAO}$  によりプロピレンの重合をおこなったところ、アミノ基は導入出来なかったが、チオール基を選択的に鎖末端に導入出来ることを見いだした。次いで、これまでに合成法を確立した水酸基を有するイソタクチック PP の構造と物性の解析をおこなった。同程度の分岐を有するランダム共重合体で水酸基を導入したものとそうでないものを比較すると、水酸基を導入したものでは結晶化度が高くなるとともにドメインサイズが小さくなることを明らかにし、これが弾性率などの物性に大きく影響することを見出した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ポリプロピレン、極性基、末端機能化、リビング重合、弾性率

【研究 題 目】 ヘテロ接触界面のイオン移動現象とその

設計

【研究代表者】 内本 喜晴（京都大学）

【研究担当者】 雨澤 浩史（東北大学）、嶺重 温  
（兵庫県立大学）酒井 夏子、  
岸本 治夫（エネルギー技術研究部門）  
（常勤職員2名）

【研究 内 容】

目標：

高温におけるヘテロ接触界面のイオン移動現象を支配する因子を明らかにし、ナノイオニクス現象の利用による高機能電極の構築とその設計指針を確立するため、より直接的な評価手法の開発・確立を目指す。二次イオン質量分析（SIMS）、in situ X 線吸収分光（in situ XAFS）、ナノ X 線吸収分光（nano-XAFS）、による等の測定手法の確立を行う。

計画：

金（Au）または白金（Pt）/ガドリニウム置換セリア（GDC）ヘテロ接触界面について、酸素の移動挙動を同位体拡散と SIMS を用いた3次元分布分析により評価する手法を検討し、温度の影響、カソード分極の影響を検討した。

年度進捗状況：

前年度検討した Au, Pt/イットリア安定化ジルコニア（YSZ）系においては、気体酸素/金属/YSZ 三相界面に沿って酸素交換反応の活性化がみられたが、今年度検討した Au, Pt/GDC では、三相界面における活性化は観測されず、界面近傍の幅広い GDC 表面において酸素交換反応の活性化が観測された。また、カソード分極をかけると GDC 表面の酸素交換が大幅に上がる現象がみられた。YSZ 系と GDC 系の違いの原因としては、以下の3点が可能性として考えられた。

- (1) GDC は YSZ よりはるかに高いホール・電子濃度をもつため、YSZ よりも GDC 表面の酸素交換反応が活発であり、三相界面の影響を見えにくくしている。
- (2) GDC においては、粒界や表面に置換したガドリニウムが濃集析出する現象が多く報告されている。今回検討に用いた GDC と金属の界面においてもガドリニウムとセリウムの濃度比の変動が観測されているため、このような組成不均一が三相界面における反応促進を妨げている。
- (3) 希土類置換セリアは空気中の水蒸気を大量に吸収することを確認している。水分子が GDC 表面をほぼ完全に覆うと、酸素分子の表面吸着、拡散を阻害すると考えられる。温度の上昇や、カソード分極により吸着水分子の一部が脱離するため、酸素交換反応の活性サイトが増加すると考えられる。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ナノイオニクス、固気界面反応、SOFC、酸素、表面反応、界面反応

〔研究題目〕超高压下における新充填スクッテルダイ  
ト化合物の物質開発

〔研究代表者〕李 哲虎（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕李 哲虎（常勤職員1名）

〔研究内容〕

近年、大きなかご状格子の中に充填された原子の振動（ラットリング）が様々な異常物性を引き起こすのではと考えられ注目を集めている。これまで多くの研究がなされて来たが、このラットリングの性質については分からない事が多く、統一された物理的描像は未だに無い。そこで、本研究では中性子散乱実験を行い、ラットリングとはどういう振動モードなのかを明らかにすることを目的とする。

本研究ではかご状物質である type-I クラスレート  $A_8Ga_{16}Ge_{30}$  ( $A=Ba, Sr$ ) のフォノンを中性子非弾性散乱によって調べた。それらのフォノン分散を明らかにし、ボルンフォンカルマン法に基づく解析から、原子間結合力を見積った。また、フォノンスpektrラムの温度変化を調べ、ゲストモードの非調和性を調べた。

$Ba_8Ga_{16}Ge_{30}$  及び  $Sr_8Ga_{16}Ge_{30}$  においてそれぞれ 4.5 meV 及び 4.0 meV にてほぼ平らな分散をもつゲストモードを観測した。これはかごに充填された Ba 及び Sr 原子が大きく振動するモードに対応する。ボルンフォンカルマン法による解析からゲスト原子とかご間の原子間力は極めて弱く 0.01 mdyne/Å 程度であることが明らかとなった。また、かご及びゲスト原子間の隙間が大きくなるほど、ゲスト原子の振動はよりアインシュタイン的になることが明らかとなった。このラットリング振動が熱伝導度の低下に寄与していることがフォノンの分散関係から推察される。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕熱電、強相関

〔研究題目〕微細流路における強制流動沸騰熱伝達の  
現象解明と熱伝達特性改善

〔研究代表者〕大田 治彦（九州大学）

〔研究担当者〕阿部 宜之（エネルギー技術研究部門）  
（常勤職員1名）

〔研究内容〕

強制流動沸騰熱伝達現象における微細流路群（マイクロチャンネル、ミニチャンネル）の適用の効果を明らかにすると共に、特異な表面張力挙動を示すいわゆる self-rewetting 流体が、微細流路群での強制流動沸騰熱伝達においてどのような効果を発現できるのか、その可能性を実験的に検証することを研究の目標としている。

研究計画では、まず数100ミクロンから数10ミクロンの流路幅を有する微細流路群を供試体とし、レファレンス流体として水を用いて、サブクール状態で微細流路群に流入した作動媒体の気液相変化による熱伝達特性の供試体長手方向分布を、質量流量を変えて計測する。

更に、作動媒体を self-rewetting 流体である高級アルコール水溶液として同条件での実験データを取得し、微細流路群での強制流動沸騰熱伝達における作動媒体の表面張力効果について知見を得る。

本年度は、昨年度製作した実験装置に見られたいくつかの不具合を克服し、レファレンス実験が実施できる状況に到達した。500ミクロン流路群を用いたレファレンス実験での水の強制流動沸騰実験は、2パターンでの質量流量下での実験データを取得することができ、実験データの解析がほぼ終了した。今のところ、この程度の微細流路群での強制流動沸騰熱伝達の顕著な有意性は確認できていない状況である。

さらに、質量流量を変えた実験を進め、より微細な流路群、self-rewetting 流体の効果等について実験データを得るべく研究を継続していく予定である。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕冷却技術、マイクロエレクトロニクス、マイクロチャンネル、強制流動沸騰熱、表面張力、マランゴニ効果

〔研究題目〕太陽光発電利用促進技術調査マイクロ波  
の植物への影響調査

〔研究代表者〕村上 寛（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕戸田 義継、岩田 敏彰、阿部 宜之、  
佐藤 千恵子（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

将来技術として期待されている宇宙太陽発電は静止軌道から地上へのマイクロ波による送電が行われるが、環境へのマイクロ波の影響について十分な研究が進んでいない。本研究では主として植物に及ぼすマイクロ波の影響を長期暴露実験や短時間マイクロ波照射実験で調査することが目的である。電力伝送用のマイクロ波は2.45 GHz とシステムが小型になる5.8 GHz が予定されている。この周波数による違いも調査するため既存のマイクロ波照射実験施設の横に5.8 GHz の施設を設置した。屋内実験施設も2つの周波数で実験できる土壌温度を制御したシステムを構築し、両周波数のマイクロ波照射実験を進めている。異なる周波数の評価は屋外屋内ともマグネトロンの流入電流で行っているが、電力密度は確定できていない。比較するには電力密度の計測が必要である。植物の屋外と屋内におけるマイクロ波照射実験で電力密度による5.8 GHz でも2.45 GHz と同様に成長促進が認められた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕マイクロ波送電、宇宙太陽発電、植物、環境



## 2. 研究関連・管理業務

産総研発足時から研究を支援する業務を担う機能を東京及びつくばに集中した。これは、各所に分散していた研究関連業務、管理業務等を可能な限り集中し、統合のメリットを最大限に活用した業務運営効率の高い組織、制度を確立させたものである。統合の際には、各業務の電子化を積極的に導入し、ネットワークを活用した事務処理により効率化・迅速化を図り、無駄のない業務運営を行っている。また、各業務の実績と運営状況を常に把握し、評価結果、社会状況を踏まえた経営判断により、コンプライアンス対応体制や産学官連携体制の強化、個人情報保護のための体制整備等最適な体制に向けて不断の見直しを行っている。

19年度においては、「安全管理及び法令順守の徹底」「財務経営機能の強化」「イノベーション機能の強化」「障害者雇用の推進」の4つの視点から以下の組織再編を実施した。

- ① 安全確保及び法令遵守の徹底…環境安全管理部を再編し、安全企画室、管理推進室、ライフサイエンス実験管理センター、放射線管理センターを新設
- ② 財務経営の強化（予算執行管理の強化）…財務会計部門に制度・審査室を新設  
（施設整備機能の強化）…研究環境整備部門に建設部を新設し、部門内の体制を再編
- ③ イノベーション機能の強化…地質調査情報センターに地質情報統合化推進室を新設
- ④ 障害者雇用の促進…能力開発部門にバリアフリー推進室を新設

### 【研究支援体制】

#### 1. 理事長直属部門

理事長直属部門は、企画本部、業務推進本部、評価部、環境安全管理部、広報部、法務室、情報公開・個人情報保護推進室、男女共同参画室、次期情報システム研究開発推進室、イノベーション推進室及び監査室を置き、産総研の総合的な経営方針及び研究方針の企画を行うなど理事長を直接的に補佐する部門として、業務を遂行している。

#### 2. センター

センターは、先端情報計算センター、特許生物寄託センター、ベンチャー開発センター、地質調査情報センター及び計量標準管理センターを置き、研究所情報基盤の高度化等、産総研ミッションのうち特別の任務を担った業務を遂行している。

#### 3. 研究関連部門

研究関連部門は、技術情報部門、産学官連携推進部門、知的財産部門及び国際部門を置き、政策提言、産総研の基本方針に係る中長期的視点での研究戦略の立案に資する調査研究や産学官連携活動及び成果の普及等、研究に直接関連した業務を遂行している。

#### 4. 管理部門

管理部門は、研究業務推進部門、能力開発部門、財務会計部門及び研究環境整備部門を置き、職員の日常的職務環境の維持や職員の能力向上に向けた業務等により組織運営の基盤となる研究に間接的に関わる業務を推進している。

<凡 例>

研究管理・関連部門名 (English Name)

---

所在地：つくば中央第×、△△センター

人 員：職員数（研究職員数）又は実効人員数（職員数）

概 要：部門概要

---

機構図

(3/31現在の役職者名)

---

〇〇部 (〇〇English Name Division)

(つくば中央第〇、△△センター)

概 要：業務内容

××室 (××English Name Office)

(つくば中央第〇)

概 要：業務内容

△△室 (△△English Name Office)

(△△センター)

概 要：業務内容

---

業務報告データ（表等で報告）

## (1) 企画本部 (Planning Headquarters)

所在地：東京本部、つくば中央第2

人 員：60名 (35名)

概 要：企画本部は、理事長を補佐し、研究所の総合的な経営方針の企画及び立案、研究所の業務の実施に係る総合調整並びに業務合理化の推進等に係る業務（業務推進本部の所掌に係わるものは除く）を行っている。

具体的には、理事長の執務補佐を行うとともに、研究所の経営企画業務として、経済産業省と密接なコミュニケーションをとりつつ、法人運営全体に係わる企画調整、経営方針の企画立案、中期計画及び年度計画の取りまとめ、研究資源の配分、研究センター・研究部門・研究ラボの新設及び改廃案の策定等を行っている。研究企画業務として、研究方針の企画立案、研究戦略の策定、分野融合による重点研究テーマの設定、研究スペースの調整、研究計画の取りまとめ等を行っている。

また、国会、経済産業省、総合科学技術会議や独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構等の外部機関への総括的な対応を担っている。

機構図（2008/3/31現在）

### 【企画本部】

|           |           |
|-----------|-----------|
| 企画本部長     | 脇本 眞也     |
| 企画副本部長    | 中村 幸一郎    |
|           | 瀬戸 政宏     |
| 総括企画主幹    | 四元 弘毅     |
|           | 堀尾 容康     |
|           | 増田 幸治     |
|           | 角口 勝彦     |
|           | 高辻 利之     |
|           | 久保田 喜嗣    |
|           | 茂里 康      |
|           | 牧原 正記     |
| 総括主幹      | 松崎 一秀     |
|           | 宮本 晃之     |
|           | 安田 進      |
| 【特別事業推進室】 | 室 長 堀尾 容康 |

特別事業推進室 (Special Project Promotion Office)

概 要：特別事業推進室は、研究所の特別事業として推進する建設物及び連携研究等の総合調整に関する業務を行っている。

## (2) 業務推進本部 (General Administration Headquarters)

所在地：東京本部・つくば本部

人 員：1名

概 要：「適正かつ効率的にその業務を運営するよう努めなければならない。」（独法通則法第3条第1項）という独立行政法人の使命にのっとり、産総研の業務運営の効率化を図ることを目的とし、理事長直属部門として平成13年7月10日に発足。

当本部では、「研究所の業務効率化に係る基本方針の企画及び立案並びに総合調整に関すること。」及び「研究所の業務効率化の推進に関すること。」（組織規則第5条）の各業務を担当。

### 【平成19年度の主な業務内容】

（研究関連・管理部門等の業務効率化）

○第2期中期目標期間の業務効率化目標を達成するため、平成17年度に業務効率化アクションプランを策定。平成19年度は、このアクションプランを予算表と対応づけすることにより、予算配分とのより厳密な連携による実行性の向上を図った。

○平成18年度に引き続き、研究実施部門においてもユニット経営計画書に各研究ユニットの業務効率化に対する取り組み計画及び前年度実績を記載し、業務効率化に対する意識向上と取り組みを促進した。

（地域センターにおける業務のあり方）

○平成18年度に引き続き、地域センターにおける今後の業務のあり方に関して地域センターと意見交換を行い、今後の地域センターにおける業務や人員配置のあり方に関して検討を行った。また、地域展開検討委員会においてはこれらの検討結果を含み、報告が取りまとめられた。

（業務効率化及び時間外労働縮減キャンペーンの実施）

○平成18年度に引き続き、10月に業務効率化及び時間外労働縮減キャンペーンを実施し、消灯日とノー残業デーの協調実施、クリーニングデーの実施、深夜労働に係るタクシー使用の抑制、年次休暇の取得促進や各ユニットにおける業務のアウトソーシングの可能性について検討を行った。

（業務品質向上推進運動の実施）

○職員の業務品質向上の意識醸成を目指して平成18年度から業務品質向上推進運動を開始し、毎年6月を業務品質向上推進運動強化月間と定め、普及啓発用ポスターの掲示や各部門内において改善方策の検討を実施した。平成19年度は本強化月間において、組織的業務、ラインによる事務処理の確認を徹底した。

（ワンストップサービス推進体制の構築）

○平成18年度に研究業務推進部門（研究業務推進室、総括事務マネージャー）を設置し、研究実施部門と研究関連・管理部門等との連携と質の高い研究業務支援を提供するためのワンストップサービス推進体制を構築。平成19年度は、研究ユニット側からの依頼、相談に迅速かつ適切に対応できるように、研究関連・管理部門との連携強化のための総括事務マネージャーによる部門担当制をとることとした。さらに、業務改善提案を



進めるためのプロジェクトチームを設置して検討を開始した。

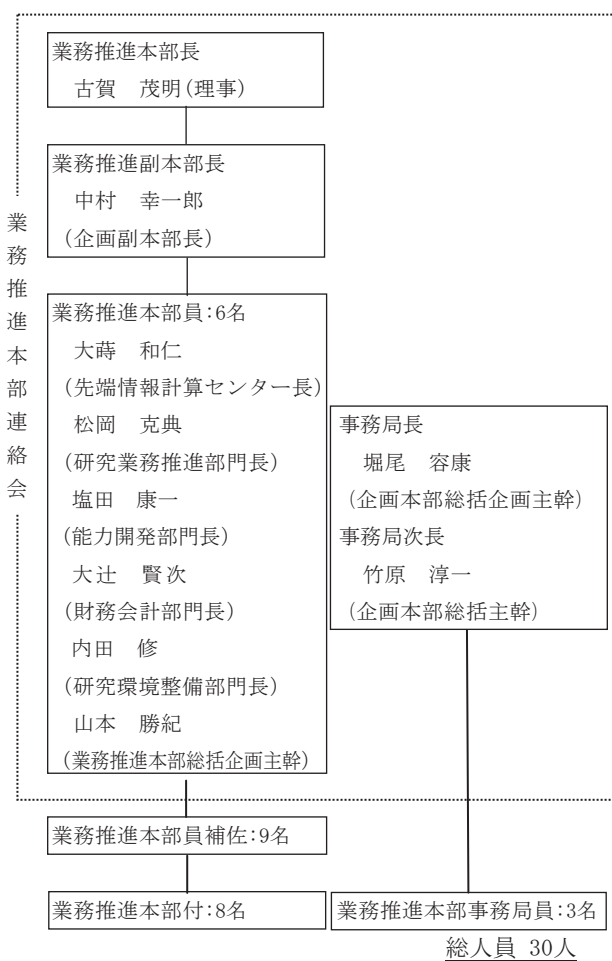
#### 【業務運営効率化の取り組み】

独立行政法人の使命である効率的かつ効果的な業務の運営のための、中期目標、中期計画及び年度計画にのっとり、業務の効率化に向けた取り組みを行っている。すなわち、サービスの質や研究環境の向上と業務経費削減の両立を目指し、国研時代の旧習に代わる独法としての新しい経営のあり方を提示し、自己評価制度や監査業務との密接な連携を通して効率的な業務運営の実現に取り組んでいる。

#### 【今後の計画】

第2期中期目標期間中の業務効率化目標を達成するために、第2期における支出増加要因等を考慮して、産総研としての業務効率化に関する取り組み方針の検討・調整を行う。また、引き続き組織再編に関する検討、アウトソーシングの推進、地域センターにおける間接業務の効率化について検討していく。

機構図（2008/3/31現在）



### (3) 評価部（Evaluation Department）

所在地：つくば中央第2

人 員：19名（16名）

概 要：評価部は、研究ユニット及び研究関連・管理部門等の組織評価を行うこととしている。その評価の目的は、①研究ユニットの研究開発活動の活性化・効率化を図ること、②研究関連・管理部門等におけるサービスの向上・業務の効率化・活性化を図ること、③経営に資するデータの提供や提言を行い、産総研のマネジメントへの反映を促すこと、④独立行政法人評価委員会（経済産業省）や国民に対する説明責任を果たすことである。

評価結果は、理事長に報告されるとともに、社会や国民への説明責任と併せて産総研の活動のより広い理解が得られるよう、評価報告書として刊行され、ホームページ上で公開される。

#### 1. 研究ユニット評価

社会・経済的価値の創出をもたらす成果を着実に上げるため、アウトカムの視点から、研究計画の妥当性、研究開発の成果及び研究実施体制の適切性等についての研究ユニット評価を行う。研究ユニット毎に研究ユニット評価委員会（外部委員5名程度と内部委員3名程度で構成）を設置して、評価（成果評価、スタートアップ評価）・モニタリング意見交換を行った。本年度の外部委員は延べ292名、内部委員は延べ99名であった。

##### 1) 成果評価

成果評価では、アウトカムの視点からの評価として、ロードマップ評価、アウトプット評価、マネジメント評価を実施し、評点とコメントによる評価を行った。本評価は隔年度実施であり、本年度は20の研究ユニットを対象とした。

##### 2) スタートアップ評価

スタートアップ評価では、ロードマップ評価及びマネジメント評価を実施し、コメントによる評価を行った。本年度に新設された3つの研究ユニットを対象とした。

##### 3) 研究ユニットモニタリング意見交換

研究ユニット評価の信頼性を向上させるものとして、成果評価等を実施しない年度に当たる研究ユニットに対して、評価委員との意見交換を実施した。本年度は33の研究ユニットを対象とした。

#### 2. 研究関連・管理部門等活動評価

研究関連・管理部門等活動評価委員会の下に、目標管理形式で部門等の活動について評価を行う。本年度は、環境安全管理部、広報部、先端情報計算センター、技術情報部門、産学官連携推進部門、知的財産部門、国際部門、研究業務推進部門、能力開発部門、財務会計部門、研究環境整備部門を対象に評価を実施した。本評価は隔年度実施であり、活動評価を実施しない年度に当たる部門等については、モニタリングを実施し

た。

機構図（2008/3/31現在）

評価部 部長 （兼）中島尚正  
 首席評価役 一條 久夫、工藤 勝久、  
 栗山 博、濱 純、水野 光一  
 次長 中村 修、澤田 美智子  
 審議役 中村 治  
 室長 （兼）中村 修、岡 修一

評価企画室（Evaluation Planning Office）

（つくば中央第2）

概要：企画チーム、研究関連・管理部門等評価推進チーム、評価分析チームを置き、①企画本部等部外との調整、②研究関連・管理部門等活動評価の実施、③第3期に向けた評価システムの検討、④各種評価データの分析の業務を行う。

研究評価推進室（Research Evaluation Office）

（つくば中央第2）

概要：研究ユニット評価推進チームを置き、①評価趣旨の徹底、②研究ユニット評価の実施、③評価報告書作成の業務を行う。

業務報告データ

平成18年度研究ユニット評価報告書（平成19年4月27日）

平成18年度研究関連・管理部門等業績評価結果報告書（平成19年8月17日）

\*産総研公式ホームページの評価部のページから閲覧可能（<http://unit.aist.go.jp/eval/ci/report.html>）

#### (4) 環境安全管理部（Safety and Environmental Protection Department）

所在地：つくば中央第1

人員：19名（9名）

概要：環境安全管理部は、理事長を補佐し、研究所の環境及び安全衛生の管理並びに防災対策等に係る業務を行っている。環境・安全管理は、産総研で働く職員のみならず周辺住民の環境・安全にも関わる重要な事柄である。また、産総研自体にとっても生命線であり、あらゆる種類の事業の前提となる最優先事項であると位置付けている。

環境安全管理部は、産総研環境安全憲章に記載された基本的活動理念を実現・遂行するために、他の関連部門との密接な協力のもと、安全で快適な研究環境を創出し、これを確保することを最上の活動目的としている。この目的を実現するため、安全ガイドラインやマニュアル等の整備と普及、環境・安全関連の施設・設備整備と改善

等のハード・ソフト面での積極的活動を行うとともに、環境影響低減化に向けた活動及び事故発生数抑制のため全職員の環境・安全に対する意識の向上のための活動を重点的に行っている。

機構図（2008/3/31現在）

|            |                    |
|------------|--------------------|
| [環境安全管理部]  | [安全企画室]            |
| 部長（兼）小林 直人 | 室長 関河 敏行           |
| 次長 宮寺 達雄   | 室長代理 中島 秀記         |
| 次長 米田 理史   | 総括主幹（兼）寒川 強        |
| 審議役 大和田 一雄 | 総括主幹 白波瀬 雅明        |
| 部総括 古谷 紳次  | 主幹 井坪 信一           |
| 総括主幹 石川 樹  | [環境対策室]            |
| 部付（兼）飯田 光明 | 室長 石井 正人           |
|            | 室長代理 尾崎 ひろ美        |
|            | 主幹 木下 好司           |
|            | 主幹 北川 由紀子          |
|            | 主査 太田 祥子           |
|            | [ライフサイエンス実験管理センター] |
|            | センター長              |
|            | （兼）大和田 一雄          |
|            | 総括主幹 細矢 博行         |
|            | 主幹 石村 美雪           |
|            | 主査 藤田 義光           |
|            | 職員 高塚 弘行           |
|            | [放射線管理センター]        |
|            | センター長              |
|            | （兼）工藤 勝久           |
|            | 副センター長 寒川 強        |
|            | （兼）中島 秀記           |
|            | [管理推進室]            |
|            | 室長（兼）米田 理史         |
|            | （兼）尾崎ひろ美           |
|            | （兼）中島 秀記           |

平成19年度の主な活動

##### 1. 安全衛生管理体制の確立・維持

第2期中期計画の3年度目で、昨年度に引き続き安全衛生管理体制の見直し・高度化を図った。

- ・安全衛生委員会（各事業所月1回）、産業医巡視（月1回）及びユニット長巡視（年2回）の立会い、指導を行った。
- ・グループ・チーム安全衛生会議（最低月1回）の実施状況把握及び徹底を行った。
- ・高圧ガス、エックス線、危険薬品等安全講習会、新規管理職・ユニット長研修及び一般研究系職員研修を実施した。
- ・巡視月間テーマの設定及び事業所間相互巡視を実施した。

- ・危険薬品等管理要領及び同マニュアル、安全ガイドラインの改訂を行った。
  - ・資格取得講習会や安全講習会の企画・開催を行った。
  - ・環境・安全マネジメントシステムの運用（4事業所）並びに適用（3事業所）を開始した。
  - ・事故報告・ヒヤリハット報告の周知及び分析を行った。
  - ・全国管理監補佐会議（月1回）及び全国安全担当者会議（年2回）を開催した。
  - ・全国の管理監と TV 会議による安全管理報告会（毎朝）を実施、報告事項を取りまとめて各事業所へ周知した。（1/15～）
2. 法遵守のための施設・設備・システムの整備・運用
- 環境や化学物質等の関連法規を遵守するため、危険物、高圧ガス、ライフサイエンス実験、放射線管理等の個別事項の管理監督、薬品・ボンベのデータベースによる管理を実施した。
- ・薬品・ボンベ管理システムの次期システム運用に向けた改修計画を策定した。
  - ・上記システムによる危険物・高圧ガスの保管量の監視と削減指導並びに PRTR 報告書作成を行った。
  - ・薬品取扱責任者をユニットに配置することにより、法改正情報の周知、危険薬品の減量化等の薬品管理体制の強化を図った。
  - ・北海道センター廃水処理設備高度化に伴う設計を実施した。（継続事業）
  - ・ライフサイエンス実験管理センターを設置し、事業所毎であった人間工学実験委員会、組換え DNA 実験委員会、微生物実験委員会を統一することにより、審査基準の均一化及び透明化を図った。
  - ・動物飼育施設一元管理体制を構築し、施設毎に標準作業手順(SOP)を定め、専門の飼育スタッフによる飼育管理体制を確立した。
  - ・動物実験教育訓練、組換え DNA 実験教育訓練及び微生物実験教育訓練を実施した。
  - ・放射線管理センターを設置し、各事業所の RI 管理に適した管理システムの仕様を検討し、設計書等の作成を行った。
  - ・各事業所で行っている放射線管理業務を一元管理するための移行作業に着手した。
  - ・建築基準法に規定する危険物数量を適切に管理するため、研究で必要となる危険物数量を調査し、危険物許可数量の変更などにかかる建築許可申請手続きを行った。
3. 環境影響低減化対策
- 環境影響低減化対策については、環境安全マネジメントシステムの適用を開始、環境報告書の作成・公表を実施した。
- ・環境配慮促進法に基づき「環境報告書2007」を作成・

公表した。

- ・つくば東、中部センター、四国センターの ISO14001 認証の更新・継続の支援を行った。
- ・環境安全マネジメントシステムの運用（4事業所）並びに適用（3事業所）を開始した。
- ・九州センター直方サイトの汚染土壌の浄化（土壌入換）工事を実施した。

#### 4. 防災及び地震対策

大規模災害や地震等の発生に備え、防災規程等の見直しを行った。

- ・地震対策専門部会の開催及び東北センター、臨海副都心センター、中部センターの3拠点に地震対策 WG を設置し、地域特性を考慮した地震対策を検討した。
- ・防災用備品、消耗品、食料など備蓄用品の補充を行った。

#### 5. その他

- ・つくばセンターで発生した火災事故の原因究明並びに再発防止策の策定、事故対応マニュアルの改訂を行った。

### (5) 広報部（Public Relations Department）

所在地：つくば中央第2、つくば中央第7、  
つくば中央第1

人 員：36名（8名）

概 要：広報部は、産業技術や国民生活の向上に貢献することを目的として、報道発表、ホームページ、広報誌、パンフレット、所内公開、イベント出展、地質標本の保存・展示、見学等の広報活動を通じ、広く国民に対して研究所の研究成果を分かりやすい情報として提供している。

機構図（2008/3/31現在）

|          |      |             |
|----------|------|-------------|
| [広報部]    | 部長   | (兼) 小野 晃    |
|          | 次長   | 高木 潔        |
|          | 審議役  | 石川 雄一、多屋 秀人 |
|          | 総括主幹 | 石井 武政、下村 正樹 |
| [広報企画室]  | 室長   | 助川 友之 他     |
| [CC 推進室] | 室長   | 馬場 正行       |
| [広報業務室]  | 室長   | 梶原 茂 他      |
| [e 広報室]  | 室長   | 小松崎 実 他     |
| [出版室]    | 室長   | 藤田 茂 他      |
| [展示業務室]  | 室長   | 田中 伸一 他     |
| [地質標本館]  | 館長   | 青木 正博 他     |
|          | 副館長  | 酒井 彰        |
|          | 総括主幹 | 古谷 美智明      |

広報企画室（Public Relations Planning Office）  
（つくば中央第2）



概要：広報企画室は、広報の基本方針の企画・立案、並びに広報部の業務を総括している。

#### CC 推進室

(Office of Corporate Communications Development)

(つくば中央第2)

概要：CC 推進室は、コーポレート・アイデンティティ (CI) を基本とした、産総研ブランドの確立に関する業務を行っている。

#### 広報業務室 (Press Office)

(つくば中央第2)

概要：広報業務室は、報道発表を中心にマスメディア対象の広報活動に関する業務を行っている。

#### e 広報室 (Website Office)

(つくば中央第2)

概要：e 広報室は、産総研公式ホームページ・メールマガジンなどインターネットを通じた最新研究成果等の発信、広報のための映像・画像の作成、旧工業技術院各研究所ホームページを含めたアーカイブ・データの整理、ウェブマスター宛の問い合わせ等の対応に関する業務を行っている。

#### 出版室 (Publication Office)

(つくば中央第2)

概要：出版室は、広報誌、刊行物その他印刷物の編集、発行及び頒布、広報のための画像作成に関する業務を行っている。

#### 展示業務室 (Exhibition Office)

(つくば中央第2、つくば中央第1)

概要：展示業務室は、所内公開等の催し物、外部イベントへの出展、見学対応などの広報活動に関する業務を行っている。つくばセンターに設置された「サイエンス・スクエアつくば」においては、土・日・祝日も開館し、一般向けに産総研の最新研究成果の展示を行っている。

#### 地質標本館 (Geological Museum)

(つくば中央第7)

概要：地質標本館は、世界的にユニークな地学専門の博物館として、地質標本、地学全般と地球の歴史・変動のメカニズム、人間生活との関わりについて展示し、土・日・祝日の開館を実施している。また、地球科学を普及するための展示会、講演会、野外観察会などのイベントの他、地質相談業務、試料調製業務、並びに地質標本の整備・管理に関する業務も行っている。

## 1) 報道関係

## 平成19年度プレス発表件数（ユニット別）

| 所 属 名               | 発表件数 |
|---------------------|------|
| 企画本部                | 3    |
| 環境安全管理部             | 1    |
| イノベーション推進室          | 9    |
| 活断層研究センター           | 1    |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター | 1    |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター  | 2    |
| 近接場光応用光学研究センター      | 1    |
| 太陽光発電研究センター         | 2    |
| ナノカーボン研究センター        | 1    |
| 情報セキュリティ研究センター      | 1    |
| バイオマス研究センター         | 1    |
| 新燃料自動車技術研究センター      | 1    |
| 生命情報工学研究センター        | 1    |
| 生産計測技術研究センター        | 1    |
| 計測標準研究部門            | 2    |
| 知能システム研究部門          | 4    |
| エレクトロニクス研究部門        | 6    |
| 光技術研究部門             | 3    |
| 人間福祉医工学研究部門         | 1    |
| 脳神経情報研究部門           | 1    |
| ナノテクノロジー研究部門        | 4    |
| 生物機能工学研究部門          | 5    |
| 計測フロンティア研究部門        | 2    |
| セルエンジニアリング研究部門      | 3    |
| ゲノムファクトリー研究部門       | 1    |
| 先進製造プロセス研究部門        | 4    |
| サステナブルマテリアル研究部門     | 2    |
| 地質情報研究部門            | 1    |
| 環境管理技術研究部門          | 2    |
| エネルギー技術研究部門         | 3    |
| 情報技術研究部門            | 3    |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ    | 1    |
| フェロー                | 1    |
| 特許生物寄託センター          | 1    |
| 産学官連携推進部門           | 12   |
| 国際部門                | 2    |
| 知的財産部門              | 2    |
| 能力開発部門              | 1    |
| つくばセンター             | 1    |
| 総 計                 | 94   |

※発表件数は77件。

※所属別発表件数94件のうち、17件は複数の研究ユニットが共同でプレス発表を行った。

作成にあたっての考え方

- ・複数の研究ユニットによる共同のプレス発表はそれぞれ個別にカウントした。
- ・複数名での管理関連部門のプレス発表（イベント等）は案件毎に判断した。
- ・新組織に移行している研究ユニット、管理関連部門があるが、発表当時の組織名で掲載した。

## 平成19年度取材対応件数（所属別）

| 所 属 名                | 発表  |
|----------------------|-----|
| 理事                   | 5   |
| 研究コーディネータ            | 2   |
| 企画本部                 | 4   |
| 評価部                  | 1   |
| 男女共同参画室              | 1   |
| イノベーション推進室           | 3   |
| 広報部                  | 29  |
| 活断層研究センター            | 136 |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 9   |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 19  |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 1   |
| 強相関電子技術研究センター        | 3   |
| 界面ナノアーキテクトニクス研究センター  | 3   |
| グリッド研究センター           | 5   |
| デジタルヒューマン研究センター      | 43  |
| 近接場光応用光学研究センター       | 3   |
| ダイヤモンド研究センター         | 3   |
| バイオニクス研究センター         | 3   |
| 太陽光発電研究センター          | 17  |
| ナノカーボン研究センター         | 7   |
| 健康工学研究センター           | 2   |
| 情報セキュリティ研究センター       | 10  |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 3   |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 2   |
| バイオマス研究センター          | 10  |
| デジタルものづくり研究センター      | 3   |
| 水素材料先端科学研究センター       | 1   |
| 糖鎖医工学研究センター          | 8   |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 10  |
| 生産計測技術研究センター         | 4   |
| 計測標準研究部門             | 16  |
| 地圏資源環境研究部門           | 49  |
| 知能システム研究部門           | 54  |
| エレクトロニクス研究部門         | 20  |
| 光技術研究部門              | 25  |
| 人間福祉医工学研究部門          | 49  |
| 脳神経情報研究部門            | 4   |
| ナノテクノロジー研究部門         | 21  |
| 計算科学研究部門             | 1   |
| 生物機能工学研究部門           | 10  |
| 計測フロンティア研究部門         | 7   |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 6   |
| セルエンジニアリング研究部門       | 20  |
| ゲノムファクトリー研究部門        | 11  |
| 先進製造プロセス研究部門         | 23  |
| サステナブルマテリアル研究部門      | 10  |

| 所 属 名            | 発表    |
|------------------|-------|
| 地質情報研究部門         | 120   |
| 環境管理技術研究部門       | 57    |
| 環境化学技術研究部門       | 5     |
| エネルギー技術研究部門      | 19    |
| 情報技術研究部門         | 26    |
| メタンハイドレート研究ラボ    | 17    |
| シグナル分子研究ラボ       | 2     |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ | 1     |
| 地質調査情報センター       | 43    |
| 計量標準管理センター       | 5     |
| ベンチャー開発センター      | 2     |
| 技術情報部門           | 2     |
| 産学官連携推進部門        | 113   |
| 能力開発部門           | 4     |
| 研究環境整備部門         | 1     |
| 北海道センター          | 4     |
| 東北センター           | 7     |
| 四国センター           | 1     |
| 九州センター           | 1     |
| 総 計              | 1,106 |

## 平成19年度マスコミ等報道数

| 媒 体 名   |               | 件数    |
|---------|---------------|-------|
| 新聞      | 朝日新聞          | 142   |
|         | 読売新聞          | 117   |
|         | 毎日新聞          | 86    |
|         | 産経新聞          | 53    |
|         | 日本経済新聞        | 186   |
|         | 日刊工業新聞        | 363   |
|         | フジサンケイ ビジネスアイ | 10    |
|         | 日経産業新聞        | 233   |
|         | 化学工業日報        | 185   |
|         | 科学新聞          | 110   |
|         | 電波新聞          | 41    |
|         | 電気新聞          | 76    |
|         | 他             | 718   |
|         | 計             | 2420  |
| 雑誌等     |               | 178   |
| TV／ラジオ  | NHK           | 52    |
|         | 民放 他          | 47    |
|         | 計             | 99    |
| WEB その他 |               | 29    |
| 合 計     |               | 2,726 |



## 2) 主催行事等

## 平成19年度講演会等実施一覧

|    | 開催日                 | 名称                                                                                                                                                                         | 主催等名称                                               | 産総研<br>との<br>かかわり | 開催地        |                       |
|----|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------|------------|-----------------------|
|    |                     |                                                                                                                                                                            |                                                     |                   | 会場都道府<br>県 | 会場名                   |
| 1  | 2007/4/1～2008/3/31  | 次世代医療システム産業化フォーラム2007                                                                                                                                                      | 大阪商工会議所                                             | 協力                | 大阪府        | 大阪商工会議所 他             |
| 2  | 2007/4/4            | 第19回NMIJセミナー NMIJにおける「マテリアルメトロロジー」への取組み( TEST2007特別セミナー)                                                                                                                   | (独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター、日本試験機工業会                    | 共同主催              | 東京都        | 東京ビッグサイト              |
| 3  | 2007/4/6            | 「パワーエレクトロニクス誕生50周年記念講演会ーデバイス、インテグレーション、変換器回路の今後の動向についてー」                                                                                                                   | 電気電子学会、パワーエレクトロニクス関連チャプター                           | 共催                | 愛知県        | ルブラ王山                 |
| 4  | 2007/4/11           | ヒューマンストレスシグナル研究センター第63回セミナー                                                                                                                                                | (独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター                    | 主催                | 大阪府        | 産総研関西センター             |
| 5  | 2007/4/17           | ヒューマンストレスシグナル研究センター第65回セミナー                                                                                                                                                | (独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター                    | 主催                | 大阪府        | 産総研関西センター             |
| 6  | 2007/4/23           | 東北サテライトオープン記念講演会                                                                                                                                                           | (独)産業技術総合研究所 東北センター                                 | 主催                | 宮城県        | 三井アーバンホテル仙台           |
| 7  | 2007/4/25           | 実環境計測・診断システム協議会平成19年度総会・講演会                                                                                                                                                | 実環境計測・診断システム協議会                                     | 主催                | 福岡県        | (財)福岡県中小企業振興センター      |
| 8  | 2007/4/26           | 第18回産総研・技術情報セミナー                                                                                                                                                           | (独)産業技術総合研究所 技術情報部門                                 | 主催                | 茨城県        | 産総研つくばセンター            |
| 9  | 2007/4/27           | GIC19年度総会および特別講演会                                                                                                                                                          | グリーンインキュベーションコンソーシアム、(独)産業技術総合研究所 東北センター            | 共同主催              | 宮城県        | メルパルク仙台               |
| 10 | 2007/4/28           | 日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2007年第3回例会                                                                                                                                             | 日本音響学会関西支部                                          | 共催                | 大阪府        | 産総研関西センター             |
| 11 | 2007/5/9            | ヒューマンストレスシグナル研究センター第64回セミナー                                                                                                                                                | (独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター                    | 主催                | 大阪府        | 産総研関西センター             |
| 12 | 2007/5/15           | 産総研四国センター研究講演会 マイクロバブルを利用した排水処理技術                                                                                                                                          | (独)産業技術総合研究所 四国センター、四国環境ビジネス協議会                     | 共同主催              | 香川県        | 産総研四国センター             |
| 13 | 2007/5/18           | NMIJ-BIPM共催 国際計量標準シンポジウム「未来を拓くものさし・光コム」                                                                                                                                    | (独)産業技術総合研究所 計量標準管理センター、国際度量衡局                      | 共同主催              | 茨城県        | つくば国際会議場 エポカル         |
| 14 | 2007/5/18           | 技術シンポジウム「光触媒・高効率な環境浄化と新エネルギー創出に向けて」                                                                                                                                        | 光触媒環境産業展実行委員会                                       | 共催                | 愛知県        | ポートメッセなごや (名古屋市国際展示場) |
| 15 | 2007/5/18           | 第1回FGFシンポジウム 基礎から応用まで                                                                                                                                                      | (独)産業技術総合研究所                                        | 主催                | 東京都        | 産総研臨海副都心センター          |
| 16 | 2007/5/21           | 平成19年度 産総研 環境・エネルギーシンポジウム シリーズ1持続可能な社会構築のための環境技術イノベーション                                                                                                                    | (独)産業技術総合研究所                                        | 主催                | 東京都        | 秋葉原UDX                |
| 17 | 2007/5/21～2007/5/23 | ナノ学会第5回大会                                                                                                                                                                  | ナノ学会                                                | 共催                | 茨城県        | つくば国際会議場              |
| 18 | 2007/5/22～2007/5/25 | 2007 CERC国際シンポジウム 強相関電子系研究のハイライトと将来展望ー物理学から応用へー2007 CERC International Symposium Highlights and Perspectives of Correlated Electron Systems -From Physics to Applications- | 2007CERC国際シンポジウム実行委員会 ((独)産業技術総合研究所 強相関電子技術研究センター内) | 主催                | 東京都        | 秋葉原コンベンションホール         |
| 19 | 2007/5/25           | 日本ゾルゲル学会第4回セミナー                                                                                                                                                            | 日本ゾルゲル学会                                            | 協賛                | 東京都        | 東京理科大学神楽坂キャンパス        |
| 20 | 2007/5/25           | 第7回日本蛋白質科学会年会・ワークショップ「蛋白質科学と蛋白質産業：シーズとニーズの交差点」                                                                                                                             | 日本蛋白質科学会 バイオロジカルズ製造技術研究会                            | 協力                | 宮城県        | 仙台国際センター              |
| 21 | 2007/5/25           | 平成19年度第1回表面・界面技術研究主催会講演会                                                                                                                                                   | 実環境計測・診断システム協議会                                     | 主催                | 佐賀県        | 産総研九州センター             |
| 22 | 2007/6/1            | 平成18年度地盤情報データベース作成委員会報告会ー4000本のボーリングデータとAT火山灰層からひもとく近江盆地の地下構造ー                                                                                                             | 関西地質調査業協会地盤時データベース作成委員会、(独)産業技術総合研究所 地質情報研究部門       | 共催                | 大阪府        | 大阪市立大学文化交流センター        |
| 23 | 2007/6/7            | 「学術論文誌の今日的役割を問うーPhysical Review 編集長退任記念講演会」                                                                                                                                | (独)物質・材料研究機構、(独)産業技術総合研究所                           | 共同主催              | 茨城県        | (独)物質・材料研究機構 千現キャンパス  |

産 業 技 術 総 合 研 究 所

|    | 開 催 日               | 名 称                                                                                         | 主催等名称                                                                      | 産総研<br>との<br>かわり | 開 催 地      |                                      |
|----|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|--------------------------------------|
|    |                     |                                                                                             |                                                                            |                  | 会場都道府<br>県 | 会 場 名                                |
| 24 | 2007/6/11           | 地質調査総合センター第7回シンポジウム「地質学から地震の予測を目指すー産総研における地震研究ー」                                            | (独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター                                                    | 主催               | 東京都        | 秋葉原コンベンションホール                        |
| 25 | 2007/6/11～2007/6/12 | 国際ナノ熱電シンポジウム (2nd NRI Kansai Symposium)                                                     | (独)産業技術総合研究所 ナノテクノロジー研究部門                                                  | 主催               | 大阪府        | 千里ライフサイエンスセンター                       |
| 26 | 2007/6/13           | 産総研ー東北大学包括協定記念講演会                                                                           | (独)産業技術総合研究所 産学官連携推進部門 東北センター、東北大学                                         | 共同<br>主催         | 茨城県        | 産総研つくばセンター                           |
| 27 | 2007/6/19           | GIC19年度第9回研修セミナー                                                                            | グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム、(独)産業技術総合研究所 東北センター                               | 共同<br>主催         | 宮城県        | 産総研東北センター                            |
| 28 | 2007/6/21           | 平成19年度第1回遠隔モニタリング技術研究会                                                                      | 実環境計測・診断システム協議会                                                            | 主催               | 佐賀県        | 産総研九州センター                            |
| 29 | 2007/6/27           | (社)自動車技術会関東支部第1回講演会<br>「ISO/TS16949のキー・ポイント計量標準のトレーサビリティ」                                   | (社)自動車技術会関東支部                                                              | 協力               | 東京都        | 自動車部品会館                              |
| 30 | 2007/6/28～2007/6/29 | 中国地域 MZ Platform講習会                                                                         | (独)産業技術総合研究所                                                               | 主催               | 広島県        | 産総研中国センター                            |
| 31 | 2007/7/4            | 産総研ものづくりフォーラムin熊本                                                                           | (独)産業技術総合研究所 九州センター、実環境計測・診断システム協議会                                        | 主催               | 熊本県        | NEC九州スポーツプラザ                         |
| 32 | 2007/7/18～2007/7/20 | オルガテクノ (ORGATECHNO) 2007ー「有機テクノロジー展/国際会議」ー                                                  | 有機テクノロジー実行委員会                                                              | 後援               | 東京都        | 東京ビックサイト                             |
| 33 | 2007/7/19           | 第232回材料試験技術シンポジウム                                                                           | 日本材料試験技術協会                                                                 | 後援               | 茨城県        | (独)産業技術総合研究所                         |
| 34 | 2007/7/19           | 「これからの人工股関節」シンポジウムー高齢者・アジア人向けの人工股関節とは                                                       | 名古屋工業大学、(独)産業技術総合研究所                                                       | 共同<br>主催         | 愛知県        | 名古屋工業大学                              |
| 35 | 2007/7/20           | 見学・講演会                                                                                      | 実環境計測・診断システム協議会                                                            | 主催               | 佐賀県        | タカタ九州株式会社                            |
| 36 | 2007/7/24           | 第19回産総研・技術情報セミナー                                                                            | (独)産業技術総合研究所 技術情報部門                                                        | 主催               | 茨城県        | 産総研つくばセンター                           |
| 37 | 2007/7/24           | NEDOプロジェクト「生体親和性インプラント材料のテクノロジーアセスメント技術」の研究成果報告会                                            | (独)製品評価技術基盤機構、(独)産業技術総合研究所、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                            | 共同<br>主催         | 東京都        | (財)機械振興会館                            |
| 39 | 2007/7/26           | NEDOプロジェクト「生体親和性インプラント材料のテクノロジーアセスメント技術」の研究成果報告会                                            | (独)製品評価技術基盤機構、(独)産業技術総合研究所、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                            | 共同<br>主催         | 大阪府        | 大阪国際会議場 (グランキューブ)                    |
| 40 | 2007/7/30           | 実環境計測診断システム協議会半導体プロセス研究会セミナー                                                                | 実環境計測診断システム協議会半導体プロセス研究会                                                   | 主催               | 福岡県        | 産総研九州センター福岡サイト                       |
| 41 | 2007/8/3            | LIME2ワークショップ不確実性分析ー意思決定支援の環境影響評価システムのあり方ー                                                   | (独)産業技術総合研究所 ライフサイクルアセスメント研究センター                                           | 主催               | 東京都        | 東京秋葉原コンベンションホール                      |
| 42 | 2007/8/10           | 海洋資源クロマグロの完全養殖とゲノム解析による資源確保の重要性                                                             | (独)産業技術総合研究所 セルエン지니어リング研究部門                                                | 主催               | 東京都        | 産総研東京本部                              |
| 43 | 2007/8/10           | 食品研究会講演会ー食の持続性を求めてー                                                                         | 日本LCA学会                                                                    | 共催               | 東京都        | 全日通霞が関ビル                             |
| 44 | 2007/8/20～2007/8/21 | 第3回超高速フォトニックテクノロジーー日欧米シンポジウム 3rd International Symposium on Ultrafast Photonic Technologies | Massachusetts Institute of Technology、(独)産業技術総合研究所、(独)情報通信研究機構、東北大学電気通信研究所 | 共同<br>主催         | 米国         | Kirsch Auditorium, Stata Center, MIT |
| 45 | 2007/8/21           | 産総研四国センター研究講演会ー環境診断技術の開発動向ー                                                                 | (独)産業技術総合研究所 四国センター、四国工業研究会、四国環境ビジネス協議会、産業技術連携推進会議四国地域部会                   | 共同<br>主催         | 香川県        | 産総研四国センター                            |
| 46 | 2007/8/22～2007/8/24 | NIMTにおけるASEAN諸国計量標準技術セミナー                                                                   | タイ王国国家計量標準機関、(独)産業技術総合研究所 計量標準管理センター                                       | 共同<br>主催         | タイ         | ラーマガーデンズホテル                          |
| 47 | 2007/8/24           | 第20回産総研・技術情報セミナー                                                                            | (独)産業技術総合研究所 技術情報部門                                                        | 主催               | 茨城県        | 産総研つくばセンター                           |
| 48 | 2007/8/28           | 第3回組込みシステム研究会ー産業技術総合研究所・特別講演会ー                                                              | 組込みシステム研究会、JSTイノベーションサテライト新潟                                               | 協力               | 新潟県        | 長岡技術科学大学・総合研究棟                       |
| 49 | 2007/8/30           | 第20回NMIJセミナー「確かな分析に必要な標準物質」 (2007分析展 JAIMAコンファレンス)                                          | (独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター                                                    | 主催               | 千葉県        | 幕張メッセ 国際会議場                          |

研究関連・管理業務

|    | 開催日                  | 名称                                                                                                                         | 主催等名称                                                                                          | 産総研との<br>かわり | 開催地    |                                                       |
|----|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-------------------------------------------------------|
|    |                      |                                                                                                                            |                                                                                                |              | 会場都道府県 | 会場名                                                   |
| 50 | 2007/8/31            | MEMSパークコンソーシアム／グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム（GIC）ー第2回連携・シンポジウムー                                                                 | グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム、MEMSパークコンソーシアム、インテリジェント・コスモス研究機構（TOHOKUものづくりコリドー）、(独)産業技術総合研究所 東北センター | 共同主催         | 宮城県    | 産総研東北センター                                             |
| 51 | 2007/9/5             | バイオマスシンポジウムinはままつ                                                                                                          | (独)産業技術総合研究所、はままつ産業創造センター、アグリニクス研究会                                                            | 共同主催         | 静岡県    | アクトシティ浜松コングレスセンター                                     |
| 52 | 2007/9/5～2007/9/6    | 草津町の二酸化炭素削減への挑戦 第1回 温泉発電セミナー                                                                                               | 三井実業研究所                                                                                        | 後援           | 群馬県    | 草津町役場                                                 |
| 53 | 2007/9/6             | セミナー「NIRS計測原理とその新展開」                                                                                                       | (独)産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門                                                                       | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター                                            |
| 54 | 2007/9/6～2007/9/7    | 平成19年度九州・沖縄地域公設研及び産総研若手研究者合同研修会                                                                                            | (独)産業技術総合研究所 九州センター                                                                            | 主催           | 大分県    | 簡保の宿日田                                                |
| 55 | 2007/9/11～2007/9/12  | 第1回日独環境フォーラム                                                                                                               | ドイツ連邦環境財団                                                                                      | 共催           | ドイツ    | Zentrum für Umweltkommunikation (ZUK/環境コミュニケーションセンター) |
| 56 | 2007/9/12            | 産業技術総合研究所 関西センター研究講演会第3回 UBIQENフォーラム リチウム2次電池の新展開～次世代クリーンエネルギー自動車～                                                         | (独)産業技術総合研究所 関西センター                                                                            | 主催           | 大阪府    | 梅田スカイビル スペース36                                        |
| 57 | 2007/9/19            | 中国地域産総研技術セミナー（岡山）                                                                                                          | 中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所、岡山県工業技術センター、(財)岡山県産業振興財団                                                  | 共同主催         | 岡山県    | ピュアリティまきび                                             |
| 58 | 2007/9/25            | 産業技術総合研究所 関西センターシンポジウム「人工筋肉研究ー最近の展開」                                                                                       | (独)産業技術総合研究所 関西センター                                                                            | 主催           | 大阪府    | アクスネット梅田                                              |
| 59 | 2007/9/26～2007/9/29  | Taiwan-Japan Joint Workshop on Hydrological Research for Earthquake Prediction, 2007 (水文学的研究による地震予知についての日台国際ワークショップ, 2007) | 台湾成功大学防災研究センター、(独)産業技術総合研究所、台湾行政院国家科学委員会、(財)交流協会                                               | 共同主催         | 台湾     | 台湾成功大学防災研究センター                                        |
| 60 | 2007/9/28            | 第21回産総研・技術情報セミナー                                                                                                           | (独)産業技術総合研究所 技術情報部門                                                                            | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター                                            |
| 61 | 2007/10/1～2007/10/3  | 第5回生活支援工学系学会連合大会 福祉工学シンポジウム2007                                                                                            | ライフサポート学会、日本生活支援工学会、日本機械学会、(独)産業技術総合研究所                                                        | 共同主催         | 茨城県    | 産総研つくばセンター                                            |
| 62 | 2007/10/2            | 北海道インキュベーションフォーラム                                                                                                          | 北海道経済産業局                                                                                       | 後援           | 北海道    | 札幌パークホテル                                              |
| 63 | 2007/10/2～2007/10/15 | つくば発イノベーション第1回講演会                                                                                                          | (独)産業技術総合研究所                                                                                   | 主催           | 茨城県    | つくばセンター共用講堂                                           |
| 64 | 2007/10/3            | 産業技術総合研究所 in 京都次世代機能性材料発表会「次世代機能性材料」の開発を目指して                                                                               | (独)産業技術総合研究所、(社)京都工業会                                                                          | 共同主催         | 京都府    | 京都リサーチパーク サイエンスホール                                    |
| 65 | 2007/10/4            | バイオ計測・診断研究会主催講演会                                                                                                           | 実環境計測・診断システム協議会 バイオ計測・診断研究会                                                                    | 主催           | 福岡県    | (財)福岡県中小企業振興センター                                      |
| 66 | 2007/10/10           | 「科学技術と産業」国際シンポジウム2007                                                                                                      | (独)産業技術総合研究所、(独)日本貿易振興機構                                                                       | 共同主催         | 東京都    | 東京ミッドタウン・ホール                                          |
| 67 | 2007/10/11           | 産総研シンポジウム「再生可能エネルギーへの期待と先端技術」                                                                                              | (独)産業技術総合研究所                                                                                   | 主催           | 千葉県    | 幕張メッセ 国際会議場                                           |
| 68 | 2007/10/13           | 日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2007年第5回例会                                                                                             | 日本音響学会関西支部                                                                                     | 共催           | 大阪府    | 産総研関西センター                                             |
| 69 | 2007/10/16           | ダイバーシティ・サポート・オフィス (DSO) 発足記念ワークショップ                                                                                        | 男女共同参画室ダイバーシティ・サポート・オフィス (産総研コンソーシアム)                                                          | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター                                            |
| 70 | 2007/10/16           | 航空宇宙産業研究会設立総会                                                                                                              | 産業技術連携推進会議東北地方部会                                                                               | 共催           | 宮城県    | 仙台ガーデンパレス                                             |
| 71 | 2007/10/17           | エコ・テクノ2007「産総研セミナー」自動車産業に貢献する産総研のエコ技術                                                                                      | (独)産業技術総合研究所                                                                                   | 主催           | 福岡県    | 西日本総合展示場                                              |
| 72 | 2007/10/19           | 中国地域産総研技術セミナー（中国センター）                                                                                                      | (独)産業技術総合研究所 中国センター                                                                            | 主催           | 広島県    | 産総研中国センター                                             |
| 73 | 2007/10/19           | 第2回産総研レアメタルシンポジウム                                                                                                          | (独)産業技術総合研究所 レアメタルタスクフォース                                                                      | 主催           | 東京都    | 石垣記念ホール                                               |
| 74 | 2007/10/22           | Torsten Wiesel博士（ノーベル医学物理学賞受賞者・HFSP事務局長）講演会                                                                                | (独)産業技術総合研究所                                                                                   | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター 共用講堂                                       |



## 産業技術総合研究所

|    | 開催日                   | 名称                                                                                                                    | 主催等名称                                                     | 産総研<br>との<br>かわり | 開催地        |                            |
|----|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------|------------|----------------------------|
|    |                       |                                                                                                                       |                                                           |                  | 会場都道府<br>県 | 会場名                        |
| 75 | 2007/10/22            | ロボット工学セミナー 第42回シンポジウム スマート・モーション・コントロール                                                                               | (社)日本ロボット学会                                               | 協力               | 東京都        | 産総研臨海副都心センタ<br>ー           |
| 76 | 2007/10/24            | 平成19年度九州・沖縄地域産業技術連携推進会議合同成果発表会及び地域部会                                                                                  | 九州経済産業局、内閣府沖縄総合事務局、(独)産業技術総合研究所九州センター                     | 共同<br>主催         | 福岡県        | 福岡国際会議場                    |
| 77 | 2007/10/25            | 平成19年度 産総研 環境・エネルギーシンポジウムIPCC WG IIIの活動と第4次評価報告書の取りまとめ                                                                | (独)産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門                                   | 主催               | 東京都        | ホテルはあといん乃木坂<br>フルール        |
| 78 | 2007/10/25            | 平成19年度九州・沖縄地域部会総会                                                                                                     | (独)産業技術総合研究所 九州センター                                       | 主催               | 福岡県        | 福岡県中小企業振興セン<br>ター          |
| 79 | 2007/10/26            | 東京大学・産総研包括連携・協力シンポジウム- 持続可能な情報化未来都市・柏の葉の構想-                                                                           | 東京大学、(独)産業技術総合研究所                                         | 共同<br>主催         | 千葉県        | 東京大学 柏キャンパス                |
| 80 | 2007/10/28～2007/10/31 | International Conference on Innovative Materials for Processes in Energy Systems (IMPRES)                             | IMPRES実行委員会                                               | 協賛               | 京都府        | 京 都 リ サ ー チ パ ー ク<br>(KRP) |
| 81 | 2007/10/29            | 化学工学会超臨界部会／グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム (GIC) - 連携・シンポジウム-                                                                | グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム、化学工学会超臨界流体部会、(独)産業技術総合研究所 東北センター | 共同<br>主催         | 宮城県        | 産総研東北センター                  |
| 82 | 2007/10/29～2007/11/2  | 11th International Symposium on Biological and Environmental Reference Materials (BERM 11) 第11回 生物・環境標準物質に関する国際シンポジウム | (独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター                                   | 主催               | 茨城県        | つくば国際会議場 (エポ<br>カルつくば)     |
| 83 | 2007/10/31            | 第7回産学連携フェア産総研セミナー                                                                                                     | (独)産業技術総合研究所 九州センター                                       | 主催               | 福岡県        | 北九州学術研究都市内産<br>学連携センター     |
| 84 | 2007/11/3～2007/11/4   | The Interface between Statistical Causal Inference and Bayesian Networks                                              | 人工知能基本問題研究会                                               | 共催               | 神奈川県       | 東京工業大学すずかけ台<br>キャンパス       |
| 85 | 2007/11/8～2007/11/9   | 第1回IEEE国際ワークショップ「3次元実装のための低温接合」1st International IEEE Workshop on Low Temperature Bonding for 3D Integration-         | IEEE CPMT Society Japan Chapter                           | 共催               | 東京都        | 東京大学本郷キャンパス<br>小柴ホール       |
| 86 | 2007/11/10            | 日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2007年第6回例会                                                                                        | 日本音響学会関西支部                                                | 共催               | 大阪府        | 産総研関西センター                  |
| 87 | 2007/11/15            | 産総研次世代技術講演会「自動車の次世代技術」                                                                                                | (独)産業技術総合研究所                                              | 主催               | 大阪府        | 大阪国際会議場                    |
| 88 | 2007/11/16            | 中国地域産総研技術セミナー (広島市)                                                                                                   | 中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所、広島市工業技術センタ<br>ー                      | 共同<br>主催         | 広島県        | 広島市工業技術センタ<br>ー            |
| 89 | 2007/11/16            | 半導体プロセス研究会セミナー                                                                                                        | 実環境計測・診断システム協議会半導体プロセス研究会                                 | 主催               | 福岡県        | 産総研九州センター福岡<br>サイト         |
| 90 | 2007/11/19～2007/11/21 | HARDMEKO 2007 (IMEKO傘下の硬さに関する国際会議)                                                                                    | (独)産業技術総合研究所 計測標準研究部門、計測自動制御学会                            | 共同<br>主催         | 茨城県        | 産総研つくばセンター                 |
| 91 | 2007/11/19～2007/11/22 | 国際シンポジウム「イノベーション政策と評価」                                                                                                | 国際シンポジウム「イノベーション政策と評価」実行委員会事務局                            | 共催               | 東京都        | 産総研臨海副都心センタ<br>ー           |
| 92 | 2007/11/20～2007/11/22 | 日本第四紀学会創立50周年記念国際シンポジウム「アジア・西太平洋の第四紀-環境変化と人類-」                                                                        | 日本第四紀学会                                                   | 共催               | 茨城県        | 産総研つくばセンター                 |
| 93 | 2007/11/22            | 計測標準フォーラム第5回合同講演会                                                                                                     | 日本NCSLI、(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター                           | 共同<br>主催         | 東京都        | 大田区産業プラザPiO                |
| 94 | 2007/11/22            | 「平成19年度 産業技術総合研究所 環境・エネルギーシンポジウムシリーズ2」第5回水素エネルギーシンポジウム                                                                | (独)産業技術総合研究所                                              | 主催               | 東京都        | 新霞が関ビル 灘尾ホ<br>ール           |
| 95 | 2007/11/27            | 第6回COE国際シンポジウム「社会的環境管理能力の形成と国際協力拠点」                                                                                   | 広島大学                                                      | 後援               | 東京都        | 国際協力機構国際協力総<br>合研修所・国際会議場  |
| 96 | 2007/11/28            | 産業技術総合研究所中部センター研究発表会                                                                                                  | (独)産業技術総合研究所 中部センター                                       | 主催               | 愛知県        | 名古屋市中小企業振興会<br>館           |
| 97 | 2007/11/29            | 産総研テクノショップin九州                                                                                                        | (独)産業技術総合研究所 九州センター                                       | 主催               | 大分県        | 大分全日空ホテルオアシ<br>スタワー        |
| 98 | 2007/11/29            | 平成19年度第2回遠隔モニタリング技術研究会主催講演会                                                                                           | 実環境計測・診断システム協議会遠隔モニタリング技術研究会                              | 主催               | 佐賀県        | 産総研九州センター                  |
| 99 | 2007/11/30            | 第1回年齢軸主体恒常性研究会シンポジウム「生命の統合的理解にむけて-年齢軸恒常性と健康、疾患-」                                                                      | (独)産業技術総合研究所 年齢軸生命工学研究センター                                | 主催               | 東京都        | 東京ステーションコンフ<br>アレンス        |

研究関連・管理業務

|     | 開催日                   | 名称                                                        | 主催等名称                                                                              | 産総研との<br>かわり | 開催地    |                       |
|-----|-----------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-----------------------|
|     |                       |                                                           |                                                                                    |              | 会場都道府県 | 会場名                   |
| 100 | 2007/11/30            | 触媒劣化セミナー                                                  | 化学工学会反応工学部会触媒反応工学分科会、触媒学会工業触媒研究会、(独)産業技術総合研究所コンパクト化学プロセス研究センター                     | 共同主催         | 宮城県    | 産総研東北センターとうほくOSL      |
| 101 | 2007/11/30            | 第22回産総研・技術情報セミナー                                          | (独)産業技術総合研究所 技術情報部門                                                                | 主催           | 東京都    | コンファレンススクエアエムプラス サクセス |
| 102 | 2007/12/3～2007/12/7   | 第17回太陽光発電国際会議(PVSEC-17)                                   | 第17回太陽光発電国際会議                                                                      | 後援           | 福岡県    | 福岡国際会議場               |
| 103 | 2007/12/5             | 産総研研究講演会in中部産総研ライフサイエンス研究シーズ発表                            | (独)産業技術総合研究所、あいち健康長寿産業クラスター推進協議会                                                   | 共同主催         | 愛知県    | 名古屋銀行協会               |
| 104 | 2007/12/6             | 産業技術総合研究所脳神経情報研究部門成果発表会                                   | (独)産業技術総合研究所脳神経情報研究部門                                                              | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター            |
| 105 | 2007/12/6～2007/12/7   | 第1回アジアバイオマテリアル会議                                          | (独)物質・材料研究機構                                                                       | 共催           | 茨城県    | エポカルつくば               |
| 106 | 2007/12/7             | 平成19年度ISO/IEC国際標準化セミナー                                    | (独)産業技術総合研究所 産学官連携推進部門工業標準部・中部産学官連携センター・計測フロンティア研究部門                               | 主催           | 愛知県    | 愛知県産業貿易館              |
| 107 | 2007/12/7             | 日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2007年第7回例会                            | 日本音響学会関西支部                                                                         | 共催           | 大阪府    | 産総研関西センター             |
| 108 | 2007/12/11            | ネイチャーテクノロジー&グリーンプロセスルネッサンス“連携シンポジウム”ー自然に学ぶ21世紀の環境調和型技術ー   | (独)産業技術総合研究所 東北センター、グリーンインキュベーションコンソーシアム、循環型社会対応産業クラスター委員会、東北大学大学院環境科学研究科          | 共同主催         | 宮城県    | メルパルク仙台               |
| 109 | 2007/12/12            | 計算科学シンポジウム                                                | (独)産業技術総合研究所 計算科学研究部門                                                              | 主催           | 東京都    | 三菱ビル                  |
| 110 | 2007/12/13            | 産業技術総合研究所 関西センター第2回ナノテクフォーラム「近畿圏におけるナノテクノロジーの地場産業技術への融合」  | (独)産業技術総合研究所 ナノテクノロジー研究部門                                                          | 主催           | 大阪府    | 千里ライフサイエンスセンター        |
| 111 | 2007/12/13～2007/12/14 | 第7回 界面ナノアーキテクトゥクスワークショップ ナノアーキテクトゥクスとイノベーション創出            | (独)産業技術総合研究所 界面ナノアーキテクトゥクス研究センター                                                   | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター            |
| 112 | 2007/12/14            | 特許シーズ活用セミナー                                               | (独)産業技術総合研究所 中国センター、広島県立総合技術研究所西部工業技術センター、(財)ひろしま産業振興機構、広島県知的所有権センター、(財)くれ産業振興センター | 共同主催         | 広島県    | ビューポートくれ              |
| 113 | 2007/12/15～2007/12/16 | つくば環境エネルギー経済フォーラム 第1回つくば3Eフォーラム                           | 筑波大学、つくば3Eフォーラム実行委員会、筑波研究学園都市交流協議会、内閣府                                             | 協賛           | 茨城県    | 筑波大学 大会会館ホール          |
| 114 | 2007/12/18            | 文部科学省科学技術振興調整費新興分野人材養成プログラム産総研ナノバイオ分野人材養成ユニットシンポジウム       | (独)産業技術総合研究所、産総研ナノバイオ分野人材養成ユニット                                                    | 主催           | 東京都    | 秋葉原ダイビル コンベンションホール    |
| 115 | 2007/12/19            | つくば発イノベーション第2回講演会                                         | (独)産業技術総合研究所                                                                       | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター            |
| 116 | 2007/12/19            | 地質調査総合センター第9回シンポジウム 地質学的手法による火山活動予測～火山災害の軽減を目指して～         | (独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター                                                            | 主催           | 東京都    | 秋葉原コンベンションセンター        |
| 117 | 2007/12/20            | 実環境計測・診断システム協議会表面・界面技術研究会主催講演会                            | 実環境計測・診断システム協議会表面・界面技術研究会                                                          | 主催           | 佐賀県    | 産総研九州センター             |
| 118 | 2007/12/20            | 第2回ミニマルマニファクチャリングシンポジウム                                   | (独)産業技術総合研究所                                                                       | 主催           | 東京都    | 日本科学未来館みらいCANホール      |
| 119 | 2007/12/20            | ナノテクディベート3「私たちとナノ材料～リスクと利益をどう伝えるか」                        | (独)産業技術総合研究所 技術情報部門                                                                | 主催           | 東京都    | 経済産業省別館               |
| 120 | 2007/12/25            | 講演会ー最新の表面・界面技術の紹介ー                                        | (独)産業技術総合研究所 生産計測技術研究センター                                                          | 主催           | 佐賀県    | 産総研九州センター             |
| 121 | 2007/12/26            | 第3回素子協フォーラム                                               | (財)新機能素子研究開発協会                                                                     | 後援           | 東京都    | 虎ノ門パストラル              |
| 122 | 2008/1/11～2008/1/22   | AIST(Japan)ーDBT(India) Workshop 産総研(日本)ー生物工学庁(インド)ワークショップ | (独)産業技術総合研究所、Department of Biotechnology, India                                    | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター            |
| 123 | 2008/1/12～2008/1/13   | 北淡活断層シンポジウム2008                                           | 北淡活断層シンポジウム実行委員会                                                                   | 共催           | 兵庫県    | 北淡震災記念公園セミナーハウス       |

産業技術総合研究所

|     | 開催日       | 名称                                                                                                                                     | 主催等名称                                                                             | 産総研<br>との<br>かわり | 開催地        |                       |
|-----|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|-----------------------|
|     |           |                                                                                                                                        |                                                                                   |                  | 会場都道府<br>県 | 会場名                   |
| 124 | 2008/1/15 | 中国地域産総研技術セミナー（島根）                                                                                                                      | 中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所、島根県、(財)しまね産業振興財団                                             | 共同主催             | 島根県        | テクノアークしまね             |
| 125 | 2008/1/15 | 堀田紀久子氏（(独)理化学研究所）講演会「大規模SNP解析による肥満関連遺伝子の同定」                                                                                            | (独)産業技術総合研究所                                                                      | 主催               | 茨城県        | 産総研つくばセンター            |
| 126 | 2008/1/21 | バイオマス研究フロンティアセミナー（広島）                                                                                                                  | (独)産業技術総合研究所、中国経済産業局、バイオマス協議会                                                     | 共同主催             | 広島県        | 広島ガーデンパレス             |
| 127 | 2008/1/21 | シンポジウム「今、求められる研究者像と人材育成」                                                                                                               | (独)産業技術総合研究所                                                                      | 主催               | 東京都        | 秋葉原ダイビル               |
| 128 | 2008/1/22 | 産総研技術フェアin北海道北の地に生まれた生物の力によるモノづくり                                                                                                      | (独)産業技術総合研究所 北海道センター                                                              | 主催               | 北海道        | 札幌全日空ホテル              |
| 129 | 2008/1/23 | 第2回「幾何学教材と視覚障害者の立体認識」シンポジウム<br>The 2nd Symposium: Geometrical teaching materials and solid recognition for visually handicapped person | (独)産業技術総合研究所 デジタルものづくり研究センター                                                      | 主催               | 東京都        | 産総研臨海副都心センター          |
| 130 | 2008/1/25 | 日本学術会議主催公開講演会「鉱物資源の持続可能性と資源問題への展望」                                                                                                     | 日本学術会議                                                                            | 後援               | 東京都        | 東京大学本郷キャンパス 小柴ホール     |
| 131 | 2008/1/25 | 中国地域産総研技術セミナー（呉）                                                                                                                       | 中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所、広島県立総合技術研究所西部工業技術センター、(財)ひろしま産業振興機構                          | 共同主催             | 広島県        | 広島県立総合技術研究所西部工業技術センター |
| 132 | 2008/1/29 | ふくい未来技術創造セミナー「ビジネスに繋がる新素材・加工技術」                                                                                                        | (独)産業技術総合研究所 関西産学官連携センター、中部産学官連携センター、福井県工業技術センター、(財)ふくい産業支援センター、(財)若狭湾エネルギー研究センター | 共同主催             | 福井県        | 福井ワシントンホテル            |
| 133 | 2008/1/30 | 産業技術総合研究所技術普及講演会                                                                                                                       | (独)産業技術総合研究所 中部センター、(独)産業技術総合研究所 関西センター、(財)北陸産業活性化センター                            | 共同主催             | 石川県        | 財団法人石川県地場産業振興センター     |
| 134 | 2008/2/1  | 第10回連携大学院産学官交流セミナー                                                                                                                     | (独)産業技術総合研究所 九州センター、佐賀大学                                                          | 共同主催             | 佐賀県        | 産総研九州センター             |
| 135 | 2008/2/1  | ナノテクノロジー戦略シンポジウム2008～ナノテクノロジーの実用化と社会受容戦略～                                                                                              | (独)産業技術総合研究所 技術情報部門                                                               | 主催               | 東京都        | 東京国際フォーラム             |
| 136 | 2008/2/8  | 平成19年度産業技術総合研究所九州センター研究講演会                                                                                                             | (独)産業技術総合研究所 九州センター、(財)九州産業技術センター                                                 | 共同主催             | 福岡県        | 博多サンヒルズホテル            |
| 137 | 2008/2/8  | 中国地域産総研技術セミナー（鳥取）                                                                                                                      | 中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所                                                              | 共同主催             | 鳥取県        | 米子市文化ホール              |
| 138 | 2008/2/13 | 平成19年度 名古屋工業大学ー産業技術総合研究所連携記念講演会・連携シンポジウム                                                                                               | (独)産業技術総合研究所 中部センター、名古屋工業大学                                                       | 共同主催             | 愛知県        | 名古屋ルーセントタワー           |
| 139 | 2008/2/13 | 独立行政法人中小企業基盤整備機構九州支部・独立行政法人産業技術総合開発機構九州センター福岡サイト事務所移転記念セミナー～事業継承を円滑に進めるために、今、経営者がやるべきこと！～                                              | (独)中小企業基盤整備機構 九州支部、(独)産業技術総合研究所九州センター                                             | 共同主催             | 福岡県        | 福岡ファッションビル            |
| 140 | 2008/2/13 | ナノテクノロジー国際標準化ワークショップ                                                                                                                   | (独)産業技術総合研究所、ナノテクノロジー標準化国内審議委員会                                                   | 共同主催             | 東京都        | 東京ビッグサイト              |
| 141 | 2008/2/14 | Growing innovation. Belgium has a fertile ground soil for fruitful collaboration between academic and industrial worlds                | ベルギー王国ワロン地域政府貿易・外国投資振興庁                                                           | 後援               | 東京都        | ホテルニューオータニ東京          |
| 142 | 2008/2/18 | 「これからのアジア人向け人工股関節」国際シンポジウム<br>/International Symposium on Future of Artificial Hip Joint for Asian                                     | 名古屋工業大学、(独)産業技術総合研究所                                                              | 共同主催             | 愛知県        | 名古屋工業大学               |
| 143 | 2008/2/18 | アジア・ナノテクキャンプ                                                                                                                           | (独)産業技術総合研究所 ナノテクノロジー研究部門                                                         | 主催               | 愛知県        | 産総研中部センター             |
| 144 | 2008/2/19 | ダイバーシティ・サポート・オフィス (DSO) セミナー (4) 「研究、あなたはロールモデルをイメージできますか？」                                                                            | 男女共同参画室産総研コンソーシアム「ダイバーシティ・サポート・オフィス」                                              | 主催               | 茨城県        | 産総研つくばセンター            |



研究関連・管理業務

|     | 開催日                 | 名称                                                                                                                      | 主催等名称                                                                                                    | 産総研<br>との<br>かわり | 開催地        |                        |
|-----|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------|------------------------|
|     |                     |                                                                                                                         |                                                                                                          |                  | 会場都道府<br>県 | 会場名                    |
| 145 | 2008/2/20           | 「第4回タスクフォース成果報告会」～技術シーズ内覧会～                                                                                             | (独)産業技術総合研究所 ベンチャー開発センター                                                                                 | 主催               | 東京都        | 秋葉原ダイビル                |
| 146 | 2008/2/22           | 講演会「ナノ・表面・界面に関する研究紹介」                                                                                                   | (独)産業技術総合研究所 生産計測技術研究センター                                                                                | 主催               | 佐賀県        | 産総研九州センター              |
| 147 | 2008/2/26           | 第3回日中水素貯蔵材料セミナー                                                                                                         | (独)産業技術総合研究所                                                                                             | 主催               | 東京都        | 産総研臨海副都心センター           |
| 148 | 2008/2/29           | GIC19年度報告総会および特別講演会                                                                                                     | グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム、(独)産業技術総合研究所 東北センター                                                             | 共同<br>主催         | 宮城県        | メルパルク仙台                |
| 149 | 2008/2/29           | 産業技術総合研究所関西センター研究講演会ヒューマンストレスシグナル研究センター成果発表会「ストレスシグナルと健康産業」                                                             | (独)産業技術総合研究所 ヒューマンストレスシグナル研究センター                                                                         | 主催               | 大阪府        | 千里ライフサイエンスセンター         |
| 150 | 2008/3/1            | 日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2008年第1回例会                                                                                          | 日本音響学会関西支部                                                                                               | 共催               | 大阪府        | 産総研関西センター              |
| 151 | 2008/3/3            | 北大リサーチ&ビジネスパーク「インキュベーションセミナー」                                                                                           | 北大リサーチ&ビジネスパーク 推進協議会、(独)中小企業基盤整備機構北海道支部                                                                  | 共同<br>主催         | 北海道        | 札幌全日空ホテル               |
| 152 | 2008/3/3～2008/3/4   | MOTオープンカレッジ道内大学間連携「技術経営人材・起業家育成」スクール                                                                                    | 北海道MOTコンソーシアム(独)産業技術総合研究所 北海道センター他                                                                       | 主催               | 北海道        | 北海学園大学豊平校舎             |
| 153 | 2008/3/4            | 第11回光技術シンポジウム超高精細映像時代に向けた大容量光ネットワークとデバイス開発戦略                                                                            | (独)産業技術総合研究所 光技術研究部門・超高速光信号処理デバイスラボ、(財)光産業技術振興協会                                                         | 主催               | 東京都        | 産総研臨海副都心センター           |
| 154 | 2008/3/4            | 実践中小企業施策活用講座inつくば ～支援策の戦略的活用による事業展開の薦め～                                                                                 | (株)つくば研究支援センター                                                                                           | 後援               | 茨城県        | ホテルグランド東雲              |
| 155 | 2008/3/7            | 第3回産業用酵素シンポジウム                                                                                                          | (独)産業技術総合研究所 関西センター、九州大学大学院農学研究大学院                                                                       | 共同<br>主催         | 福岡県        | 九州大学国際ホール              |
| 156 | 2008/3/10           | バイオマス・クラスター連携シンポジウム                                                                                                     | 中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所 中国センター、(社)中国地域ニュービジネス協議会、(財)ちゅうごく産業創造センター                                           | 共同<br>主催         | 広島県        | ホテルグランヴィア広島            |
| 157 | 2008/3/13           | 産総研テクノショップin沖縄                                                                                                          | 内閣府沖縄総合事務局、(独)産業技術総合研究所                                                                                  | 共同<br>主催         | 沖縄県        | 沖縄アーバンリゾート・ナハ          |
| 158 | 2008/3/14           | 第10回半導体プロセス研究会セミナー                                                                                                      | 実環境計測・診断システム協議会 半導体プロセス研究会                                                                               | 主催               | 佐賀県        | 産総研九州センター              |
| 159 | 2008/3/18           | 山口県産業技術センター研究発表会・中国地域産総研技術セミナー                                                                                          | 山口県産業技術センター、(独)産業技術総合研究所 中国センター                                                                          | 共同<br>主催         | 山口県        | 山口県産業技術センター            |
| 160 | 2008/3/18～2008/3/20 | 2008 ACM Symposium on Information, Computer and Communications Security (ASIACCS'08) 2008年 ACM 情報、コンピュータ、通信セキュリティシンポジウム | Association for Computer Machinery (ACM), Special Interest Group on Security, Audit and Control (SIGSAC) | 共催               | 東京都        | 秋葉原コンベンションホール          |
| 161 | 2008/3/21           | 中国地域産総研技術セミナーin福山                                                                                                       | 中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所、広島県立総合技術研究所 東部工業技術センター                                                              | 共同<br>主催         | 広島県        | 広島県立総合技術研究所 東部工業技術センター |
| 162 | 2008/3/27           | 第2回 超音波霧化分離シンポジウム                                                                                                       | 超音波霧化分離研究会                                                                                               | 後援               | 東京都        | 産総研臨海副都心センター           |

## 産業技術総合研究所

## 1. 主催行事（共同主催を含む）

|    | 開催日                 | 名称                                                                                                  | 主催等名称                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 産総研との<br>かかわり | 開催地    |                               |
|----|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|-------------------------------|
|    |                     |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |               | 会場都道府県 | 会場名                           |
| 1  | 2007/4/12           | 計算機言語談話会 (CLC) 4月第2回                                                                                | (独) 産業技術総合研究所 システム<br>検証研究センター                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センタ<br>ー千里サイト            |
| 2  | 2007/4/13           | 第3回産総研サイエンスカフェ「ナノ<br>テクノロジーの来し方行く末」                                                                 | (独) 産業技術総合研究所 広報部                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 主催            | 茨城県    | カフェ・ベルガ                       |
| 3  | 2007/4/17～2007/7/16 | つくばの自然再発見－フィールドへ<br>行こう！－                                                                           | (独) 産業技術総合研究所 地質標本<br>館                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセン<br>ター(地質標本館)         |
| 4  | 2007/4/19           | 計算機言語談話会 (CLC) 4月第3回                                                                                | (独) 産業技術総合研究所 システム<br>検証研究センター                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センタ<br>ー千里サイト            |
| 5  | 2007/4/21～2007/4/22 | サイエンス・スクエアつくば リニュー<br>ーアル・オープン特別展－産総研で見<br>つけよう 春のコーキシン－                                            | (独) 産業技術総合研究所 広報部                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセン<br>ター                |
| 6  | 2007/4/24～2007/4/28 | 8th International Symposium on<br>Laser Precision Microfabrication<br>2007 第8回レーザ精密微細加工国際<br>シンポジウム | Japan Laser Processing Society,<br>Japan Austrian Chemical Society<br>(G&Ouml;Ch), Vienna,<br>Austria University of Vienna,<br>Department of Physical<br>Chemistry, Vienna, Austria<br>Austrian Laser Association<br>(ARGELAS), Vienna, Austria<br>Vienna University of Technology,<br>Department for Forming and<br>High Power Laser Technology,<br>Austria AIST, National institute<br>of Advanced Industrial Science<br>and Technology, Japan RIKEN,<br>The Institute of Physical and<br>Chemical Research, Japan | 共同<br>主催      | オーストリア | University of<br>Vienna       |
| 7  | 2007/4/24～2008/3/31 | 地質標本館速報2007年能登半島地震<br>調査報告                                                                          | (独) 産業技術総合研究所 地質標本<br>館                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセン<br>ター(地質標本館)         |
| 8  | 2007/5/10           | 計算機言語談話会 (CLC) 5月第1回                                                                                | (独) 産業技術総合研究所 システム<br>検証研究センター                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センタ<br>ー千里サイト            |
| 9  | 2007/5/10           | 計算機言語談話会 (CLC) 5月第2回                                                                                | (独) 産業技術総合研究所 システム<br>検証研究センター                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センタ<br>ー千里サイト            |
| 10 | 2007/5/16           | 糖鎖産業技術プレフォーラム                                                                                       | (独) 産業技術総合研究所、(財) バイ<br>オインダストリー協会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 共同<br>主催      | 東京都    | 産総研臨海副都心<br>センター              |
| 11 | 2007/5/24           | 「窒化物半導体を用いた低消費電力<br>型高周波デバイスの開発」プロジェク<br>ト最終成果報告会                                                   | (財) 新機能素子研究開発協会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 共催            | 東京都    | 虎ノ門パストラル<br>ホテル               |
| 12 | 2007/5/27           | 地質標本館2007年度野外観察会 地<br>形を見る目をつくばで磨こう                                                                 | (独) 産業技術総合研究所 地質標本<br>館                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 主催            | 茨城県    | つくば市周辺                        |
| 13 | 2007/5/28～2007/5/31 | First International Conference on<br>New Diamond and Nano Carbons<br>(NDNC 2007)                    | New Diamond and Nano Carbons<br>2007 (NENC 2007)<br>運営委員会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 共催            | 大阪府    | 千里ライフサイエ<br>ンスセンター            |
| 14 | 2007/5/30～2007/5/31 | Grid World2007                                                                                      | グリッド協議会、(株) IDG                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 主催            | 東京都    | 東京国際フォーラ<br>ム                 |
| 15 | 2007/5/31           | 計算機言語談話会 (CLC) 5月第3回                                                                                | (独) 産業技術総合研究所 システム<br>検証研究センター                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センタ<br>ー千里サイト            |
| 16 | 2007/6/5            | 中小企業産学官連携推進フォーラム                                                                                    | (独) 中小企業基盤整備機構                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 共催            | 宮城県    | ホテル仙台プラザ                      |
| 17 | 2007/6/12～2007/6/15 | MEC4-Mercury Emission from<br>Coal 4th International Experts<br>Workshop                            | IEA Crean Coal Centre MEC4 実<br>行委員会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 共催            | 東京都    | 産総研臨海副都心<br>センター              |
| 18 | 2007/6/16～2007/6/17 | 第6回産学官連携推進会議                                                                                        | (社) 日本経済団体連合                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 共催            | 京都府    | 国立京都国際会館                      |
| 19 | 2007/6/18           | 西部工業技術センター研究成果普及<br>発表会                                                                             | (独) 産業技術総合研究所 中国セン<br>ター、広島県立総合技術研究所西部<br>工業技術センター                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 共同<br>主催      | 広島県    | 広島県立総合技術<br>研究所西部工業技<br>術センター |
| 20 | 2007/6/22           | 第4回産総研サイエンスカフェ「細胞<br>の衣装『糖鎖』」                                                                       | (独) 産業技術総合研究所 広報部                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 主催            | 茨城県    | カフェ・ベルガ                       |
| 21 | 2007/6/28           | 計算機言語談話会 (CLC) 6月第1回                                                                                | (独) 産業技術総合研究所 システム<br>検証研究センター                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センタ<br>ー千里サイト            |
| 22 | 2007/7/5            | 計算機言語談話会 (CLC) 7月第1回                                                                                | (独) 産業技術総合研究所 システム<br>検証研究センター                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センタ<br>ー千里サイト            |
| 23 | 2007/7/10           | 第82回セルエンジニアリング研究部<br>門 (RICE) セミナー                                                                  | (独) 産業技術総合研究所 セルエン<br>지니어リング研究部門                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センタ<br>ー尼崎事業所            |
| 24 | 2007/7/12           | 計算機言語談話会 (CLC) 7月第2回                                                                                | (独) 産業技術総合研究所 システム<br>検証研究センター                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センタ<br>ー千里サイト            |
| 25 | 2007/7/12～2007/7/19 | 陶&くらしのデザイン展2007                                                                                     | 陶&くらしのデザインコンソーシ<br>アム                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 主催            | 愛知県    | 瀬戸蔵                           |
| 26 | 2007/7/17～2007/7/18 | 太陽光発電研究センター 成果報告<br>会                                                                               | (独) 産業技術総合研究所 太陽光発<br>電研究センター                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 主催            | 東京都    | 日本科学未来館<br>みらいCANホー<br>ル      |

研究関連・管理業務

|    | 開催日                 | 名称                                                            | 主催等名称                                                    | 産総研との<br>かかわり | 開催地    |                       |
|----|---------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------|--------|-----------------------|
|    |                     |                                                               |                                                          |               | 会場都道府県 | 会場名                   |
| 27 | 2007/7/20           | システム設計検証技術研究会 平成19年度第1回講演会                                    | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト        |
| 28 | 2007/7/21           | つくばセンター一般公開                                                   | (独)産業技術総合研究所 つくばセンター                                     | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター            |
| 29 | 2007/7/21           | 地質標本館特別講演会「火山噴火に備えてー2000年三宅島噴火を体験してー」 講師：ネットワーク三宅島 代表 宮下 加奈 氏 | (独)産業技術総合研究所 地質標本館                                       | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター(地質標本館)     |
| 30 | 2007/7/21～2007/9/24 | 地質標本館特別展「三宅島火山ー その魅力と噴火の教訓ー」                                  | (独)産業技術総合研究所 地質標本館                                       | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター(地質標本館)     |
| 31 | 2007/7/25           | 地質調査総合センター第8回シンポジウム公共財としての地質地盤情報ーボーリングデータの整備と活用ー              | (独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター、地質地盤情報協議会、(独)産業技術総合研究所 産学官連携推進部門 | 主催            | 東京都    | 秋葉原コンベンションホール         |
| 32 | 2007/7/26           | 計算機言語談話会 (CLC)7月第3回                                           | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト        |
| 33 | 2007/7/27           | 関西センター一般公開                                                    | (独)産業技術総合研究所 関西センター                                      | 主催            | 兵庫県    | 産総研関西センター尼崎事業所        |
| 34 | 2007/7/28           | 日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2007年第4回例会                                | 日本音響学会関西支部                                               | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センター             |
| 35 | 2007/7/30～2007/8/3  | 第16回浜松医科大学メディカルホトニクス・コース                                      | 浜松医科大学メディカルホトニクス・コースCOE運営委員会                             | 共催            | 静岡県    | 浜松医科大学                |
| 36 | 2007/7/31           | 第3回溶接・表面改質フォーラム                                               | (財)四国産業・技術振興センター、四国経済産業局、溶接学会四国支部、高温学会四国支部               | 共催            | 香川県    | 産総研四国センター             |
| 37 | 2007/7/31           | 計算機言語談話会 (CLC)7月第4回                                           | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト        |
| 38 | 2007/8/3～2007/8/5   | 環境広場さっぽろ2007                                                  | 「環境広場さっぽろ」実行委員会                                          | 主催            | 北海道    | アクセスサッポロ              |
| 39 | 2007/8/6            | 北海道センター一般公開                                                   | (独)産業技術総合研究所 北海道センター                                     | 主催            | 北海道    | 産総研北海道センター            |
| 40 | 2007/8/24           | 夏休み体験学習化石のクリーニング                                              | (独)産業技術総合研究所 地質標本館                                       | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター(地質標本館)     |
| 41 | 2007/8/24           | 第5回産総研サイエンスカフェ「“はかる”のおおもと」                                    | (独)産業技術総合研究所                                             | 主催            | 茨城県    | レストラン エスポワール          |
| 42 | 2007/8/20           | 東北センター一般公開                                                    | (独)産業技術総合研究所 東北センター                                      | 主催            | 宮城県    | 産総研東北センター             |
| 43 | 2007/8/25           | 中部センター一般公開                                                    | (独)産業技術総合研究所 中部センター                                      | 主催            | 愛知県    | 産総研中部センター             |
| 44 | 2007/8/25           | 地質標本館地球何でも相談                                                  | (独)産業技術総合研究所 地質標本館                                       | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター(地質標本館)     |
| 45 | 2007/8/25           | 中・高校生による「バッテリーカーコンテスト2007」2時間走行チャレンジ                          | 武蔵工業大学                                                   | 共催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター(つくば北・周回路)  |
| 46 | 2007/8/25～2007/8/26 | 産総研サイエンス・スクエア臨海 夏季特別公開                                        | (独)産業技術総合研究所 臨海副都心センター                                   | 主催            | 東京都    | 産総研臨海副都心センター          |
| 47 | 2007/8/27           | 国際科学技術センター第42回日本ワークショップ (ISTC-42JWS)「持続的発展に資するエネルギー・環境技術」     | (独)産業技術総合研究所、国際科学技術センター                                  | 共同主催          | 茨城県    | 産総研つくばセンター            |
| 48 | 2007/8/29           | 2007分析展JAIMAコンファレンスワークショップ「メタボリック・プロファイリングとメタボリック」            | メタボリック・プロファイリング研究会                                       | 共催            | 千葉県    | 幕張メッセ 国際会議場           |
| 49 | 2007/8/30～2007/8/31 | 粒子・流体プロセス技術コース2007(第21回流動層技術コース)                              | 化学工学会 粒子・流体プロセス部会 流動層分科会                                 | 共催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター(つくば西)      |
| 50 | 2007/9/3            | グローバルエコノミー下における今後の科学技術協力～新エネルギー分野における日米協力を事例に～                | 経済産業省、(独)経済産業研究所、(独)産業技術総合研究所、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構       | 共同主催          | 東京都    | 経団連ホール                |
| 51 | 2007/9/7～2007/9/9   | 地質情報展2007北海道ー探検！熱くゆたかなぼくらの大地ー                                 | (独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター、北海道地質研究所、日本地質学会                  | 共同主催          | 北海道    | 北海道大学クラーク会館、札幌駅西コンコース |
| 52 | 2007/9/12           | <八十二銀行ー産総研> 協力協定締結記念シンポジウムものづくり産業活性化を目指して～新技術の研究開発動向と活用～      | 八十二銀行、(独)産業技術総合研究所                                       | 共同主催          | 長野県    | 長野バスターミナル会館           |
| 53 | 2007/9/20～2008/6/30 | 第8回バイオビジネスコンペJAPAN                                            | バイオビジネスコンペJAPAN実行委員会                                     | 共同主催          | 大阪府    | 大阪商工会議所               |
| 54 | 2007/9/25           | 計算機言語談話会(CLC)9月第1回                                            | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト        |
| 55 | 2007/9/26～2007/12/2 | 地質標本館 特別展デスモスチルス歌登標本世界一の全身化石発見から30年                           | (独)産業技術総合研究所 地質標本館                                       | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター(地質標本館)     |



## 産業技術総合研究所

|    | 開催日                   | 名称                                                        | 主催等名称                                                          | 産総研<br>との<br>かわり | 開催地    |                      |
|----|-----------------------|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------|--------|----------------------|
|    |                       |                                                           |                                                                |                  | 会場都道府県 | 会場名                  |
| 56 | 2007/9/27             | システム設計検証技術研究会 平成19年度第2回講演会                                | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                      | 主催               | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト       |
| 57 | 2007/9/28             | 第4回次世代バイオナノ研究会                                            | 四国工業研究会次世代バイオナノ研究会、(独)産業技術総合研究所四国センター、(財)四国産業・技術振興センター、四国経済産業局 | 共同主催             | 香川県    | 産総研四国センター            |
| 58 | 2007/9/29             | 九州センター一般公開                                                | (独)産業技術総合研究所 九州センター                                            | 主催               | 佐賀県    | 産総研九州センター            |
| 59 | 2007/10/1～2007/10/3   | 第9回太平洋地域新第三系層序に関する国際会議                                    | 「第9回太平洋地域新第三系層序に関する国際会議」国内実行委員会                                | 共催               | 茨城県    | 筑波大学国際会議場、産総研つくばセンター |
| 60 | 2007/10/1～2007/10/3   | Updating Quantum Cryptography 2007 (UQC 2007) 国際量子暗号会議    | (独)情報処理推進機構、(独)情報通信研究機構、(独)産業技術総合研究所                           | 共同主催             | 東京都    | 秋葉原コンベンションホール        |
| 61 | 2007/10/1～2007/10/3   | 福祉工学シンポジウム2007                                            | (社)日本機械学会                                                      | 共催               | 茨城県    | 産総研つくばセンター           |
| 62 | 2007/10/4             | 計算機言語談話会(CLC)10月第1回                                       | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                      | 主催               | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト       |
| 63 | 2007/10/5             | 計測フロンティア研究部門 第11回公開セミナー「陽電子ビーム利用材料評価研究の新展開」               | 陽電子ビーム利用材料評価コンソーシアム、(独)産業技術総合研究所計測フロンティア研究部門・計測標準研究部門          | 共同主催             | 茨城県    | 産総研つくばセンター           |
| 64 | 2007/10/5             | 東京工科大学・産業技術総合研究所リサーチ・フォーラム2007「ニュービジネスのためのシーズ」            | (独)産業技術総合研究所、学校法人片柳学園東京工科大学                                    | 共同主催             | 東京都    | 東京国際フォーラム            |
| 65 | 2007/10/5             | 産学官連携フェア2007みやぎ 一研究成果発表・交流の集い                             | (財)みやぎ産業振興機構                                                   | 共催               | 宮城県    | 仙台国際センター             |
| 66 | 2007/10/8～2007/10/12  | 第3回 ライブセルイメージング講習会                                        | (独)産業技術総合研究所、日本バイオイメージング学会                                     | 共同主催             | 茨城県    | 産総研つくばセンター           |
| 67 | 2007/10/10～2007/10/12 | 第2回新エネルギー世界展示会                                            | 再生可能エネルギー協議会                                                   | 共催               | 千葉県    | 幕張メッセ                |
| 68 | 2007/10/11            | 計算機言語談話会(CLC)10月第2回                                       | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                      | 主催               | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト       |
| 69 | 2007/10/11～2007/10/13 | エコプロダクツ東北2007                                             | 特定非営利活動法人環境会議所東北                                               | 共催               | 宮城県    | 夢メッセみやぎ(みやぎ産業交流センター) |
| 70 | 2007/10/12            | 全国異業種グループネットワークフォーラム第8回全国大会in北海道                          | 全国異業種グループネットワークフォーラム第8回全国大会in北海道実行委員会                          | 主催               | 北海道    | かでの2・7               |
| 71 | 2007/10/12～2007/10/13 | 岩手県工業技術センター一般公開                                           | 地方独立行政法人岩手県工業技術センター                                            | 共催               | 岩手県    | 岩手県工業技術センター          |
| 72 | 2007/10/13            | 四国センター一般公開                                                | (独)産業技術総合研究所 四国センター、四国工業研究会                                    | 共同主催             | 香川県    | 産総研四国センター            |
| 73 | 2007/10/14            | 地質標本館普及講演会 謎の絶滅哺乳類 デスモスチルスの復元                             | (独)産業技術総合研究所 地質標本館                                             | 主催               | 茨城県    | 産総研つくばセンター(地質標本館)    |
| 74 | 2007/10/17            | エコ・テクノ2007産総研セミナー「自動車産業に貢献する産総研のエコ技術」                     | (独)産業技術総合研究所                                                   | 主催               | 福岡県    | アジア太平洋インポートマート       |
| 75 | 2007/10/18            | 計算機言語談話会(CLC)10月第3回                                       | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                      | 主催               | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト       |
| 76 | 2007/10/18            | 計算機言語談話会(CLC)10月第4回                                       | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                      | 主催               | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト       |
| 77 | 2007/10/19            | 第6回産総研サイエンスカフェ「子どもの事故を“予防”する」                             | (独)産業技術総合研究所 広報部                                               | 主催               | 茨城県    | レストラン エスポワール         |
| 78 | 2007/10/19～2007/10/20 | 中国センター一般公開                                                | (独)産業技術総合研究所 中国センター                                            | 主催               | 広島県    | 産総研中国センター            |
| 79 | 2007/10/23            | AIST糖鎖医工学研究センター見学&講演会 for GLIT                            | (独)産業技術総合研究所、(財)バイオインダストリー協会                                   | 共同主催             | 茨城県    | 産総研つくばセンター           |
| 80 | 2007/10/24～2007/10/25 | ビジネスEXPO「第21回北海道 技術・ビジネス交流会」                              | 北海道 技術・ビジネス交流会実行委員会                                            | 共催               | 北海道    | アクセスサッポロ(札幌流通総合会館)   |
| 81 | 2007/10/25            | 計算機言語談話会(CLC)10月第5回                                       | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                      | 主催               | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト       |
| 82 | 2007/10/26            | システム設計検証技術研究会 平成19年度第3回講演会                                | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                      | 主催               | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト       |
| 83 | 2007/10/26            | 「サイエンスカフェ@アキバ〜研究者が思うこと、企業ができること〜」                         | 文部科学省科学技術振興調整費 重要解決型研究等の推進 組込みシステム向けセキュリティ技術研究                 | 共催               | 東京都    | 秋葉原ダイビル              |
| 84 | 2007/10/29            | ダイバーシティ・サポート・オフィス(DSO) ミニセミナー (1)「あなたがキャリア・カウンセリングに求めるもの」 | (独)産業技術総合研究所 男女共同参画室 産総研コンソーシアム「ダイバーシティ・サポート・オフィス」             | 主催               | 茨城県    | 産総研つくばセンター           |

研究関連・管理業務

|     | 開催日                   | 名称                                                          | 主催等名称                                                                                                                                                                                   | 産総研との<br>かわり | 開催地    |                                    |
|-----|-----------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|------------------------------------|
|     |                       |                                                             |                                                                                                                                                                                         |              | 会場都道府県 | 会場名                                |
| 85  | 2007/10/29            | 計算機言語談話会 (CLC) 10月第6回                                       | (独) 産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                                                                                                                              | 主催           | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト                     |
| 86  | 2007/10/31～2007/11/2  | 北九州学術研究都市第7回産学連携フェア知と技術の融合 『～北九州発ものづくり技術革新を目指して～』           | 九州工業大学、北九州市立大学、早稲田大学、九州共立大学、福岡大学、近畿大学、西日本工業大学、九州歯科大学、産業医科大学、北九州工業高等専門学校、北九州商工会議所、(財) 国際東アジア研究センター、(財) 北九州活性化協議会、(財) 九州ヒューマンメディア創造センター、九州経済産業局、(独) 産業技術総合研究所、福岡県、福岡県工業技術センター機械電子研究所、北九州市 | 共同主催         | 福岡県    | 北九州学術研究都市                          |
| 87  | 2007/11/2             | 第4回溶接・表面改質フォーラム                                             | (財) 四国産業・技術振興センター、四国経済産業局、溶接学会四国支部、高温学会四国支部                                                                                                                                             | 共催           | 香川県    | 香川県県民ホール                           |
| 88  | 2007/11/5～2007/11/7   | 第4回システム検証の科学技術シンポジウム                                        | 日本ソフトウェア科学会、ディペンドブルシステム研究会、(独) 産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                                                                                                   | 共催           | 愛知県    | 名古屋大学野依記念学術交流館                     |
| 89  | 2007/11/15            | 明日の関西会議 ベンチャー2007KANSAI産総研次世代技術講演会「自動車の次世代技術」               | (独) 産業技術総合研究所                                                                                                                                                                           | 主催           | 大阪府    | グランキューブ大阪 (大阪府立国際会議場)              |
| 90  | 2007/11/15            | 計算機言語談話会 (CLC) 11月第1回                                       | (独) 産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                                                                                                                              | 主催           | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト                     |
| 91  | 2007/11/16～2007/11/17 | 経営ゼミナール つくばセッション                                            | (社) 化学工学会                                                                                                                                                                               | 共催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター、三菱化学つくばクリエーションセンター      |
| 92  | 2007/11/16～2007/11/18 | 「マイクロマウス2007 (第28回全国マイクロマウス大会)」                             | (財) ニューテクノロジー振興財団                                                                                                                                                                       | 共催           | 茨城県    | つくば国際会議場                           |
| 93  | 2007/11/20～2007/11/22 | 第4回バイオマスアジアワークショップ (Fourth Biomass-Asia Workshop)           | 文部科学省、農林水産省、経済産業省、バイオマス・アジア リサーチコンソーシアム、(独) 産業技術総合研究所、(独) 国際農林水産業研究センター、(独) 農業・食品産業技術総合研究機構、(独) 森林総合研究所、東京大学、広島大学                                                                       | 共同主催         | マレーシア  | BlueWave Hotel Shar Alam, Malaysia |
| 94  | 2007/11/21            | 第2回四国食品健康フォーラム                                              | (財) バイオインダストリー協会、(財) 四国産業・技術振興センター                                                                                                                                                      | 共催           | 香川県    | サンメッセ香川                            |
| 95  | 2007/11/21            | 半導体計測・評価技術ネットワーク第2回ワークショップ                                  | つくば半導体コンソーシアム                                                                                                                                                                           | 共同主催         | 茨城県    | つくば国際会議場 (エポカルつくば)                 |
| 96  | 2007/11/22            | システム設計検証技術研究会 平成19年度第4回講演会                                  | (独) 産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                                                                                                                              | 主催           | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト                     |
| 97  | 2007/11/26            | 産業技術総合研究所男女共同参画ワークショップ                                      | (独) 産業技術総合研究所 男女共同参画室                                                                                                                                                                   | 主催           | 大阪府    | 梅田スカイビル                            |
| 98  | 2007/11/26            | 第7回産学官連携サミット                                                | (社) 日本経済団体連合会                                                                                                                                                                           | 共催           | 東京都    | ホテルオークラ東京                          |
| 99  | 2007/11/28            | ダイバーシティ・サポート・オフィス (DSO) セミナー (2) 「研究、あなたはロールモデルをイメージできますか？」 | (独) 産業技術総合研究所 男女共同参画室、産総研コンソーシアム「ダイバーシティ・サポート・オフィス」                                                                                                                                     | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター                         |
| 100 | 2007/11/28～2007/11/30 | 2007産学官技術交流フェア                                              | 日刊工業新聞社                                                                                                                                                                                 | 共催           | 東京都    | 東京ビックサイト                           |
| 101 | 2007/11/28～2007/11/30 | 中部地域公設研テクノフェア2007                                           | (独) 産業技術総合研究所 中部センター                                                                                                                                                                    | 主催           | 愛知県    | 名古屋市中心小企業振興会館                      |
| 102 | 2007/11/30            | 第83回RICE セミナー (2007 TEM 最新技術セミナー) ～ 時間と空間の新しい次元が見えてきた～      | (独) 産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門、日本エフイー・アイ (株)                                                                                                                                              | 共同主催         | 大阪府    | 産総研関西センター                          |
| 103 | 2007/12/3             | 産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門平成19年度研究成果発表会                           | (独) 産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門                                                                                                                                                               | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター                         |
| 104 | 2007/12/3～2007/12/4   | 第33回 (2007年) 感覚代行シンポジウム                                     | 感覚代行研究会                                                                                                                                                                                 | 共催           | 東京都    | 産総研臨海副都心センター                       |
| 105 | 2007/12/4             | 第6回地圏資源環境研究部門成果報告会                                          | (独) 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門                                                                                                                                                                | 主催           | 東京都    | 秋葉原コンベンションホール                      |
| 106 | 2007/12/4～2008/3/16   | 地質標本館 特別展示地質情報展 2007北海道探検！熱くゆたかなぼくらの大地                      | (独) 産業技術総合研究所 地質標本館                                                                                                                                                                     | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター (地質標本館)                 |
| 107 | 2007/12/6             | サービス・イノベーションシンポジウム「経験と勘」から「科学的・工学的手法」へ                      | 経済産業省 商務情報政策局、サービス産業生産性協議会、(独) 産業技術総合研究所                                                                                                                                                | 共同主催         | 東京都    | 東京大学工学部2号館                         |

## 産業技術総合研究所

|     | 開催日                   | 名称                                                                                                | 主催等名称                                                                          | 産総研との<br>かかわり | 開催地    |                         |
|-----|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|-------------------------|
|     |                       |                                                                                                   |                                                                                |               | 会場都道府県 | 会場名                     |
| 108 | 2007/12/6             | わかやまテクノ・ビジネスフェア '07                                                                               | (財)わかやま産業振興財団、和歌山県、(社)和歌山情報サービス産業協会                                            | 共催            | 和歌山県   | 和歌山ビッグ愛                 |
| 109 | 2007/12/7             | 産総研ジェロントテクノロジー研究フォーラム2007特別講演会、及び International Society of Gerontechnology 日本支部研究発表会              | (独)産業技術総合研究所 人間福祉医学研究部門、International Society of Gerontechnology 日本支部          | 共同主催          | 東京都    | 産総研臨海副都心センター            |
| 110 | 2007/12/7             | 第5回次世代バイオナノ研究会                                                                                    | 四国工業研究会次世代バイオナノ研究会、(独)産業技術総合研究所健康工学研究センター・四国産学官連携センター(財)四国産業・技術振興センター、四国経済産業局  | 共同主催          | 香川県    | 産総研四国センター               |
| 111 | 2007/12/7             | 平成19年度 産総研 環境・エネルギー分野シンポジウムシリーズ第3回分散型エネルギーシンポジウム～実証研究の果たす役割～                                      | (独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門                                                       | 主催            | 東京都    | 全社協・灘尾ホール               |
| 112 | 2007/12/13～2007/12/14 | 計量標準総合センター第12回成果発表会                                                                               | (独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター                                                        | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター              |
| 113 | 2007/12/17            | システム設計検証技術研究会 平成19年度第5回講演会                                                                        | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                      | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト          |
| 114 | 2007/12/18            | 計算機言語談話会(CLC)12月第1回                                                                               | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                      | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト          |
| 115 | 2007/12/18            | 2007年 半導体MIRAIプロジェクト成果報告会                                                                         | 半導体MIRAIプロジェクト、(独)産業技術総合研究所 次世代半導体研究センター、技術研究組合、超先端電子技術開発機構、(株)半導体先端テクノロジーズ    | 共同主催          | 茨城県    | つくば国際会議場                |
| 116 | 2007/12/19            | 第5回環境研究機関連絡会成果発表会 気候変動に立ち向かう ～科学的知見、そして技術的対策へ～                                                    | 環境研究機関連絡会(産総研は参加組織のひとつ)                                                        | 主催            | 東京都    | 学術総合センター                |
| 117 | 2007/12/19～2007/12/20 | CBRC2007 2007年度生命情報工学研究センター研究報告シンポジウム The Annual Meeting of Computational Biology Research Center | (独)産業技術総合研究所 生命情報工学研究センター                                                      | 主催            | 東京都    | 産総研臨海副都心センター            |
| 118 | 2007/12/20            | 第7回産総研サイエンスカフェ「体内時計のはなし」                                                                          | (独)産業技術総合研究所 広報部                                                               | 主催            | 茨城県    | レストラン エスポワール            |
| 119 | 2008/1/7～2008/1/15    | 地質資源の新たな展開ー身近な資源・アジアの資源ー                                                                          | (独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター                                                        | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター              |
| 120 | 2008/1/9              | 第3回ホロニックエネルギーシンポジウム                                                                               | 東京大学 大学院工学系研究科                                                                 | 共催            | 東京都    | 東京大学本郷キャンパス武田先端知ビル      |
| 121 | 2008/1/10～2008/1/11   | 第3回R&Iセミナー 「バイオ・化学研究者のための微細加工・ナノ計測装置の講習会と無料利用支援ー研究の幅を広げようー」                                       | (独)産業技術総合研究所 ナノテクノロジー研究部門・能力開発部門                                               | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター              |
| 122 | 2008/1/17             | 産業技術総合研究所シンポジウム「第4回ネットワーク社会とエネルギー」                                                                | (独)産業技術総合研究所 パワーエレクトロニクス研究センター・エレクトロニクス研究部門・エネルギー技術研究部門・ユビキタスエネルギー研究部門・光技術研究部門 | 主催            | 東京都    | 灘尾ホール                   |
| 123 | 2008/1/17             | システム設計検証技術研究会 平成19年度第6回講演会                                                                        | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                      | 主催            | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト          |
| 124 | 2008/1/17～2008/1/18   | 計量標準総合センター第13回成果発表会                                                                               | (独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター                                                        | 主催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター              |
| 125 | 2008/1/22～2008/1/24   | 「スマトラ型巨大地震・津波被害の軽減策」国際シンポジウム                                                                      | 東京大学 地震研究所                                                                     | 共催            | タイ     | Royal Phuket City Hotel |
| 126 | 2008/1/23             | 糖鎖産業技術フォーラム (GLIT) 設立&第1回糖鎖産業技術フォーラム (GLIT)                                                       | (独)産業技術総合研究所、(財)バイオインダストリー協会                                                   | 共同主催          | 茨城県    | 産総研つくばセンター              |
| 127 | 2008/1/23             | 計測フロンティア研究部門 第4回シンポジウム 「国力の源泉を創る科学技術」                                                             | (独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門                                                      | 主催            | 東京都    | 秋葉原コンベンションホール           |
| 128 | 2008/1/23～2008/1/24   | グレーター・ナゴヤ クラスターフォーラム2008                                                                          | 東海ものづくり創生協議会、NPO バイオものづくり中部、グレーター・ナゴヤイニシアティブ協議会、(独)産業技術総合研究所 中部センター、他          | 共同主催          | 愛知県    | ポートメッセなごや(名古屋市国際展示場)    |
| 129 | 2008/1/25             | 第7回TXテクノロジー・ショーケース・イン・ツクバ2008                                                                     | つくばサイエンス・アカデミー                                                                 | 共催            | 茨城県    | 産総研つくばセンター              |
| 130 | 2008/1/28             | 公開シンポジウム「サバイバル! 魅力あふれる研究所をめざして」                                                                   | (独)森林総合研究所                                                                     | 共催            | 茨城県    | つくば国際会議場エポカル            |



研究関連・管理業務

|     | 開催日                 | 名称                                                            | 主催等名称                                                                                                                          | 産総研との<br>かわり | 開催地    |                              |
|-----|---------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|------------------------------|
|     |                     |                                                               |                                                                                                                                |              | 会場都道府県 | 会場名                          |
| 131 | 2008/1/28           | あたらしい時代を迎えた筑波研究学園都市を考える～つくば発イノベーションにむけてその集積効果をどう発揮するか～        | 筑波研究学園都市交流協議会                                                                                                                  | 共催           | 茨城県    | 文部科学省研究交流センター                |
| 132 | 2008/1/30           | 札幌BIOビジネスマッチングin神戸                                            | 札幌市、神戸市、北海道経済産業局、北海道科学技術総合振興センター、北海道バイオ産業クラスター・フォーラム、先端医療振興財団、神戸商工会議所、北大リサーチ・ビジネスパーク推進協議会、(独)産業技術総合研究所 北海道センター                 | 共同主催         | 兵庫県    | 神戸市産業振興センター                  |
| 133 | 2008/1/31           | NEDOプロジェクト「細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発」成果報告会                       | バイオテクノロジー開発技術研究組合                                                                                                              | 主催           | 東京都    | 丸ビルコンファレンススクエア               |
| 134 | 2008/1/31           | 計算機言語談話会(CLC)1月第1回                                            | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                                                                      | 主催           | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト               |
| 135 | 2008/1/31           | 札幌&四国BIOビジネスマッチングin大阪                                         | 札幌市、北海道経済産業局、四国経済産業局、北海道科学技術総合振興センター、四国産業・技術振興センター、北海道バイオ産業クラスター・フォーラム、四国テクノブリッジフォーラム、北大リサーチ&ビジネスパーク推進協議会、(独)産業技術総合研究所 北海道センター | 共同主催         | 大阪府    | 大阪新阪急ホテル                     |
| 136 | 2008/2/1～2008/2/8   | 第2回インキュベーションウィーク関西                                            | 関西IMネットワーク協議会、近畿経済産業局                                                                                                          | 共催           | 大阪府    | 大阪産業創造館他                     |
| 137 | 2008/2/4            | JAXA・産総研シーズフォーラムinあまがさき                                       | ネオクラスター推進共同体                                                                                                                   | 共催           | 兵庫県    | ホテルニューアルカイック                 |
| 138 | 2008/2/6            | 産業技術総合研究所技術セミナー                                               | (独)産業技術総合研究所 四国センター                                                                                                            | 主催           | 高知県    | 高知県工業技術センター                  |
| 139 | 2008/2/6～2008/2/7   | WEAR 2008 Tokyo                                               | WEAR 2008 Tokyo 実行委員会、(独)産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター                                                                             | 共同主催         | 東京都    | 産総研臨海副都心センター                 |
| 140 | 2008/2/7            | システム設計検証技術研究会 平成19年度第7回講演会                                    | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                                                                      | 主催           | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト               |
| 141 | 2008/2/9～2008/2/10  | 産総研キャラバン2008 IZUMO                                            | (独)産業技術総合研究所、出雲市教育委員会 出雲科学館                                                                                                    | 共同主催         | 島根県    | 出雲科学館                        |
| 142 | 2008/2/14           | 計算機言語談話会(CLC)2月第1回                                            | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                                                                      | 主催           | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト               |
| 143 | 2008/2/15           | 第6回ナノテクノロジー総合シンポジウム(JAPAN NANO 2008)                          | (独)物質・材料研究機構                                                                                                                   | 共催           | 東京都    | 東京ビッグサイト                     |
| 144 | 2008/2/15           | 平成19年度 産総研 環境・エネルギーシンポジウム シリーズ4 21世紀の化学反応とプロセスーバイオマス原料の新たな展開ー | (独)産業技術総合研究所 環境化学技術研究部門・コンパクト化学プロセス研究センター                                                                                      | 主催           | 茨城県    | つくばカピオホール                    |
| 145 | 2008/2/16           | 第4回Research & Innovation (R & I)スキルアップセミナー「特許」                | (独)産業技術総合研究所 能力開発部門                                                                                                            | 主催           | 茨城県    | 筑波大学 春日地区キャンパス 図書館情報メディアユニオン |
| 146 | 2008/2/17           | 第5回産業界就職支援セミナー研究者としてのキャリア設計セミナー ～研究者としての将来の選択肢増やしませんか～        | (独)産業技術総合研究所 能力開発部門                                                                                                            | 主催           | 茨城県    | つくば国際会議場                     |
| 147 | 2008/2/19           | 第5回溶接・表面改質フォーラムー高張力鋼溶接技術を中心としたセミナーー                           | 溶接・表面改質フォーラム、四国経済産業局、溶接学会四国支部、高温学会四国支部                                                                                         | 共催           | 香川県    | 産総研四国センター                    |
| 148 | 2008/2/20           | つくば発イノベーション第3回講演会                                             | (独)産業技術総合研究所                                                                                                                   | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター                   |
| 149 | 2008/2/21           | 計算機言語談話会(CLC)2月第2回                                            | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                                                                      | 主催           | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト               |
| 150 | 2008/2/22           | 第8回産総研サイエンスカフェ「日本の水、世界の水ーこのままでいいの？水の使い方ー」                     | (独)産業技術総合研究所 広報部                                                                                                               | 主催           | 茨城県    | レストラン エスポワール                 |
| 151 | 2008/2/24           | 第6回産業界就職支援セミナー「キャリアセミナー事前対策セミナー」                              | (独)産業技術総合研究所 能力開発部門                                                                                                            | 主催           | 茨城県    | つくば国際会議場                     |
| 152 | 2008/2/24～2008/2/27 | モバイル科学技術館学習支援システム実験                                           | (独)産業技術総合研究所 情報技術研究部門、(財)日本科学技術振興財団                                                                                            | 共同主催         | 東京都    | 科学技術館                        |
| 153 | 2008/2/26           | The 3rd FC-Cubic Workshop                                     | (独)産業技術総合研究所 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター                                                                                              | 主催           | 東京都    | 東京国際交流館                      |

産業技術総合研究所

|     | 開催日                 | 名称                                                         | 主催等名称                                                                            | 産総研との<br>かわり | 開催地    |                      |
|-----|---------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|----------------------|
|     |                     |                                                            |                                                                                  |              | 会場都道府県 | 会場名                  |
| 154 | 2008/3/6～2008/3/7   | Workshop on LCA for APEC Member Economies                  | (独)産業技術総合研究所 ライフサイクルアセスメント研究センター                                                 | 主催           | 東京都    | 発明会館ホール              |
| 155 | 2008/3/7            | デジタルヒューマン・シンポジウム2008                                       | (独)産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター                                                     | 主催           | 東京都    | 日本科学未来館<br>みらいCANホール |
| 156 | 2008/3/8            | 第7回産業界就職支援セミナー任期付き若手研究員就職支援キャリアセミナー                        | (独)産業技術総合研究所 能力開発部門                                                              | 主催           | 茨城県    | つくば国際会議場             |
| 157 | 2008/3/10           | 地域発！バイオマス・クラスター連携シンポジウム                                    | 経済産業省 中国経済産業局、(独)産業技術総合研究所 バイオマス研究センター、(社)中国地域ニュービジネス協議会、(財)ちゅうごく産業創造センター        | 共同主催         | 広島県    | ホテルグランヴィア広島          |
| 158 | 2008/3/11           | 地質調査総合センター第10回シンポジウム 地質リスクとリスクマネジメント-地質事象の認識における不確実性とその対応- | (独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター・産学官連携推進部門、(社)全国地質調査業協会連合会、地質地盤情報協議会                      | 共同主催         | 東京都    | 秋葉原ダイビル              |
| 159 | 2008/3/11           | 第7回つくばWANシンポジウム                                            | (財)国際科学振興財団 (つくばWAN推進会議)                                                         | 共催           | 茨城県    | 筑波大学大学会館             |
| 160 | 2008/3/13           | 産業技術総合研究所関西センター研究講演会システム検証研究センター成果報告会2007年度研究プロジェクト報告会     | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                        | 主催           | 大阪府    | 産総研関西センター            |
| 161 | 2008/3/13～2008/3/14 | 第3回新エネルギー技術シンポジウム                                          | 筑波大学 システム情報工学研究科、(独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門、電気学会                                   | 共同主催         | 茨城県    | 筑波大学 総合研究棟           |
| 162 | 2008/3/15～2008/3/18 | J-DESCコアスクール コア解析基礎コース                                     | 日本地球掘削科学コンソーシアム                                                                  | 共催           | 高知県    | 高知コアセンター             |
| 163 | 2008/3/15～2008/3/30 | ものづくり展                                                     | 経済産業省                                                                            | 主催           | 東京都    | 日本科学未来館              |
| 164 | 2008/3/17           | 第6回次世代バイオナノ研究会                                             | 四国工業研究会、次世代バイオナノ研究会、(独)産業技術総合研究所 健康工学研究センター・四国産学官連携センター、(財)四国産業・技術振興センター、四国経済産業局 | 共同主催         | 香川県    | 産総研四国センター            |
| 165 | 2008/3/18           | 第84回RICEセミナー                                               | (独)産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門                                                      | 主催           | 大阪府    | 産総研関西センター            |
| 166 | 2008/3/19           | 事例セミナー                                                     | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                        | 主催           | 大阪府    | 産総研関西センター            |
| 167 | 2008/3/19           | 地質調査総合センター第11回シンポジウム 地下水のさらなる理解に向けて～産総研のチャレンジ～             | (独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター                                                          | 主催           | 東京都    | 秋葉原ダイビル              |
| 168 | 2008/3/19～2008/6/29 | 地質標本館特別展「青柳鉱物標本の世界」                                        | (独)産業技術総合研究所 地質標本館                                                               | 主催           | 茨城県    | 産総研つくばセンター(地質標本館)    |
| 169 | 2008/3/24～2008/3/26 | スプリング・サイエンスキャンプ2008                                        | (独)科学技術振興機構                                                                      | 共催           | 宮城県    | 産総研東北センター 他          |
| 170 | 2008/3/25           | 光・電子SI連携研究体 成果報告会                                          | (独)産業技術総合研究所 エレクトロニクス研究部門、光・電子SI連携研究体                                            | 共同主催         | 茨城県    | 産総研つくばセンター           |
| 171 | 2008/3/27           | 計算機言語談話会(CLC)3月第1回                                         | (独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター                                                        | 主催           | 大阪府    | 産総研関西センター千里サイト       |

## 2. その他参加行事

|    | 開催日                 | 名称                                                                    | 主催等名称                                             | 産総研との<br>かわり | 開催地    |                                          |
|----|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------|--------|------------------------------------------|
|    |                     |                                                                       |                                                   |              | 会場都道府県 | 会場名                                      |
| 1  | 2007/4/4～2007/4/6   | 国際セラミックス総合展2007                                                       | (社)日本セラミックス協会、(財)ファイナセラミックスセンター、(社)日本ファイナセラミックス協会 | 出展           | 東京都    | 東京ビックサイト                                 |
| 2  | 2007/4/4～2007/4/6   | TEST2007 第9回総合試験機器展                                                   | 日本試験機工業会                                          | 出展           | 東京都    | 東京ビックサイト                                 |
| 3  | 2007/4/16～2007/4/20 | HANNOVER MESSE 2007 (ハノーバー・メッセ2007)                                   | ドイツ産業見本市、(株)Deutsche Messe AG                     | 出展           | ドイツ    | ハノーバー国際見本市会場                             |
| 4  | 2007/4/18～2007/4/20 | 第6回国際医薬品原料・中間体展 (CPhI Japan 2007)                                     | CMPジャパン(株)、(株)化学工業日報社                             | 出展           | 東京都    | 東京ビックサイト                                 |
| 5  | 2007/5/10           | 第1回茨城コーディネータ・ネットワーク連絡会                                                | 茨城県商工労働部産業政策課                                     | 後援           | 茨城県    | つくば研究支援センター                              |
| 6  | 2007/5/15～2007/5/17 | 「第17回西日本食品産業創造展 '07」                                                  | (株)日刊工業新聞社                                        | 後援           | 福岡県    | マリンメッセ福岡                                 |
| 7  | 2007/5/18～2007/5/19 | 光触媒環境産業展 ～フォトクリンフェア2007～                                              | 光触媒環境産業展実行委員会 (構成:名古屋市、(財)名古屋市都市産業振興公社)           | 協力           | 愛知県    | ポートメッセなごや (名古屋市国際展示場)                    |
| 8  | 2007/5/18～2007/5/19 | 第13回商談会インフォネットフェスティバル2007                                             | ふくおかフィナンシャルグループ                                   | 出展           | 熊本県    | グランメッセ熊本                                 |
| 9  | 2007/5/19～2007/5/24 | 日本地球惑星科学連合2007年大会                                                     | 日本地球惑星科学連合                                        | 後援           | 千葉県    | 幕張メッセ 国際会議場                              |
| 10 | 2007/5/23～2007/5/24 | 第1回「震災対策技術展」大阪                                                        | (社)大阪国際見本市委員会                                     | 出展           | 大阪府    | インテックス大阪                                 |
| 11 | 2007/5/23～2007/5/26 | 微細精密加工技術展 (MMTS) 2007                                                 | 微細精密加工技術展2007実行委員会                                | 後援           | 大阪府    | インテックス大阪                                 |
| 12 | 2007/5/25           | 「第7回アジア国際地震学連合総会」                                                     | (社)日本地震学会                                         | 後援           | 茨城県    | つくば国際会議場                                 |
| 13 | 2007/5/29～2007/7/22 | 企画展「地球と地図の大ロマン」                                                       | 国土交通省国土地理院                                        | 後援           | 茨城県    | 国土地理院                                    |
| 14 | 2007/5/30～2007/6/1  | JPCA Show 2007 第37回国際電子回路産業展                                          | (社)日本電子回路工業会                                      | 後援           | 東京都    | 東京ビックサイト                                 |
| 15 | 2007/5/30～2007/6/1  | JPCA Show 2007/2007 マイクロエレクトロニクスショー/JISSO PROTEC2007                  | (社)日本電子回路工業会                                      | 後援           | 東京都    | 東京ビックサイト                                 |
| 16 | 2007/6/6～2007/6/7   | Embedded technology West 2007組込み総合技術展 関西                              | (社)組込みシステム技術協会                                    | 出展           | 大阪府    | マイドームおおさか                                |
| 17 | 2007/6/12           | 北洋銀行ものづくりテクノフェア2007                                                   | 北洋銀行                                              | 後援           | 北海道    | 札幌コンベンションセンター                            |
| 18 | 2007/6/20           | モノ作り・人作り地域フォーラムin三重                                                   | (独)中小企業基盤整備機構中部支部、伊勢新聞社、全国地方新聞社連合会                | 後援           | 三重県    | 四日市市文化会館                                 |
| 19 | 2007/6/20～2007/6/22 | 第6回国際バイオEXPO                                                          | リードエグジビションジャパン(株)                                 | 出展           | 東京都    | 東京ビックサイト                                 |
| 20 | 2007/6/21～2007/6/23 | 福岡ナノテクNOW2007                                                         | 福岡ナノテク推進会議                                        | 出展           | 福岡県    | 西日本総合展示場                                 |
| 21 | 2007/6/29           | 国際シンポジウム「グローバル・イノベーション・エコシステム (GIES) 2007 躍動する世界を目指して」                | GIES2007組織委員会                                     | 後援           | 東京都    | 経団連会館                                    |
| 22 | 2007/7/6            | 平成19年度産学官交流のつどい                                                       | 福島県電子機械工業会                                        | 後援           | 福島県    | ウエディング エルティ                              |
| 23 | 2007/7/7～2007/7/8   | ミブロキッズフェア2007 in 東京                                                   | (財)対日貿易投資交流推進協会                                   | 出展           | 東京都    | 池袋サンシャイン文化会館                             |
| 24 | 2007/7/11～2007/7/13 | Bio Fuels World Conference & Expo                                     | Bio Fuels World協議委員会                              | 後援           | 神奈川県   | パシフィコ横浜                                  |
| 25 | 2007/7/14～2007/9/17 | ミラクルワールド万華鏡パート3                                                       | 岡崎市岡崎地域文化広場 (おかざき世界子ども美術博物館)                      | 協力           | 愛知県    | おかざき世界子ども美術博物館                           |
| 26 | 2007/7/24           | 札幌IT & BIO ビジネスマッチング with横浜/川崎                                        | 札幌市、北海道科学技術振興センター、北海道経済産業局、北海道バイオ産業クラスターフォーラム他    | 出展           | 神奈川県   | パシフィコ横浜                                  |
| 27 | 2007/7/28～2007/7/29 | 子供の夢を育む科学展『こむエンス』                                                     | 福島市、福島市教育委員会                                      | 出展           | 福島県    | こむこむ館                                    |
| 28 | 2007/7/30～2007/8/4  | AOGS 4th Annual Meeting & #8211; 30 July to 4 August 2007 in Thailand | Asia Oceania Geosciences Society (AOGS)           | 出展           | タイ     | Queen Sirikit National Convention Center |
| 29 | 2007/7/31           | サイエンスパーク2007                                                          | (独)科学技術振興機構北海道                                    | 出展           | 北海道    | サッポロファクトリーホール                            |
| 30 | 2007/8/3            | 技術交流会2007                                                             | 高松工業高等専門学校、(財)かがわ産業支援財団                           | 後援           | 香川県    | 高松工業高等専門学校                               |
| 31 | 2007/8/3～2007/8/4   | 暮らしを支える科学と技術展 (世界を変える応用物理: 創刊75周年)                                    | 社団法人 応用物理学会                                       | 出展           | 東京都    | 科学技術館                                    |
| 32 | 2007/8/8～2007/8/9   | サイエンス・イン秋葉原                                                           | 首都圏新都市鉄道株式会社 (つくばエクスプレス)                          | 出展           | 東京都    | つくばエクスプレス秋葉原駅                            |
| 33 | 2007/8/8～2007/8/10  | 第57回日本木材学会大会 (広島)                                                     | 日本木材学会                                            | 協賛           | 広島県    | 安田女子大学                                   |



## 産業技術総合研究所

|    | 開催日                 | 名称                                                                   | 主催等名称                                                                                                          | 産総研との<br>かわり | 開催地    |                   |
|----|---------------------|----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|-------------------|
|    |                     |                                                                      |                                                                                                                |              | 会場都道府県 | 会場名               |
| 34 | 2007/8/9            | 第5回火山都市国際会議                                                          | 島原市・日本火山学会                                                                                                     | 後援           | 長崎県    | 雲仙岳災害記念館          |
| 35 | 2007/8/9～2007/8/10  | 産学官連携広域分野型技術交流会「セラミックス・マテリアル分野での新しい動き」                               | (財)九州産業技術センター                                                                                                  | 後援           | 熊本県    | アソシエート、KKRホテル熊本   |
| 36 | 2007/8/14～2007/8/15 | 子供の夢を育む科学展『こむエンス』                                                    | 福島市、福島市教育委員会                                                                                                   | 出展           | 福島県    | こむこむ館             |
| 37 | 2007/8/21～2007/8/24 | 第8回アジア熱物性会議                                                          | 第8回アジア熱物性会議実行委員会                                                                                               | 協賛           | 福岡県    | 九州大学百年講堂          |
| 38 | 2007/8/25～2007/8/26 | ふしぎと遊ぼう！青少年のための科学の祭典2007サイエンス・フェスタ                                   | 「青少年のための科学の祭典」大阪大会実行委員会、(財)日本科学技術振興財団・科学技術館、日本物理教育学会近畿支部、(社)日本物理学会大阪支部、大阪市教育委員会、大阪市立科学館、関西サイエンス・フォーラム、読売新聞大阪本社 | 協力           | 大阪府    | ハービス・ホール          |
| 39 | 2007/8/29           | ロボット分野アカデミック及びロボット技術戦略マップ2007                                        | (財)製造科学技術センター                                                                                                  | 後援           | 東京都    | 経済産業省             |
| 40 | 2007/8/29～2007/8/31 | 2007分析展                                                              | (社)日本分析機器工業会                                                                                                   | 出展           | 千葉県    | 幕張メッセ国際展示場        |
| 41 | 2007/8/31           | 第323回講習会「第14回最先端の研究室めぐり」                                             | (社)精密工学会                                                                                                       | 協賛           | 茨城県    | 産総研つくばセンター        |
| 42 | 2007/9/1～2007/10/30 | 第3回キャンパスベンチャーグランプリ東北（CVG東北）                                          | CVG東北実行委員会                                                                                                     | 後援           | 宮城県    | 日刊工業新聞社仙台総局       |
| 43 | 2007/9/6～2007/9/7   | 平成19年度放射光利用研究基礎講習会                                                   | PF懇談会                                                                                                          | 協賛           | 茨城県    | 高エネルギー加速器研究機構     |
| 44 | 2007/9/6～2007/9/7   | 全地連「e-フォーラム2007」札幌                                                   | (社)全国地質調査業協会連合会                                                                                                | 協賛           | 北海道    | 札幌コンベンションセンター     |
| 45 | 2007/9/8～2007/9/9   | ミプロキッズフェア2007in神戸                                                    | (財)対日貿易投資交流促進協会                                                                                                | 出展           | 兵庫県    | 神戸国際展示場           |
| 46 | 2007/9/8～2008/1/13  | 仙台市科学館 企画展 「新素材展」                                                    | 仙台市科学館                                                                                                         | 協力           | 宮城県    | 仙台市科学館            |
| 47 | 2007/9/10           | KFCセラミックス講演会「セラミックスの加工技術と産学官連携」                                      | 九州ファインセラミックス・テクノロジーフォーラム                                                                                       | 後援           | 福岡県    | 福岡朝日ビル            |
| 48 | 2007/9/10～2007/9/11 | 第31回静電気学会全国大会                                                        | 静電気学会                                                                                                          | 後援           | 茨城県    | 産総研つくばセンター        |
| 49 | 2007/9/12～2007/9/14 | イノベーション・ジャパン2007                                                     | (独)科学技術振興機構、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                                                                               | 出展           | 東京都    | 東京国際フォーラム         |
| 50 | 2007/9/12～2007/9/15 | 第5回全日本学生フォーミュラ大会                                                     | 日本自動車技術会                                                                                                       | 協賛           | 静岡県    | エコパ小笠山総合運動公園      |
| 51 | 2007/9/14           | JEMICフォーラム                                                           | 日本電気計器検定所                                                                                                      | 後援           | 東京都    | きゅりあん（品川区立総合区民会館） |
| 52 | 2007/9/18           | JST Innovation 大学発の金属材料イノベーション～新しい機能を持った金属材料と金属材料の新しい加工法に関する最先端研究発表～ | (独)科学技術振興機構                                                                                                    | 後援           | 岐阜県    | 岐阜グランパレホテル        |
| 53 | 2007/9/19～2007/9/21 | バイオジャパン2007                                                          | バイオジャパン2007組織委員会                                                                                               | 後援           | 神奈川県   | パシフィコ横浜           |
| 54 | 2007/9/20           | NEDOかんさい産業技術フォーラム2007                                                | NEDO技術開発機構 関西支部                                                                                                | 協賛           | 大阪府    | ホテルモントレ大阪         |
| 55 | 2007/9/22～2008/1/28 | 地下展 空想と科学がもたらす闇の冒険                                                   | 日本科学未来館、朝日新聞社                                                                                                  | 協賛           | 東京都    | 日本科学未来館           |
| 56 | 2007/9/27           | 「九州地域バイオクラスター計画」キックオフシンポジウム                                          | 九州経済産業局                                                                                                        | 後援           | 福岡県    | ホテルオークラ福岡         |
| 57 | 2007/9/29           | 4女子大学合同シンポジウム 女性研究者から発信！ワーク・ライフ・バランス社会へ                              | 日本女子大学                                                                                                         | 協賛           | 東京都    | 日本女子大学 新泉山館       |
| 58 | 2007/10/1           | テクノシンポジウム『中国地域発イノベーション「地域技術とデザイン」』                                   | (財)ちゅうごく産業創造センター                                                                                               | 後援           | 広島県    | メルパルク広島           |
| 59 | 2007/10/1           | KAGAWA機能糖鎖フォーラム第5回シンポジウム                                             | KAGAWA機能糖鎖フォーラム、(財)かがわ産業支援財団                                                                                   | 後援           | 香川県    | サンメッセ香川           |
| 60 | 2007/10/3           | JSTイノベーションプラザ福岡「研究成果発表会」                                             | (独)科学技術振興機構 JSTイノベーションプラザ福岡                                                                                    | 後援           | 福岡県    | ホテルセントラザ博多        |
| 61 | 2007/10/3～2007/10/4 | 次世代スーパーコンピューティング・シンポジウム2007                                          | (独)理化学研究所                                                                                                      | 後援           | 東京都    | 丸の内MY PLAZAホール    |
| 62 | 2007/10/3～2007/10/5 | 国際福祉機器展2007                                                          | 全国社会福祉協議会、保健福祉広報協会                                                                                             | 出展           | 東京都    | 東京ビッグサイト          |
| 63 | 2007/10/4           | (財)神奈川科学技術アカデミー 科学技術セミナー「パワーエレクトロニクスが拓く次世代モビリティシステム」                 | (財)神奈川科学技術アカデミー                                                                                                | 後援           | 神奈川県   | 神奈川サイエンスパーク       |
| 64 | 2007/10/5           | 東北大学イノベーションフェア2007in仙台                                               | 東北大学                                                                                                           | 後援           | 宮城県    | 仙台国際センター          |

研究関連・管理業務

|    | 開催日                   | 名称                                                          | 主催等名称                                                                         | 産総研との<br>かわり | 開催地    |                            |
|----|-----------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|----------------------------|
|    |                       |                                                             |                                                                               |              | 会場都道府県 | 会場名                        |
| 65 | 2007/10/5             | 産産連携マッチング2007                                               | (財)東京都中小企業振興公社                                                                | 後援           | 東京都    | パレスホテル立川                   |
| 66 | 2007/10/7～2007/10/9   | 科学技術と人類の未来に関する国際フォーラム                                       | STSフォーラム                                                                      | 後援           | 京都府    | 国立京都国際会館                   |
| 67 | 2007/10/10～2007/10/12 | 九州・国際テクノフェア ICT2007                                         | 九州・国際テクノフェア実行委員会                                                              | 後援           | 福岡県    | 西日本総合展示場                   |
| 68 | 2007/10/12            | KFC第8回特別講演会「ものづくり人づくり」                                      | 九州ファインセラミックス・テクノフォーラム                                                         | 後援           | 福岡県    | 福岡朝日ビル                     |
| 69 | 2007/10/12～2007/10/13 | ものづくり岐阜テクノフェア2007                                           | (社)岐阜県工業会                                                                     | 後援           | 岐阜県    | 岐阜メモリアルセンター「で愛ドーム」         |
| 70 | 2007/10/12～2007/10/14 | いきいき福祉2007                                                  | いきいき福祉2007実行委員会                                                               | 後援           | 北海道    | アクセスサッポロ                   |
| 71 | 2007/10/16～2007/10/19 | 粉体工業展大阪2007                                                 | (社)日本粉体工業技術協会                                                                 | 後援           | 大阪府    | インテックス大阪                   |
| 72 | 2007/10/17～2007/10/19 | エコ・テクノ2007 (地球環境・新エネルギー技術展&セミナー)                            | 北九州市、(財)西日本産業貿易コンベンション協会                                                      | 後援<br>出展     | 福岡県    | 西日本総合展示場                   |
| 73 | 2007/10/17～2007/10/19 | 「国際光触媒展 2007」                                               | 光触媒工業会、(株)東京ビッグサイト                                                            | 協賛           | 東京都    | 東京ビッグサイト                   |
| 74 | 2007/10/17～2007/10/19 | 全日本科学機器展in大阪2007                                            | (株)日本工業新聞社、日本科学機器団体連合会                                                        | 後援           | 大阪府    | インテックス大阪4・5館               |
| 75 | 2007/10/18            | APPIE産学官連携フェア2007                                           | (社)日本粉体工業技術協会                                                                 | 後援           | 大阪府    | インテックス大阪                   |
| 76 | 2007/10/18～2007/10/19 | 北陸技術交流テクノフェア2007                                            | 技術交流テクノフェア実行委員会                                                               | 後援           | 福井県    | 福井県産業会館                    |
| 77 | 2007/10/19            | 石炭等化石資源高度化利用中核人材育成セミナー                                      | 九州経済産業局                                                                       | 後援           | 福岡県    | 西日本総合展示場                   |
| 78 | 2007/10/19～2007/10/21 | あいち少年少女創意くふう展                                               | 名古屋商工会議所                                                                      | 後援           | 愛知県    | トヨタテクノミュージアム産業技術記念館        |
| 79 | 2007/10/20～2007/10/21 | SAPPORO Health & Beauty FAIR 2007                           | SAPPORO Health & Beauty FAIR 2007 実行委員会                                       | 後援           | 北海道    | アクセスサッポロ                   |
| 80 | 2007/10/23～2007/10/25 | Nature Photonics Technology Conference                      | (株)インプレスR&D                                                                   | 協賛           | 東京都    | TFTホール                     |
| 81 | 2007/10/23～2007/10/25 | 国際工学アカデミー連合 (CAETS) 第17回大会シンポジウム「環境と持続的成長」 CAETS 2007 TOKYO | (社)日本アカデミー                                                                    | 後援           | 東京都    | 京王プラザホテル                   |
| 82 | 2007/10/24～2007/10/26 | モノづくりフェア2007                                                | 日刊工業新聞社                                                                       | 協力           | 福岡県    | マリンメッセ福岡                   |
| 83 | 2007/10/24～2007/10/26 | 九州知的財産活用フォーラム2007                                           | 九州経済産業局                                                                       | 出展           | 福岡県    | マリンメッセ福岡                   |
| 84 | 2007/10/24～2007/10/26 | びわ湖環境ビジネスメッセ2007 (第10回滋賀環境ビジネスメッセ)                          | 滋賀環境ビジネスメッセ実行委員会                                                              | 出展           | 滋賀県    | 滋賀県立長浜ドーム                  |
| 85 | 2007/10/25～2007/10/26 | いばらきものづくり交流会inるくば～ものづくり&ITフェア                               | 茨城県商工労働部                                                                      | 後援           | 茨城県    | つくばカピオ                     |
| 86 | 2007/10/26～2007/10/28 | あつぎテクノフェスタ2007                                              | 厚木商工会議所                                                                       | 協力           | 神奈川県   | 厚木商工会議所                    |
| 87 | 2007/10/26～2007/10/28 | 一関発『おもしろ科学でGOー!』                                            | (財)岩手県南技術研究センター                                                               | 協賛           | 岩手県    | 一関文化センター                   |
| 88 | 2007/10/27～2007/10/28 | 第4回つくば産業フェア                                                 | つくば産業フェア実行委員会、つくば市、つくば市商工会                                                    | 協力           | 茨城県    | つくばカピオ                     |
| 89 | 2007/10/27～2007/10/28 | 建築設備展2007「快適なくらし発見フェア」～環境・防災・福祉を考える～                        | 香川県設備設計事務所協会、西日本放送、(社)高知県設備設計事務所協会、愛媛県設備設計事務所協会、徳島県設備設計事務所協会、(社)香川県建築士事務所協会 他 | 後援           | 香川県    | サンメッセ香川                    |
| 90 | 2007/10/27～2007/10/28 | 第45回全国繊維技術交流プラザ                                             | 京都府繊維・機械金属振興センター                                                              | 後援           | 福岡県    | アクロス福岡                     |
| 91 | 2007/10/28            | 交流館フェスティバル07                                                | (独)日本学生支援機構                                                                   | 協力           | 東京都    | 東京国際交流館                    |
| 92 | 2007/10/31～2007/11/2  | 中小企業総合展2007 in Tokyo                                        | (独)中小企業基盤整備機構                                                                 | 後援           | 東京都    | 東京ビッグサイト                   |
| 93 | 2007/10/31～2007/11/3  | 第38回名古屋国際木工機械展/ウッドエコテック2007                                 | 中部木工機械工業会、(社)全国木工機械工業会                                                        | 出展           | 愛知県    | ポートメッセなごや (名古屋国際展示場)       |
| 94 | 2007/11/1             | 技術創造研究会                                                     | 九州半導体イノベーション協議会                                                               | 後援           | 福岡県    | 北九州市学術研究都市内会議場             |
| 95 | 2007/11/1             | 中小企業サポートフェア                                                 | 大阪府、(財)大阪産業振興機構                                                               | 出展           | 大阪府    | マイドームおおさか                  |
| 96 | 2007/11/1             | 食品の機能性評価に関するセミナー「地域における食品機能性の評価」                            | (独)科学技術振興機構 JSTイノベーションプラザ福岡、九州大学リサーチコア食の安全と健康な生活の構築                           | 後援           | 福岡県    | (独)科学技術振興機構JSTイノベーションプラザ福岡 |
| 97 | 2007/11/1             | JBIC2007プロジェクト研究成果報告会                                       | (社)バイオ産業情報化コンソーシアム                                                            | 後援           | 東京都    | 東京コンファレンスセンター・品川           |
| 98 | 2007/11/1～2008/2/15   | 国際惑星地球年 学生コンテスト                                             | 国際惑星地球年日本                                                                     | 協賛           | 茨城県    | 産総研つくばセンター                 |
| 99 | 2007/11/3             | 京都福祉機器展 2007                                                | 京都市立総合支援学校PTA連絡協議会                                                            | 出展           | 京都府    | 京都市立呉竹総合支援学校               |

産業技術総合研究所

|     | 開催日                   | 名称                                                                  | 主催等名称                                    | 産総研との<br>かかわり | 開催地    |                      |
|-----|-----------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------|--------|----------------------|
|     |                       |                                                                     |                                          |               | 会場都道府県 | 会場名                  |
| 100 | 2007/11/3～2007/11/10  | (財)神奈川科学技術アカデミー 科学技術セミナー平成19年度教養講座 「医療機器の(強度)評価の技術」コース              | (財)神奈川科学技術アカデミー                          | 後援            | 神奈川県   | かながわサイエンスパーク         |
| 101 | 2007/11/5             | 海洋立国への道を探る～我が国EEZの地球科学と海底資源～                                        | (独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構                       | 協力            | 東京都    | 科学技術館 サイエンスホール       |
| 102 | 2007/11/5～2007/11/7   | 第20回国際超伝導シンポジウム                                                     | (財)国際超伝導産業技術研究センター                       | 後援            | 茨城県    | つくば国際会議場             |
| 103 | 2007/11/6             | JSTイノベーションサテライト徳島大学等の研究シーズ発表会                                       | 独立行政法人科学技術振興機構 JSTイノベーションサテライト徳島         | 後援            | 徳島県    | 徳島プリンスホテル            |
| 104 | 2007/11/6             | 第25回バイオテクノロジーシンポジウム                                                 | バイオテクノロジー開発技術研究組合                        | 後援            | 東京都    | 虎ノ門バストラルホテル          |
| 105 | 2007/11/7             | 平成19年度新規・成長分野企業等を対象とした情報提供イベント(人と企業のふれあい広場SAGA2007)                 | (独)雇用・能力開発機構佐賀センター                       | 後援            | 佐賀県    | マリトピア                |
| 106 | 2007/11/7～2007/11/9   | 計測展2007TOKYO                                                        | (社)日本電気計測工業会                             | 協賛            | 東京都    | 東京ビッグサイト             |
| 107 | 2007/11/12～2007/11/14 | 第4回アジアDME会議                                                         | 日本DMEフォーラム                               | 後援            | 福岡県    | 北九州国際会議場             |
| 108 | 2007/11/14            | 広島大学リエゾンフェスタ2007in呉                                                 | 広島大学、呉市、呉商工会議所、(財)くれ産業振興センター             | 後援            | 広島県    | ビューポートくれ             |
| 109 | 2007/11/14            | ものづくり&福祉交流会 in 青梅                                                   | 青梅市商工会議所                                 | 協力            | 東京都    | 霞共益会館                |
| 110 | 2007/11/15            | いばらき産業活性化シンポジウム                                                     | 茨城県県庁労働部産業政策課                            | 後援            | 茨城県    | ホテルグラウンド東雲           |
| 111 | 2007/11/16～2007/11/18 | 第9回西日本国際福祉機器展                                                       | 西日本国際福祉機器展実行委員会、(財)西日本産業貿易コンベンション協会      | 出展            | 福岡県    | 西日本総合展示場             |
| 112 | 2007/11/17～2007/11/18 | TX沿線NPOまつりinつくば                                                     | TX沿線NPOまつり実行委員会                          | 共催            | 茨城県    | つくばセンタービル広場          |
| 113 | 2007/11/19            | CSSワークショップTokyo                                                     | (財)地球環境産業技術研究機構                          | 後援            | 東京都    | ホテルグランドパレス           |
| 114 | 2007/11/19～2007/11/23 | 火山都市国際会議島原大会                                                        | 島原市、日本火山学会                               | 後援            | 長崎県    | 雲仙岳災害記念館             |
| 115 | 2007/11/20            | 広島市立大学リエゾンフェスタ2007・産学官連携セミナー                                        | 広島市立大学、財団法人広島市産業振興センター                   | 後援            | 広島県    | 広島市立大学               |
| 116 | 2007/11/20～2007/11/22 | 第24回日韓国際セラミックスセミナー                                                  | 日韓国際セラミックスセミナー組織委員会                      | 後援            | 静岡県    | ヤマハリゾート「つま恋」         |
| 117 | 2007/11/21            | 第10回 新・省エネルギーシンポジウムinかんさい2007～地球温暖化といまみんなのできること～                    | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構関西支部                 | 協賛            | 大阪府    | ホテルモントレ大阪            |
| 118 | 2007/11/23～2007/11/25 | 「エコトピア科学に関する国際会議2007」                                               | 名古屋大学エコトピア科学研究所                          | 協賛            | 愛知県    | 名古屋大学                |
| 119 | 2007/11/23～2007/11/25 | サイエンスアゴラ2007～みんなでつながろう 未来～                                          | (独)科学技術振興機構                              | 後援            | 東京都    | 国際研究交流大学村            |
| 120 | 2007/11/24            | サイエンスアゴラ2007 展示会「にの不思議ーくんとと嗅覚を再発見！体験！」                              | (独)科学技術振興機構                              | 出展            | 東京都    | 東京国際交流館              |
| 121 | 2007/11/25            | 彩都サンデーサイエンス2007                                                     | 彩都科学技術理解増進プロジェクトチーム、毎日新聞社、毎日新聞大阪開発(株)    | 出展            | 大阪府    | 茨木市立彩都西小学校           |
| 122 | 2007/11/27            | ベルギー王国ワロン地域政府主催による自動車関連技術セミナー                                       | 駐日ベルギー王国大使館                              | 後援            | 東京都    | ホテル・オークラ             |
| 123 | 2007/11/28～2007/11/29 | 第29回30周年記念風力エネルギー利用シンポジウム                                           | (財)日本科学技術振興財、団日本風力エネルギー協会                | 後援            | 東京都    | 科学技術館 サイエンスホール       |
| 124 | 2007/11/28～2007/11/29 | ベンチャープラザ西日本2007                                                     | (独)中小企業基盤整備機構(近畿支部・中国支部・四国支部・九州支部・沖縄事務所) | 後援            | 大阪府    | 大阪マーチャンダイズ・マート       |
| 125 | 2007/11/28～2007/11/30 | 産学官技術交流フェア                                                          | 日刊工業新聞社                                  | 出展            | 東京都    | 東京ビッグサイト             |
| 126 | 2007/11/28～2007/11/30 | 日本地熱学会平成19年学術講演会                                                    | 日本地熱学会                                   | 協賛            | 茨城県    | 茨城県つくば市文部科学省研究交流センター |
| 127 | 2007/11/28～2007/11/30 | クラスタージャパン2007                                                       | 経済産業省 経済産業政策局                            | 後援            | 東京都    | 東京ビッグサイト             |
| 128 | 2007/11/28～2007/12/1  | 2007国際ロボット展                                                         | (社)日本ロボット工業会、日刊工業新聞社                     | 出展            | 東京都    | 東京ビッグサイト             |
| 129 | 2007/11/29            | 「食と環境の安全を求めて：農林水産生態系における有害化学物質」「農林水産生態系における有害化学物質の総合管理技術の開発」研究成果発表会 | (独)農業環境技術研究所                             | 後援            | 茨城県    | つくば国際会議場             |
| 130 | 2007/11/30            | 先端加工技術講演会マイクロ加工最前線                                                  | (財)先端加工機械技術振興協会                          | 後援            | 東京都    | 日本工業大学               |
| 131 | 2007/12/4～2007/12/5   | 第8回＜池田銀行＞TOYRO ビジネスマッチングフェア2007                                     | TOYRO新事業創出推進協議会                          | 後援            | 大阪府    | マイドームおおさか            |



研究関連・管理業務

|     | 開催日                   | 名称                                                           | 主催等名称                                                                    | 産総研<br>との<br>かわり | 開催地    |                      |
|-----|-----------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|----------------------|
|     |                       |                                                              |                                                                          |                  | 会場都道府県 | 会場名                  |
| 132 | 2007/12/5～2007/12/7   | セミコン・ジャパン2007                                                | Semiconductor Equipment and Materials International                      | 出展               | 千葉県    | 幕張メッセ                |
| 133 | 2007/12/5～2007/12/7   | アジア光触媒標準化会議                                                  | (社)日本ファインセラミックス協会                                                        | 後援               | 東京都    | 産総研臨海副都心センター         |
| 134 | 2007/12/6             | 第9回福岡大学技術交流会「福岡大学産学官連携グランドコンベンション」                           | 福岡大学、(財)九州産業技術センター                                                       | 後援               | 福岡県    | 福岡大学                 |
| 135 | 2007/12/7～2007/12/12  | (独)産業技術総合研究所東北センター所蔵「工芸試作品展示会」                               | 東北工業大学デザイン工学科庄子研究室                                                       | 協賛               | 宮城県    | 東北工業大学               |
| 136 | 2007/12/8～2007/12/9   | こうべロボット夢工房・2008～おいでよ！こうべロボット愛ランド                             | 神戸市立青少年科学館                                                               | 協力               | 兵庫県    | 神戸市立青少年科学館           |
| 137 | 2007/12/10～2007/12/11 | 第69回レーザ加工学会講演会                                               | レーザ加工学会                                                                  | 協賛               | 東京都    | 東京大学生産技術研究所          |
| 138 | 2007/12/11            | 農業・農村の持続的発展に向けて～九州沖縄農研からの提案～                                 | (独)農業・食品産業技術総合研究機構九州沖縄農業研究センター                                           | 後援               | 熊本県    | ロマネスクリゾート菊南          |
| 139 | 2007/12/14            | 第3回 光応用新産業創出フォーラム～光の健康・医療・福祉への応用と新産業の創出～                     | 日本光学会(応用物理学会)産学官連携委員会                                                    | 協賛               | 東京都    | 慶應義塾大学三田キャンパス        |
| 140 | 2007/12/20            | 第326回講習会「実験・評価機器マスターへの道 その3」～差のつく三次元座標測定活用法～                 | (社)精密工学会                                                                 | 協賛               | 東京都    | 東京電機大学神田キャンパス        |
| 141 | 2008/1/16～2008/1/18   | 第8回 ファイバーオプティクスEXPO ～FOE 2008～                               | リード エグジビション ジャパン(株)                                                      | 出展               | 東京都    | 東京ビッグサイト             |
| 142 | 2008/1/16～2008/3/5    | 第3回セラミックリアクター開発シンポジウム                                        | ファインセラミックス技術研究組合                                                         | 協力               | 東京都    | 浜松町東京會館              |
| 143 | 2008/1/23             | 平成19年度 地域クラスターセミナーin名古屋～ナノ技術が切り開くものづくりの高度化～                  | 経済産業省                                                                    | 後援               | 愛知県    | ポートメッセなごや(名古屋市国際展示場) |
| 144 | 2008/1/23             | 我が国材料技術の新展開～不足資源問題解決に向けて～元素戦略/希少金属代替材料開発<第2回シンポジウム>          | (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構                                                     | 後援               | 東京都    | 東京大学工学部武田ホール         |
| 145 | 2008/1/25             | 公開シンポジウム「鉱物資源の持続可能性と資源問題への展望」                                | 日本学術会議総合工学委員会持続可能なグローバル資源利活用に係る検討分科会資源基礎調査小委員会                           | 後援               | 東京都    | 東京大学本郷キャンパス小柴ホール     |
| 146 | 2008/1/31～2008/2/1    | 第12回「震災対策技術展／自然災害対策技術展」横浜                                    | 「震災対策技術展／自然災害対策技術展」横浜会場実行委員会                                             | 出展               | 神奈川県   | 横浜国際平和会議場            |
| 147 | 2008/2/1              | 第17回いばらきベンチャーマーケット                                           | 茨城県、(財)茨城県中小企業振興公社                                                       | 後援               | 茨城県    | 水戸京成ホテル              |
| 148 | 2008/2/5～2008/2/7     | ベンチャーフェアJAPAN2008                                            | (独)中小企業整備基盤機構                                                            | 後援               | 東京都    | 東京国際フォーラム 展示ホール      |
| 149 | 2008/2/7              | 平成19年度 地域クラスターセミナーin熊本                                       | 経済産業省                                                                    | 後援               | 熊本県    | ホテル熊本テルサ             |
| 150 | 2008/2/13～2008/2/15   | nano tech 2008 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議                            | nano tech 実行委員会                                                          | 後援<br>出展         | 東京都    | 東京ビッグサイト             |
| 151 | 2008/2/13～2008/2/15   | ナノバイオExpo2008                                                | ナノバイオExpo実行委員会                                                           | 後援               | 東京都    | 東京ビッグサイト             |
| 152 | 2008/2/14             | 四国テクノブリッジフォーラムフェア2008                                        | (独)経済産業研究所、四国テクノブリッジフォーラム                                                | 後援               | 香川県    | サンメッセ香川              |
| 153 | 2008/2/19             | 平成19年度 地域クラスターセミナーin金沢                                       | 経済産業省                                                                    | 後援               | 石川県    | (財)石川県地場産業振興センター     |
| 154 | 2008/2/20             | 企業情報交換会2008in一関                                              | (財)岩手県南技術研究センター                                                          | 後援               | 岩手県    | ベリーノホテル一関            |
| 155 | 2008/2/21             | つくば産学官連携推進市inアキバ                                             | つくば市東京事務所                                                                | 後援               | 東京都    | 秋葉原ダイビル              |
| 156 | 2008/2/26             | 北陸地域クラスターフォーラム2008～ビジネスマッチング交流会～                             | 北陸ものづくり創生協議会                                                             | 出展               | 富山県    | オークスカナルパークホテル富山      |
| 157 | 2008/3/4              | 第3回セラミックリアクター開発シンポジウム                                        | ファインセラミックス技術研究組合                                                         | 後援               | 東京都    | 浜松町東京會館              |
| 158 | 2008/3/11～2008/3/12   | Car Testing Japan 2008 自動車試験・計測・シミュレーション技術/機器に関するコンファレンス&展示会 | (株)日刊自動車新聞社、(株)インプレスR&D                                                  | 出展               | 東京都    | TFTホール               |
| 159 | 2008/3/12～2008/3/13   | 情報処理学会第70回全国大会サテライトイベント『ワクワクIT@あきば2008』                      | (社)情報処理学会                                                                | 出展               | 東京都    | 秋葉原コンベンションホール        |
| 160 | 2008/3/13～2008/3/14   | 国際シンポジウム「グローバル・イノベーション・エコシステム(GIES)2008」                     | GIES2008国際組織委員会                                                          | 後援               | 東京都    | 一ツ橋記念講堂              |
| 161 | 2008/3/17             | KAGAWA機能糖鎖フォーラム第6回シンポジウム                                     | KAGAWA機能糖鎖フォーラム、(財)かがわ産業支援財団、四国経済産業局、香川県、香川大学、四国テクノブリッジフォーラム、糖鎖産業技術フォーラム | 後援               | 香川県    | サンメッセ香川              |

産 業 技 術 総 合 研 究 所

|     | 開 催 日               | 名 称                       | 主催等名称                        | 産総研<br>との<br>かわり | 開 催 地  |                 |
|-----|---------------------|---------------------------|------------------------------|------------------|--------|-----------------|
|     |                     |                           |                              |                  | 会場都道府県 | 会 場 名           |
| 162 | 2008/3/19           | 平成19年度四国地域産業技術推進貢<br>献表彰式 | (財)四国産業・技術振興センター、<br>四国経済産業局 | 後援               | 香川県    | リーガホテルゼス<br>ト高松 |
| 163 | 2008/3/27～2008/3/28 | ものづくり基盤フェアin川口            | 川口商工会議所                      | 協力               | 埼玉県    | 川口総合文化セン<br>ター  |

## 3) 見 学

## 平成19年度見学視察対応数（ユニット別）

| 部 署                  | 総 計 |
|----------------------|-----|
| 企画本部（理事等含む）          | 134 |
| 広報部 サイエンス・スクエアつくば    | 447 |
| 広報部 地質標本館            | 162 |
| 活断層研究センター            | 10  |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 5   |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 12  |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 35  |
| 生物情報解析研究センター         | 44  |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | 17  |
| 強相関電子技術研究センター        | 3   |
| 次世代半導体研究センター         | 45  |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター   | 25  |
| グリッド研究センター           | 13  |
| 年齢軸生命工学研究センター        | 6   |
| デジタルヒューマン研究センター      | 72  |
| 近接場光応用工学研究センター       | 3   |
| ダイヤモンド研究センター         | 15  |
| バイオニクス研究センター         | 5   |
| 太陽光発電研究センター          | 86  |
| システム検証研究センター         | 6   |
| ナノカーボン研究センター         | 38  |
| 健康工学研究センター           | 4   |
| 情報セキュリティ研究センター       | 3   |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 9   |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 16  |
| バイオマス研究センター          | 56  |
| デジタルものづくり研究センター      | 32  |
| 水素材料先端科学研究センター       | 54  |
| 糖鎖医工学研究センター          | 11  |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 55  |
| 生命情報工学研究センター         | 17  |
| 生産計測技術研究センター         | 19  |
| 計測標準研究部門             | 490 |
| 地圏資源環境研究部門           | 18  |
| 知能システム研究部門           | 177 |
| エレクトロニクス研究部門         | 46  |
| 光技術研究部門              | 46  |
| 人間福祉医工学研究部門          | 185 |
| 脳神経情報研究部門            | 21  |
| ナノテクノロジー研究部門         | 85  |
| 計算科学研究部門             | 6   |
| 生物機能工学研究部門           | 36  |
| 計測フロンティア研究部門         | 44  |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 59  |
| セルエンジニアリング研究部門       | 70  |
| ゲノムファクトリー研究部門        | 37  |
| 先進製造プロセス研究部門         | 223 |
| サステナブルマテリアル研究部門      | 13  |



産業技術総合研究所

| 部 署                      | 総 計   |
|--------------------------|-------|
| 地質情報研究部門                 | 19    |
| 環境管理技術研究部門               | 102   |
| 環境化学技術研究部門               | 69    |
| エネルギー技術研究部門              | 130   |
| 情報技術研究部門                 | 150   |
| 実環境計測・診断研究ラボ             | 5     |
| メタンハイドレート研究ラボ            | 29    |
| シグナル分子研究ラボ               | 4     |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ         | 2     |
| 器官発生工学研究ラボ               | 19    |
| 創薬シーズ探索研究ラボ              | 14    |
| バイオセラピューテック研究ラボ          | 2     |
| エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ     | 1     |
| イノベーション推進室（産業技術アーキテクト含む） | 34    |
| 特許生物寄託センター               | 25    |
| 地質調査情報センター               | 29    |
| 地質調査総合センター               | 2     |
| 計量標準管理センター               | 14    |
| ベンチャー開発センター              | 23    |
| 管理・関連部門                  | 575   |
| 北海道センター                  | 2     |
| つくばセンター                  | 1     |
| 臨海副都心センター                | 9     |
| 中部センター                   | 10    |
| 関西センター                   | 60    |
| 九州センター                   | 4     |
| 総計                       | 4,349 |

## 4) 地質標本館

## 平成19年度 地質標本館行事一覧

| 実施期間            | 特別展および速報                       | 講演会                       | 移動地質標本館           | イベント                     | 入館者・参加者           |
|-----------------|--------------------------------|---------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
| 4月17日<br>～7月16日 | つくばの自然発見<br>ーフィールドへ行こう！ー       |                           |                   |                          | 入館者 8,672人        |
| 4月21日           |                                | つくばの地形環境                  |                   |                          | 参加者 50人           |
| 4月24日           | 能登半島地震速報                       |                           |                   |                          | 入館者 883人          |
| 5月27日           |                                |                           |                   | 野外観察会「地形を見る目をつくばで磨こう」    | 参加者 26人           |
| 5月29日<br>～7月22日 |                                |                           | 「地球と地図の大ロマン」      |                          | 来館者 数千人           |
| 7月21日<br>～9月24日 | 三宅島火山ーその魅力と噴火の教訓ー              |                           |                   |                          | 入館者 17,757人       |
| 7月21日           |                                | 火山噴火に備えてー2000年三宅島噴火を体験してー |                   |                          | 参加者 約70名          |
| 7月21日           |                                |                           |                   | つくばセンター一般公開              | 入館者 1,646人        |
| 7月21日           |                                |                           |                   | つくばセンター一般公開「薄片ツアー」       | 参加者 20人           |
| 7月24日           |                                |                           |                   | 夏休み科学実験教室（新宿区立落合第四小学校）   | 小学生 45名           |
| 8月3日            |                                |                           |                   | 職場体験学習「博物館の仕事」（つくば市内中学生） | 中学生 6名            |
| 8月3日            |                                |                           |                   | つくばサイエンスラボ～つくば発科学と自然～    | 小学生 46名           |
| 8月24日           |                                |                           |                   | 化石のクリーニング                | 参加者 54名           |
| 8月25日           |                                |                           | 東北センター一般公開        |                          | 来訪者 約1,000人       |
| 8月25日           |                                |                           |                   | 地球何でも相談                  | 相談数 19件           |
| 9月26日<br>～12月2日 | デスモスチルス歌登標本<br>世界一の全身化石発見から30年 |                           |                   |                          | 入館者 7,881人        |
| 9月28日<br>～29日   |                                |                           | 九州センター一般公開        |                          | 来訪者 約800人         |
| 10月14日          |                                | 謎の絶滅哺乳類 デスモスチルスの復元        |                   |                          | 参加者 約50人          |
| 10月19日<br>～20日  |                                |                           | 中国センター一般公開        |                          | 来訪者 約1,000人       |
| 11月10日          |                                |                           |                   | 第19回自分で作ろう!!化石レプリカ       | 参加者 101名          |
| 11月10日          |                                |                           |                   | 特別体験学習（タイ国高校生）           | 参加者 20名           |
| 11月17日          |                                |                           |                   | つくば科学フェスティバル2007         | 体験者 311人          |
| 11月25日          |                                |                           |                   | 特別体験学習（マレーシア国 高校生）       | 参加者 23名           |
| 12月4日<br>～3月16日 | 地質情報展2007北海道（再展示）              |                           |                   |                          | 入館者 6,410人        |
| 12月15日          |                                |                           |                   | つくば・霞ヶ浦周辺の地質見学会          | 参加者 20人           |
| 1月16日           |                                | 埼玉県地震セミナー                 |                   |                          | 来訪者 約500人         |
| 2月2日            |                                |                           |                   | うしくサイエンスフェスタ2008         | 体験者 100人          |
| 2月9日<br>～10日    |                                |                           | 産総研キャラバン2008IZUMO |                          | 来館者 約1,000人       |
| 3月19日<br>～6月29日 | 青柳鉱物標本の世界                      |                           |                   |                          | 入館者 1,170人（～3/31） |
| 3月22日           |                                |                           |                   | 第20回自分で作ろう!!化石レプリカ       | 作製数 114個          |

地質標本館 平成19年度 入館者総数 43,585人

団体見学への館内説明対応件数 162件

## 平成19年度来館者のうち学校関係で講演等対応の一覧

## 職員が対応した小・中学校

|    | 来館日        | 来館者                 | 講演内容       |
|----|------------|---------------------|------------|
| 1  | 2007/4/25  | つくば市立吉沼小 6 年 45 人   | 地層・化石の話    |
| 2  | 2007/5/11  | 阿見町立実穀小 6 年 21 人    | 地層・化石の話    |
| 3  | 2007/5/16  | つくば市立島名小 6 年 46 人   | 地層・化石の話    |
| 4  | 2007/5/31  | 大垣市立興文中 19 人        | 地域の地質・館内説明 |
| 5  | 2007/6/21  | 筑西市立村田小 6 年 35 人    | 地層・化石の話    |
| 6  | 2007/7/17  | つくば市立竹園西小 6 年 86 人  | 地層・化石の話    |
| 7  | 2007/9/20  | 桜川市立樺穂小 6 年 36 人    | 地層・化石の話    |
| 8  | 2007/9/21  | 筑西市立上野小 6 年 31 人    | 地層・化石の話    |
| 9  | 207/10/25  | 取手市立久賀小 6 年 45 人    | 地層・化石の話    |
| 10 | 2007/10/25 | 牛久市立第二小 6 年 63 人    | 地層・化石の話    |
| 11 | 2007/10/25 | 筑西市立長瀧小 6 年 24 人    | 地層・化石の話    |
| 12 | 2007/10/31 | 下妻市立豊加美小 6 年 36 人   | 地層・化石の話    |
| 13 | 2007/12/5  | 牛久市立牛久小 6 年 86 人    | 地層・化石の話    |
| 14 | 2007/12/13 | つくば市立谷田部小 6 年 103 人 | 地層・化石の話    |

## 職員が対応した高等学校・大学・一般

|    |            |                   |            |
|----|------------|-------------------|------------|
| 1  | 2007/5/31  | 東京都立科学技術高等学校 42 人 | 地域の地質・館内説明 |
| 2  | 2007/7/18  | 柏市永楽台地域ふるさと協議会    | 地域の地質・館内説明 |
| 3  | 2007/8/29  | 土浦市中村水道組合 11 人    | 地域の地質・館内説明 |
| 4  | 2007/10/4  | 島根県立出雲高等学校        | 地域の地質・館内説明 |
| 5  | 2007/10/17 | 島根県立浜田高等学校        | 地域の地質・館内説明 |
| 6  | 2007/10/19 | 石川県立七尾高等学校 15 人   | 地域の地質・館内説明 |
| 7  | 2007/10/24 | 岐阜県立岐山高等学校 42 人   | 地域の地質・館内説明 |
| 8  | 2007/10/26 | 香川県立三本松高等学校       | 地域の地質・館内説明 |
| 9  | 2007/10/31 | 茨城県立牛久栄進高等学校      | 地域の地質・館内説明 |
| 10 | 2007/11/8  | 群馬県立桐生高等学校 20 人   | 地域の地質・館内説明 |
| 11 | 2007/12/7  | 東邦大学 3 年 13 人     | 地域の地質・館内説明 |

## 職場体験学習生・社会体験研修生受入

|   |          |                                                                                          |                                                              |
|---|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1 | 2007/8/3 | つくば市立吾妻中学校 2 年生 2 人<br>桜川市立岩瀬西中学校 2 年生 2 人<br>つくば市立筑波西中学校 2 年生 1 人<br>牛久市立下根中学校 2 年生 1 人 | 館内見学・化石レプリカ作りの学習・<br>来館者（小学生）に対するレプリカ作り指導・<br>その他「館内の仕事」を体験。 |
|---|----------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|



## (6) 法務室 (Legal Office)

所在地：東京本部

人 員：5名 (0名)

概 要：

### 1. 法務室の業務概要

法務室の業務は、(1)産総研の業務を実施する上での基本的事項を定めた規程類の整備、(2)産学官連携活動において不可避免的に発生する利益相反の未然防止、(3)法令等遵守（コンプライアンス）の推進、(4)組織及び役職員が直面した法的問題の解消、である。法務室は、これらの業務により産総研の業務の公正かつ効率的な実施及び役職員が安心して業務の遂行ができる環境の確保に努めている。

### 2. 19年度業務内容

#### (1) 規程類の整備

規程類の制定及び改正にあたっては、形式審査にとどまらず、規定内容の審査に重点を置いた審査を実施するとともに、規程類のスリム化など、これまでの取り組みを継続して行った。

また、法律改正や社会動向を常に意識し、必要に応じて法務室から担当部門へ規程類の制定及び改正を積極的に働きかけた。

#### (2) 利益相反の未然防止

平成17年度に確立した利益相反マネージメントの全体システム（事前、中間、事後のマネージメントシステム）及び利益相反マネージメントの必要性等について、研修等の実施により役職員全体に周知徹底を図り利益相反マネージメントを定着させた。

また、利益相反に関する社会や大学等他機関の動向を把握し、対象者の拡大等、時宜にあった利益相反マネージメントを実施するとともに、より良い利益相反マネージメントシステムへの改善に努めた。

#### (3) 法令、規程類等遵守の推進

法令等遵守（コンプライアンス）に係る態勢の検討を行った。

なお、コンプライアンス小委員会の設置により、法規則 WG において、各規程ごとに適用法令、管理体制の整理を行うとともに、コンプライアンスに係るアンケートの実施により、役職員等のコンプライアンス意識の醸成に努めた。

また、法令、規程類等遵守の一環として一昨年度から開始した内部通報制度については、窓口部署として、通報に対して迅速かつ適切な処理を行った。

#### (4) 組織及び職員が直面した法律的問題の解決

引き続き顧問弁護士5人を活用し、業務上の法律的問題の解決に迅速に対応した。

機構図 (2008/3/31現在)

### 【法務室】

室 長 向坪 均

└── 室長代理 山崎 浩 他

## (7) 情報公開・個人情報保護推進室 (Information Disclosure and Personal Information Protection Promotion Office)

所在地：東京本部、つくば中央第1、地域センター

人 員：2名 (0名)

概 要：情報公開・個人情報保護推進室は、研究所の情報公開と個人情報保護に関する基本方針の企画及び立案並びに総合調整、研究所の保有する情報の公開及び提供の推進等に関する業務、研究所の個人情報の本人開示の実施、研究所の保有する個人情報の保護の推進等に関する業務を行っている。

機構図 (2008/3/31現在)

室 長 (兼) 上野 俊夫

└── 総括主幹 富澤 和男

└── 総括主幹 大槻 等

## (8) 男女共同参画室 (AIST Gender Equality Office)

所在地：つくば中央第2、関西センター

人 員：4名 (3名)

概 要：産業技術総合研究所男女共同参画の推進策（平成17年度策定）に基づく恒常的活動を行うために、「男女共同参画室」は平成18年4月1日に設置された。男女共同参画室は、性別にかかわらず能力を発揮できる環境の実現を目指し、所内システムの改善や職場環境の整備を行う。

具体的には、以下の4つを業務内容とする。

- 男女共同参画の啓発と広報に関すること
- 女性職員の採用拡大に関すること
- 男女職員のキャリア形成の支援及び勤務環境整備に関すること
- その他、男女共同参画の推進に関すること

平成19年度の活動の概要は以下の通りである：

- 男女共同参画の啓発と広報に関することについては、産総研の各研究拠点を結んで「介護に関する勉強会」を実施し、産総研やつくば市の制度に関する理解を深めた。また、男女共同参画ワークショップ「ワークライフバランスを考えるーイノベーション創出への実践ー」を大阪で開催し、報告書を出版した。

- 女性職員の採用拡大に関することについては、大学就職セミナー用に男女共同参画に関する資料を作成し、パンフレットなどの配布とともに、産総研に就職して育児と仕事の両立を目指す人達へのアピールを行った。
- 男女職員のキャリア形成の支援及び勤務環境整備に関することについては、4月から開始した「育児特別休暇」の利用状況の調査をし、学会などで発表した。また、科学技術振興調整費の女性研究者支援モデル育成事業に「女性研究者グローバルエンカレージング」（平成19～21年度）が採択され、事業を開始した。この活動として、組織を超えた女性研究者の支援を行うための機関「ダイバーシティサポートオフィス（DSO）」を産総研コンソーシアムとして設置し、意欲触発支援として、ロールモデルとの会合やキャリアカウンセリング／アドバイジングを開始した。「女性職員エンカレージング研修」や「エンカレージングセミナー」なども実施した。
- その他、男女共同参画の推進に関することについては、内閣府男女共同参画局及びつくば市男女共同参画室の活動、ならびに科学技術振興調整費に関するシンポジウムなどに参加した。

-----  
 機構図（2008/3/31現在の役職者名）

室長（兼）澤田 美智子  
 室長代理 戸田 賢二  
 総括主幹 田中 敦子  
 総括主幹 川崎 一則  
 -----

業務報告データ

【出版物】

- 産業技術総合研究所 男女共同参画ワークショップ「ワークライフバランスを考えるーイノベーション創出への実践ー」（2007. 11. 26）、AIST07-X00011

## (9) イノベーション推進室 (Research and Innovation Promotion Office)

-----

所在地：つくば中央第2

人員：28名(23名)

概要：イノベーション推進室は、産総研が我が国のイノベーション創出の主導的役割を果たすため、イノベーション推進コア、産業技術アーキテクトを補佐し、イノベーション創出のための実践的活動を推進する組織として、平成18年12月1日に発足した。

イノベーション推進室の担当業務は、次の通りである。

- (1) イノベーションの創出及び推進等に係る総合調整。
- (2) イノベーションの創出及び推進のための研究分野間の調整。
- (3) イノベーションの創出のためのプロジェクトの推進。
- (4) 産業技術アーキテクト及び研究コーディネータが行

う業務の支援。

- (5) イノベーションの創出及び推進等に係る業務であって、他の所掌に属しないもの全て。

イノベーション推進室の主な活動は、次の通りである。

### ○イノベーション潮流の形成

- ・イノベーション推進人材の育成（産業技術ポスドクの育成事業、技術研修制度、中小企業人材育成事業）を実施した。
- ・公的研究開発の経済インパクト評価として、経済インパクトシミュレーションモデルを構築した。
- ・本格研究の実践によるイノベーション推進の具体論について議論をする場として、本格研究ワークショップを全地域拠点で開催、理事長をはじめとする経営層と職員の直接的な対話によりイノベーション推進の実践事例を共有し、更なる活動に繋げている。

### ○研究から市場へのプロモーション

- ・大型連携プロジェクトの推進（産業変革研究イニシアティブ）として、「医薬製剤原料生産のための密閉型組換え植物工場の開発」、「ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャの開発」、「知識循環型サービス主導アーキテクチャ（AIST SOA）の開発」、「中小規模雑植物バイオマスエタノール燃料製造プラントの開発実証」を実施した。（新規課題1件、継続課題3件）
- ・研究シーズを市場に結びつけるための政策的予算制度として、基礎研究シーズを可視化し、市場化プロセスにのせるための「ハイテクものづくりプロジェクト」、企業及び大学内の研究開発シーズを人材と一体で受け入れ、産総研の技術との融合により競争力を高め、産業化を目指すための「産総研カーブアウト事業」等を実施した。

### ○市場から研究へのフィードバック

- ・産学官及び異分野間の対話の場・知識融合のツールとして、組織的対話システム「イノベーションオンライン」を構築し、イノベーション促進を支援した。

### ○本格研究の推進と成果の統合的発信

- ・実践的視点から組織・制度設計、運用へのコミットとして、産学官連携の一層の促進とその成果の活用促進のため、企業との共同研究で創出された共有の知的財産の取扱について一部変更を行い、不実施補償料を請求しない共同研究契約の条件を策定した。平成19年9月1日より変更。
- ・産総研の研究資源の最適配置を目指し、研究資源配分原案の作成を実施した。

機構図（2008/3/31現在）

室長 三木 幸信  
 総括企画主幹 原市 聡  
 田澤 真人  
 織田 雅直

末廣 尚士  
 時崎 高志  
 花岡 隆昌  
 (兼) 増田 幸治  
 (兼) 大苗 敦  
 内藤 耕  
 総括主幹 谷川原 久明  
 小笠原 敦  
 (兼) 横田 慎二

## (10) 次期情報システム研究開発推進室 (EAI2 Project Research and Development Office)

所在地：つくば中央第1

人 員：1名 (0名)

概 要：次期情報システム研究開発推進室は、研究所の次期情報システムを企画・立案し、構築することを目的として平成18年10月に発足した。産総研の現行基幹業務システムは、各種の研究支援業務をサポートする個別業務システムとそれらのプラットフォームとなる共通基盤システムから成る。現在の基幹業務システムは産総研発足以来、研究支援に大きく寄与しているが、より一層の高度化のため、平成16年から更改の構想を練ってきた。次期情報システムの狙いは、産総研の保有する情報システムに関する知見を活かし、研究支援業務の高度化、効率化及び所内研究情報の有効利用を図ることである。

機構図 (2008/3/31現在)

次期情報システム研究開発推進室長

(兼) 小野 晃

次期情報システム研究開発推進室審議役

久保 潤一 他

平成19年度においては、次期情報システムの構築に關するこれまでの検討を踏まえ、具体的な次期情報システム構築のための設計・開発を進めた。

次期情報システムの構築においては、産総研における研究支援の高度化と業務効率化の実現に向け、会計業務や人事給与業務の業務フローの見直し結果に基づき、会計システムや人事給与システムの設計・開発を進めた。また、品質の高いシステムを効率的に構築するため、開発の手法、規約及び共通ソフトウェア等の各種の枠組みを包括フレームワークとして標準化し、次期情報システム構築に適用した。このフレームワークを他の独立行政法人や地方自治体へ適用することを目指しており、具体的に進めている。

## (11) 監査室 (Audit Office)

所在地：東京本部

人 員：5名 (0名)

概 要：

### 1. 監査室の業務概要

監査室の業務は、(1) 研究所の業務の執行状況を正確に把握して適切な助言及び勧告を行うことにより、内部統制システムの充実及び改善を図り、業務の適正かつ効率化及び業務の透明性の確保等に寄与することを目的とした内部監査業務、(2) 会計検査院法第22条第5号の規定に基づく会計検査院による会計実地検査及び独立行政法人通則法（以下「通則法」という。）第39条の規定に基づく会計監査人の監査、その他の外部機関の検査及び監査への対応に関する業務、(3) 研究所の財務内容等の監査を含む業務の能率的かつ効果的な運営を確保することを目的とした通則法第19条第4項に基づく監事の監査業務の支援に関する業務を実施することである。

### 2. 平成19年度業務概要

#### (1) 内部監査業務

本年度の内部監査としては、産総研組織の安全管理やコンプライアンスを最重要テーマとしつつ、危機管理などリスクの高い業務や業務の重要性に着目した監査を実施するとともに、前年度までの監査結果に対するフォローアップ監査を実施した。また、昨年度と同様、特定テーマを設定し、監査実施部門に対する横断的な監査を実施した。具体的には、平成19年度内部監査年度計画書に基づき、研究所の内部組織である研究関連・管理部門、研究実施部門及び地域センターに赴き、組織運営の内部統制の継続的な維持及び業務・経営効率化への改善のための監査を実施した。

#### (2) 外部の検査及び監査に対する対応業務

##### ① 会計検査院に係る対応

会計実地検査は、つくば本部3回（6月25日～28日、3月4日～7日、3月25日～26日）、北海道センター1回（5月22日）、東北センター1回（6月7日）、中国センター1回（6月11日～13日）、四国センター1回（6月14日～15日）、九州センター1回（4月10日～11日）実施され、被対象部門等との調整を行い対応した。

##### ② 会計監査人に係る対応

会計監査人の候補者を経済産業大臣に推薦し、あずさ監査法人が選任された。これを受けて、同監査法人が行う監査の実施状況について定期的に報告を受けるとともに、監事監査及び内部監査との連携を図った。



構成図 (2008/3/31現在)

監査室長 上野 俊夫  
└─ 総括主幹 五十嵐 直幸 他

(12) 研究コーディネータ (Research Coordinator)

所在地：つくば中央第2他

人 員：9名（9名）

概要:産総研が取り組む研究テーマは大きく6つの分野に分けられ、それぞれの分野に1～2名の研究コーディネータが配置されている。研究コーディネータは、研究ユニットとの対話によって、分野内のユニット間のコーディネーションを行い、その一方で、他分野の研究コーディネータと協調して、所全体としての本格研究を推進する。

機構図 (2008年3月現在)

「ライフサイエンス担当」

研究コーディネータ 湯元 昇

「情報通信・エレクトロニクス担当」

研究コーディネータ 大蒔 和仁

研究コーディネータ 松井 俊浩

「ナノテクノロジー・材料・製造担当」

研究コーディネータ 五十嵐一男

研究コーディネータ 中浜 精一

「環境・エネルギー担当」

研究コーディネータ 神本 正行

研究コーディネータ 山辺 正顕

「社会基盤（地質）相当」

研究コーディネータ 佃 栄吉

「社会基盤（標準・計測）担当」

研究コーディネータ 田中 充

(13) 情報化統括責任者  
(Chief Information Officer)

所在地：つくば中央第2他

人員：0名（0名）

概 要：情報化統括責任者（CIO）は、産総研の情報化戦略の企画及び立案並びに研究所の情報化に関する業務の統括をミッションとしている。そのため、（１）電子行政推進国・独立行政法人等協議会を通じて、情報化に関して政府との調整を行うこと、（２）産総研の情報化戦略

委員会を主宰して、情報化戦略及び情報化に関する重要事項を審議し、情報化関連予算の調整、次期情報システム（EAI2）の開発、所内の研究情報の共有化に関する検討、業務・システム最適化計画の策定等を行うこと、(3) 総括情報セキュリティ管理者（CISO）として、所内の情報セキュリティ業務を総括し、情報セキュリティ委員会を主宰し、セキュリティ事故等への対応、セキュリティ対策の改善を行うこと等を実施している。

機構図 (2008/3/31現在)

情報化統括責任者 (兼) 小野 晃  
情報化統括責任者補佐 (兼) 大蔭 和仁  
(兼) 久野 巧  
(兼) 久保 潤一

情報化戦略委員会を2回開催し、産総研の業務・システム最適化計画を決定した。総括情報セキュリティ管理者（CISO）として、情報セキュリティ委員会を4回開催し、情報セキュリティ監査を実施した。その他、研究テーマデータベース開発の基本方針の決定、情報セキュリティポリシー基本方針改訂案の作成を行った。

(14) 産業技術アーキテクト  
(Innovation Architect)

所在地：つくば中央第2

人員：1名(1名)

概要：産業技術アーキテクトは、産総研が我が国のイノベーション創出の主導的役割を果たすため、理事長の命を受けて、研究所を核としたイノベーションの創出及び推進等に関わる業務を統括する特別な職として、平成18年12月1日に新設された。

産業技術アーキテクトの役割は、(1) 産総研内外、特に産業界の有識者と積極的に意見交換し、(2) 産総研の研究成果を基に外部の研究成果も取り入れて、将来の産業化シナリオを描き、(3) 産総研と産業界との戦略的連携やプロジェクトを立案・推進を実施することである。平成19年8月には、産業界から新たに1名採用した。

産業技術アーキテクトの主な活動は、(1) 産業変革研究イニシアティブ(大型連携プロジェクト)の新規課題として「中小規模雑植性バイオマスエタノール燃料製造プラントの開発実証」の選定及び実施、継続課題の推進と、終了課題のフォローアップとして「医薬製剤原料生産のための密閉型組換え植物工場の開発」について、産業化を加速するための事業化プランを企業と合同でシナリオを作成、(2) 半導体材料企業コンソーシアム(CASMAT)と関連分野の産総研研究者を一同に集めて、win-win の連携構築のための意見交換を設定、(3) 産学官連携の更なる促進のため、共有知財に対して、不実施

補償料を請求しない共同研究契約条件を策定、(4) 産業技術アーキテクトレポート『『健幸』価値が創り出すこれからの社会』を発行した。

-----  
機構図 (2008/3/31現在)

産業技術アーキテクト (兼) 伊藤 順司  
産業技術アーキテクト 景山 晃

### (15) 先端情報計算センター (Tsukuba Advanced Computing Center)

-----  
所在地：つくば中央第1、先端情報計算センター  
人 員：19名 (3名)

概 要：先端情報計算センターは、我が国有数の情報技術に関する研究を行っている産総研の特長を最大限に活かし、最先端の技術の知見を用いて、全所的な情報ネットワークの構築・管理、情報セキュリティポリシーの運用、及び基幹業務システムの構築・管理・支援を実施している。また、産総研の情報基盤の高度化を図り、より生産的な研究活動と円滑で効率的な業務推進を支援する役割を担っている。

-----  
機構図 (2008/3/31現在)

先端情報計算センター長 (兼) 大蒨 和仁  
次 長 久野 巧  
部総括 (情報企画チーム長) 田沼 弘次  
(情報システム管理チーム長) (兼) 久保 潤一  
(情報セキュリティチーム長) 益子 利和  
(情報ネットワークチーム長) (兼) 久野 巧  
(イントラ企画チーム長) 池田 勉 他

-----  
情報企画チーム、情報セキュリティチーム、情報ネットワークチーム、情報システム管理チーム、イントラ企画チームの5チーム体制で、下記の業務を実施した。また、次期情報システム研究開発推進室の業務を積極的に支援し、次期情報システムの設計・開発の進捗に寄与した。

(情報セキュリティの向上)

一般ユーザを対象とする情報セキュリティ研修の他に、部門の管理者を対象とした情報セキュリティ研修を実施、さらには、WEB 版のセキュリティ研修をリリースするなど教育面を充実させた。OS 等の脆弱性情報や、コンピュータウィルスに関する情報について重要度に応じ、イントラネットの掲示板を活用し利用者に連絡して注意を促した。また、情報セキュリティ監査を実施した。

(産総研ネットワークの構築、運用、保守、管理)

研究拠点間広域通信網 AIST-WAN を含む全所的な情報ネットワーク AIST-LAN を安定的に運用し(研究所全

域の障害は0件。事業所のフロア・部屋単位の障害27件)、研究所共通の業務用公式 WEB サーバ及びメールサーバを安定稼働させた(全ユーザに係る障害は1件。一部サービスの障害は4件)。また、次世代大容量・高速情報ネットワーク対応のため地域センターの情報ネットワーク設備を改修した(平成17年度からの継続事業)。AIST-WAN を従来の ATM 網+広域 Ether 網から二重化広域 Ether 網に更新した。外部から産総研ネットワークにアクセスするための VPN 接続装置を更新し、通信容量およびセキュリティを向上させた。

(基幹業務システムの運用、保守、管理)

基幹業務システム運用時間は99 %程度の高可用性を達成した。

イントラネットシステムをより使い易くするため、各業務システムに所要の改修を加えると同時に、コンテンツの見直しを行い、目的とする情報にたどり着きやすくなるなどシステム全体の利便性を向上させる工夫を図った。

### (16) 特許生物寄託センター (International Patent Organism Depository)

-----  
所在地：つくば中央第6

人 員：7名 (4名)

概 要：

- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物の受託並びに求めに応じての分譲業務を行う。
- ・寄託生物種の生存試験等を行うとともに、これに関連する保存技術及び形質維持の高度化を指向する研究開発を行う。

-----  
機構図 (2008/3/31現在)

センター長 山岡 正和  
―― 副センター長 (兼) 丸山 明彦  
―― 微生物細胞寄託技術主査 宮本 恭恵  
―― 動物細胞寄託技術主査 (兼) 山岡 正和  
―― 植物細胞寄託技術主査 (兼) 鈴木 馨  
―― 寄託業務総括主幹 谷島 清一  
―― 特許生物特別研究室長 (兼) 山岡 正和

-----  
特許生物寄託制度について

生物に関連した発明について特許出願する際は、寄託機関にその生物を寄託し、寄託機関が発行する受託証を提出する必要がある。寄託機関は、その生物の生存等を確認し、必要な期間保存する。また、第三者に試験・研究を目的として生物の試料を分譲する。

特許生物寄託センターは、特許庁長官から指定された

寄託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物を受託・分譲している。

菌株名の自動照合システムによる安全性確認など、受託時の安全性確認の強化を行うとともに、経験のある専門従事者の再配置や専門家の採用による寄託業務の体制強化を行っている。

安全を強化した寄託業務の実施に向けた取り組み  
新規受託時における受託菌株の同定根拠の確認や受託

#### 平成19年度寄託等の件数及び手数料収入実績

| 事 項   | 微生物の保管手数料  |           |        |            |        | 試料の分譲手数料 |         |                |      |                |      |
|-------|------------|-----------|--------|------------|--------|----------|---------|----------------|------|----------------|------|
|       | 原寄託        | 新規寄託      | 再寄託    | 継続寄託       | 寄託特例   | 菌株分譲     |         | 海外送付追加<br>(一般) |      | 海外送付追加<br>(動物) |      |
|       | (国際)       | (国内)      | (国際)   | (国内)       | (国内)   | (国際)     | (国内)    | (国際)           | (国内) | (国際)           | (国内) |
| 件 数   | 156        | 274       | 2      | 4054       | 4      | 66       | 68      | 14             | 0    | 1              | 0    |
| 金額(円) | 34,320,000 | 5,754,000 | 32,000 | 44,593,475 | 69,000 | 660,563  | 680,000 | 2,100          | 0    | 33,000         | 0    |

| 事 項   | 証明書の交付手数料 |       |           |       |        |      |       | 情報の通知手数料 |      | 合 計        |
|-------|-----------|-------|-----------|-------|--------|------|-------|----------|------|------------|
|       | 届出に関する証明  |       | 最新の生存情報証明 |       | 生存試験証明 |      | 諸 証 明 | 情報通知     |      |            |
|       | (国際)      | (国内)  | (国際)      | (国内)  | (国際)   | (国内) | (国内)  | (国際)     | (国内) |            |
| 件 数   | 1         | 2     | 3         | 1     | 0      | 0    | 3     | 0        | 0    | 4,649      |
| 金額(円) | 2,000     | 4,000 | 6,000     | 2,000 | 0      | 0    | 6,000 | 0        | 0    | 86,164,138 |

#### (17) ベンチャー開発センター (旧ベンチャー開発戦略研究センター) (AIST Innovation Center for Start-ups)

所在地：秋葉原事業所

人 員：11名（5名）

概 要：産総研は、文部科学省科学技術振興調整費「戦略的研究拠点育成」事業の採択を受けて平成14年度に「ベンチャー開発戦略研究センター」を設置し、積極的なベンチャー創出・支援施策を実施してきた。戦略的研究拠点育成事業のミッションは次の3つであった。

##### 1. 【産総研改革】組織運営改革

産総研全体の組織改革、制度改革や研究者の意識改革を行い、産総研をベンチャー創出プラットフォームへと変革する。

##### 2. 【実践】ベンチャー創出の実践

センター独自の方式（タスクフォース方式）によるベンチャー創出を試行し、公的研究機関・大学（主に産総研）の技術シーズを基にしたベンチャー創出の成功確率を上げる仕組みの開発に取り組む。

##### 3. 【研究】ベンチャー創出の手法・システムの研究

実践のプロセスを通じて制度運用上・事業化手法上の様々な課題を抽出し、公的研究機関・大学発ベンチャー創出のための手法・システムの研究を行う。

平成19年5月、「ベンチャー開発戦略研究センター」を「ベンチャー開発センター」へ改組し、そのミッションを整理して引き継いだ。平成19年度活動概要を以下に示す。

##### 1. 組織運営改革

平成19年5月、ベンチャー開発センターを秋葉原事業所内に開設し、スタートアップ開発戦略タスクフ

ォースによるベンチャー創出・支援施策を継続するとともに、新たに創業支援タスクフォース（創業のための市場調査を支援する方式）の運用も開始した。また、ベンチャーに関する講演及び研修による研究者の意識改革活動をはじめ、イベントや出版物による情報発信活動にも力を入れて取り組んだ。

#### 2. ベンチャー創出の実践

平成19年度には、スタートアップ開発戦略タスクフォースを10件組織し（うち新規3件、前年度からの継続7件）、ビジネスプランの策定、事業化に向けた技術開発等のハイテク・スタートアップス創業に向けた集中的な取り組みを行った。また、法務・経営・財務・金融・販路開拓・特許、事業計画の専門家による相談窓口の設置、法人登記手続きや兼業申請手続きの代行等の支援を行い、78件の事業化相談を行った。この結果、平成19年度は、新たに8社（うちタスクフォース発は2社）のベンチャー企業を創出し「産総研技術移転ベンチャー」等の累計は92社（うちタスクフォース発は32社）となった。

#### 3. 産総研ベンチャー追跡調査

産総研技術移転ベンチャーの追跡調査プロジェクトとして、これまでの関与案件を中心としてアンケート調査を実施し、タスクフォース後の他の助成金への採択状況など、単にベンチャー創出だけでなく、多面的な状況分析を実行すると共に、実態の掌握をより進めた。詳細は「産総研ベンチャー追跡調査報告書2007年度版」を参照されたい。



機構図（2008/3/31現在）

ベンチャー開発センター長

：（兼）吉川 弘之

ベンチャー開発センター次長

：永壽 伴章

スタートアップ・アドバイザー

：上野 陽一郎

大野 裕深

藤田 和博

高橋 通

押小路 実明

東谷 典尚

前川 博文

富士岡 芳樹

齋藤 ウィリアム

古川 博之

ベンチャー支援室 室長 栗原 文夫 他

開発企画室 室長 前田 雅喜 他

-----  
スタートアップ・アドバイザー

（Start-up Advisor）

（秋葉原事業所他）

概要：市場ニーズ・社会ニーズを踏まえて、産総研をはじめとする公的研究機関・大学の技術シーズを活用したビジネスモデルを構築すると共に、ハイテク・スタートアップ創業に向けて必要な追加的研究開発やビジネスプランの作成等を行う「スタートアップ開発戦略タスクフォース」を統括する。必要に応じて、産総研の職を離れ、創業後の企業経営に参画する。

業務報告データ

○スタートアップ開発戦略タスクフォース

・ベンチャー創出・支援研究事業 10件

新規採択 3件（応募数は9件）

継続案件 7件

・ベンチャー支援任用 0件

新規採択 0件（応募数は9件）

継続案件 0件

○創業支援タスクフォース（平成19年度開始制度）

新規採択 1件（応募数は2件）

○ベンチャー支援室が受けた創業関連相談件数

78件

○会社設立事務の支援実施数

4件

ベンチャー支援室

（Office of business development）

（秋葉原事業所、つくば第2事業所他）

概要：ベンチャー支援室は、研究者からのベンチャー起業提案に対して、関連部門と連携して創業のためのオーダーメイド・サービスを提供する。インキュベーション・マネージャーの資格を有する職員が、研究者からの創業に関する各種の相談に応じるほか、法務・財務等の専門家である「ビジネス化支援スタッフ」を配置して、相談を受け付けている。また、会社の設立にあたって、設立事務の支援を行う。タスクフォースに関しては、「創業支援タスクフォース」の運営管理に関する事務と、産総研外部を対象とした「ベンチャー支援任用制度」の公募に関する事務を行う。さらに、産総研の支援を受けることができる「産総研技術移転ベンチャー」等の称号付与に必要な資格審査と支援に関する事務を行う。

開発企画室

（Planning office of business and innovation）

（秋葉原事業所）

概要：ベンチャー開発センターの活動計画を企画立案するとともに、産総研内外との調整を行う。また、センターの使用する予算の管理を行うとともに、産総研の内部を対象とした「ベンチャー創出・支援研究事業」の公募に関する事務など、スタートアップ開発戦略タスクフォースの運営管理に関する事務を行う。また、産総研のベンチャー創出プラットフォーム化に向けて、産総研の組織改革や制度改革を推進するとともに、産総研内部の人材育成や意識改革を図るために、ベンチャー創出に関する職員向け研修やセミナーの企画・運営を行う。さらに、成果の発信のための広報活動を行う。また、企画室内に設置されたベンチャー追跡評価チームは、ハイテク・スタートアップスの事例研究、及び創出プラットフォームの分析評価を行う。

## ○産総研技術移転ベンチャー

- ・産総研技術移転ベンチャー企業数  
新規8社（累計92社）
- ・産総研技術移転ベンチャーのうち、スタートアップ開発戦略タスクフォース発ベンチャー企業数  
新規2社（累計32社）  
内訳 新規創業2社（累計25社）（表1の「TF 案件」2社）  
新規共同研究0社（累計7社）

表1 平成19年度に称号付与した産総研技術移転ベンチャー一覧

| No. | 企業名                   | 創出元研究ユニット     | TF 案件 |
|-----|-----------------------|---------------|-------|
| 1   | (株)ファクトリービジョンソリューションズ | 知的機能連携研究体     |       |
| 2   | (有)クロモソームサイエンスラボ      | ゲノムファクトリー研究部門 |       |
| 3   | つくばテクノロジー(株)          | 計測フロンティア研究部門  |       |
| 4   | YuuZuu(株)             | 知能システム研究部門    | TF 案件 |
| 5   | (株)ボイザー               | 情報技術研究部門      | TF 案件 |
| 6   | ライフロボティクス(株)          | 知能システム研究部門    |       |
| 7   | Cytonics(株)           | バイオニクス研究センター  |       |
| 8   | (株)アフィオ               | 人間福祉医工学研究部門   |       |

## ○研修

- ・「ベンチャー創業に関心を有する研究者向けビジネスプラン作成演習」（1泊2日）  
参加人数：12名
- ・ベンチャー創業に関心を有する研究者向けアラカルトセミナー（2時間）  
5回実施  
参加人数：84名（5回合計）
- ・新規採用職員のための研修（2時間）  
1回実施  
対象：平成19年度新規採用職員フォローアップ研修受講者

## ○一般公開イベントの開催

- ・第4回タスクフォース成果報告会  
平成20年2月20日開催  
会場：秋葉原ダイビル5階 5B 会議室  
参加者数：81名

## ○展示会・見本市への出展

- 12イベント
1. 第15回 産業用バーチャル リアリティ展  
開催期間：2007年6月27日～29日  
開催場所：東京ビッグサイト
  2. 2007分析展  
開催期間：2007年8月29日～31日  
開催場所：幕張メッセ
  3. イノベーション・ジャパン2007—大学見本市  
開催期間：2007年9月12日～14日  
開催場所：東京国際フォーラム

#### 4. International Conference on Silicon Carbide and Related Materials 2007

開催期間：2007年10月15日～19日

開催場所：大津プリンスホテル

#### 5. 全日本科学機器展 in 大阪2007

開催期間：2007年10月17日～19日

開催場所：インテックス大阪

#### 6. 中小企業総合展2007 in Tokyo

開催期間：2007年10月31日～11月2日

開催場所：東京ビッグサイト

#### 7. 計測展2007 TOKYO

開催期間：2007年11月7日～9日

開催場所：東京ビッグサイト

#### 8. ベンチャー・エキスポ2007

開催期間：2007年11月14日、15日

開催場所：大阪国際会議場

#### 9. SEMICON Japan 2007

開催期間：2007年12月5日～7日

開催場所：幕張メッセ

#### 10. nano tech 2008

開催期間：2008年2月13日～15日

開催場所：東京ビッグサイト

#### 11. SEMI-THERM 24

開催期間：2008年3月16日～20日

開催場所：The Fairmont Hotel (San Jose, California USA)

#### 12. 第55回 応用物理学関係連合講演会「理化学・計測機材展」

開催期間：2008年3月27日～30日

開催場所：日本大学 船橋キャンパス スポーツホール

### (18) 地質調査情報センター (Geoinformation Center)

所在地：つくば中央第7

人 員：32名（18名）

概 要：地質調査情報センターは、産業技術総合研究所内の地質分野の研究部門・センター、広報部地質標本館等との密接な連携のもとに、地質・地球科学の調査・研究に関する企画・立案と、信頼性の高い、公正な地質情報を国民に提供している。また、国土の利用、地震・火山噴火等の災害対策、資源の確保、環境問題などへの対応に効果的に使われるべき公共財として、地質情報の活用の利便性向上を図っている。

機構図（2008/3/31現在）

〔地質調査情報センター〕センター長 栗本 史雄

次長 渡部 芳夫

総括主幹 大竹 勝、下川 浩一

村尾 智、谷島 清一

〔地質調査企画室〕室長 牧野 雅彦

〔地質情報整備室〕室長 牧本 博

〔地質資料管理室〕室長 中澤 都子

〔地質情報統合化推進室〕室長 阪口 圭一

地質調査企画室

(Geological Survey Planning and Coordinating  
Office)



(つくば中央第7)

概要：地質情報の整備・統合・発信、及び法制化・標準化・国際関係・産学官連携に関する業務において、「地質の調査」業務に係わる研究センター・部門・地質標本館等と連携し、関係ユニット間の連絡会議・各種部会・委員会の運営を行い、調整・企画立案を行うとともに、関連する外部の委員会や機関・団体への対外的窓口の役割を果たした。対応した政府機関としては、経済産業省（知的基盤課、産総研室、情報処理振興課等）、文部科学省（地震調査研究推進本部、海洋地球課等）、内閣府（総合海洋政策本部、原子力委員会、中央防災会議等）、国土交通省（国土計画局総務課国土情報整備室）、外務省（広報文化交流部国際文化協力室）などがある。また、外部機関・団体との連携に関する具体例としては、産総研コンソーシアム「地質地盤情報協議会」、産総研知的基盤部会地質地盤情報分科会、自治体－産総研地質地盤情報連絡会、全国地質調査業協会連合会－地質調査総合センター懇談会等がある。さらに、平成19年度に5回開催された地質調査総合センターシンポジウム、各種学会・展示会等におけるブース出展を通して、地質調査総合センターに関わる成果の普及・情報発信に努めた。これらにより、産業界、学界、地方自治体等との交流・連携を強化し、関係方面のニーズの把握と成果発信によるフィードバックを行った。その他、地質情報を利活用するための各種パンフレットや製品を企画製作した。

地質の調査等に係わるさまざまな国際共同研究や国際協力活動を関連ユニットや外部機関と連携して取りまとめ、地質調査総合センターの対外的窓口の役割を果たした。具体的には、CCOP（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）、ICOGS（国際地質調査所会議）等の多国間国際組織への国の窓口としての役割を担った。CCOPでは、旧研究コーディネータがCCOPの議長を2006年1月から2007年12月までの2年間務め、アジアにおける地球科学分野のネットワークの要として機能していく体制が強化された。CCOPの活動を支えるための組織「CCOP国内支援委員会」で、日本国内の関係機関の連携協力を構築した。さらにAPEC研修やCCOP研修など人材育成に国際貢献した。

国際地質科学連合(IUGS)とユネスコが主催する国際惑星地球年(2007 - 2009年)の活動を支援するために、日本学術会議IYPE小委員会の推進事務局を担い、地球科学関連の学会活動や普及活動、「地質の日」とジオパーク活動などを推進した。特に、ユネスコが支援するジオパーク活動では、12月に日本ジオパーク連絡協議会が設立され、2月に外務省の呼びかけによる関連省庁連絡会が開催されて日本ジオパーク委員会の事務局機能を担当することが決まった。

平成19年3月の能登半島地震と7月の新潟県中越沖地震については、地質調査所時代以来保有してきた地質情報をもとにして、活断層研究センターや地質情報研究部門

等との連携の下でWebに地震に関する情報を掲載するとともに緊急調査に対応した。また、4月に噴火したインド洋のフルネーズ火山について、地質情報研究部門と連携しつつWebに高性能光学センサ(ASTER)衛星画像の解析成果を公表した。6月に発生した渋谷区温泉施設爆発事故で南関東ガス田に関する地質情報をWebに掲載したところ、環境省から各都道府県知事への通達に1976年地質調査所発行の「日本油田・ガス田分布図」が利用された。

野外調査・観測時のコンプライアンス確保ならびにリスク管理のため、野外調査・観測に係るリスク管理体制を産総研関係部署と連携協力しながら確立し、第7事業所を中心とした地質分野での活動に対して運用を行った。

#### 地質情報整備室

(Geoinformation Management Office)

(つくば中央第7)

概要：地質情報整備室は、産総研の「地質の調査」業務に基づく地質・地球科学に関する研究成果の出版及び管理、地質情報の標準化整備及び数値化、並びにこれら研究成果の普及に関する業務を行った。

研究部門・センターで作成された地質図・地球科学図の編集と出版、研究報告書の編集と出版、数値地質図やデータ集のCD-ROM出版、及び「地質ニュース」の編集協力を行った。また、既刊出版物の管理・頒布・払い出しを継続して行った。地質情報整備では地質情報に関する標準化を進めており、既刊地質図類のラスターデータ・ベクトルデータ整備を実施した。

また、地質標本館と協力して地質情報展の開催、地質関連イベントへの参加等の成果普及の活動を行うとともに、地質図類のより一層の利活用促進を目指し、Web等を通じて研究成果品の紹介・普及を進めた。

#### 地質資料管理室 (Geoinformation Services Office)

(つくば中央第7)

概要：地質資料管理室は、地質情報の系統的整備業務を目的として、地質文献資料および地質図類の収集・管理・提供、地質文献データベースをはじめとする地質情報総合メタデータ、物理探査調査研究活動データベース、および政府クリアリングハウスの整備充実を組織的に推進した。地形変動測量等関連情報や地質・地球科学に係わる知識・技術・成果をファクトデータベースとして整備・提供することを定常業務として分掌し、地質災害等緊急時の機動的な情報収集・発信に資した。

国内外の多くの関連機関との文献交換等による地質文献資料を収集・管理し、地質文献データベース文献データとして登録、更新・維持管理を行っている。

また、CCOP加盟の東・東南アジア各国とのメタデータ環境整備を実務として担い、関係国際会議等に尽力した。

## 地質情報統合化推進室

(Geoinformation Integration Office)

(つくば中央第7)

概要：地質情報統合化推進室は、地質の調査に係る数値情報の統合及び提供に関すること、地質の調査に係るデータベースの統合及び提供に関すること、地質の情報に係る連携及び融合に関することを担当する組織として、平成19年4月に新設された。年間を通して、地質調査総合センター全体における研究情報の集約・共有・発信のあり方を検討するとともに、Web GIS システムの運用とデータ整理作業を実施した。

地質調査総合センター全体における研究情報の集約・共有・発信のあり方については、総合地質データベース(GEO-DB)構想として地質調査総合センター連絡会議に提言を行った。GEO-DBの構成部分となる研究情報発

信のためのデータベース群については、それらのあり方の検討を行った上で、地質分野のデータベース担当者との意見交換会を実施した。また、地質情報のシステムティックな収集とアーカイブ化のための課題抽出と方策の検討を行い、中間報告を作成した。平成18年度に開始した Web GIS を用いた統合地質図データベースの運用を継続し、掲載地質図の登録を進めた。また、出版済みの地質図画像の管理用データ作成及び既存出版物のテキスト・データ化作業を実施した。さらに、産業技術総合研究所の分野融合課題である GEO Grid の地質分野の窓口となり、所内セミナー開催、GEO Grid 運営委員会等への参加、CCOP-AIST GEO Grid 研修への協力等を通じて、GEO Grid の推進を図った。

## 地質の調査

## ① 地球科学図

本年度の各種地質図類の編集・発行は、20万分の1地質図幅2件、5万分の1地質図幅3件、海洋地質図4件、水文環境図1件、重力図1件、空中磁気図1件、特殊地質図1件、海外地球科学図1件、数値地質図1件である。

| 刊行物名       | 件数<br>図類・冊子 | 発行部数    | 摘 要                                                                             |
|------------|-------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 20万分の1地質図幅 | 2・0         | 2,000   | 中之島及び宝島、魚釣島                                                                     |
| 5万分の1地質図幅  | 3・3         | 各 1,800 | 豊橋及び田原、大牟田（大牟田のみ1,500）、御油                                                       |
| 海洋地質図      | CD-ROM 4    | 各 1,000 | No. 60 能登半島東方表層堆積図<br>No. 61 能登半島西方海底地質図<br>No. 62 日御碕沖表層堆積図<br>No. 63 枝幸沖海底地質図 |
| 水文環境図      | CD-ROM 1    | 1,000   | 筑紫平野                                                                            |
| 重力図        | 1・0         | 1,100   | No.26 松山地域重力図                                                                   |
| 空中磁気図      | 1・0         | 1,100   | No.44 岩手火山地域高分解能空中磁気異常図                                                         |
| 特殊地質図      | 1・1         | 1,500   | No.39 千葉県清和県民の森周辺の地質図                                                           |
| 海外地球科学図    | 1・1         | 1,500   | 300万分の1 中央アジア地質図                                                                |
| 数値地質図      | CD-ROM 1    | 1,000   | E-3 表層土壌評価基本図～宮城県地域～                                                            |

## ② 地球科学研究報告

本年度の研究報告書は、地質調査研究報告が58-1/2号～59-1/2号7件、活断層・古地震研究報告第7号（2007年）1件、地質調査総合センター速報5件である。

| 刊行物名         | 件数 | 発行部数                            | 摘 要                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------|----|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 地質調査研究報告     | 7  | 各 1,600                         | Vol.58 No.1/2～Vol.59 No.1/2                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 活断層・古地震研究報告  | 1  | 1,800                           | 活断層・古地震研究報告 第7号（2007年）                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 地質調査総合センター速報 | 5  | 500<br>250<br>500<br>300<br>300 | No.40 地質標本館標本資料報告第11号 地質標本館所蔵<br>標本目録 南部鉱石標本<br>No.42 Abstracts Volume of International Symposium on<br>Quaternary Environmental Changes and Humans in<br>Asia and the Western Pacific<br>No.43 計測参照用岩石データベース ver. 2 (CD-ROM)<br>No.44 二酸化炭素地中貯留に関する研究<br>No.45 Groundwater Assessment Control in the CCOP<br>Region Interim Report |
| 地質ニュース       | 12 | 各 3,000                         | No.632～643（地質調査総合センター編集、㈱実業公報社発行 1,180部買い上げ）                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## ③ 刊行物販売状況

研究成果普及品のうち「地質の調査」に係るものは、地質情報等有料頒布要領（17要領第47号）により、地質調査情報センター及び地質標本館が有料頒布業務を遂行することになっている。平成19年度は、下記のように有料頒布を実施し、収入を得た。

## ○平成19年度研究成果普及品頒布収入

地球科学図及び地球科学データ集 12,336,879円

| 内 訳             | 頒布部数  | 頒布金額       |
|-----------------|-------|------------|
| 委託販売収入（4社合計）    | 6,271 | 10,149,204 |
| 直接販売収入（地球科学図ほか） | 614   | 1,187,865  |
| 直接販売収入（オン・デマンド） | 702   | 999,810    |
| 合 計             | 7,587 | 12,336,879 |

普及出版物及び絵葉書 178,856円

| 内 訳             | 頒布部数  | 頒布金額    |
|-----------------|-------|---------|
| 直接販売収入（普及出版物ほか） | 1,112 | 178,856 |

## ○平成19年度シリーズ別 頒布部数トップ5

| シリーズ名      | 頒布部数  |
|------------|-------|
| 5万分の1地質図幅  | 2,883 |
| 数値地質図      | 1,377 |
| 20万分の1地質図幅 | 968   |
| 火山地質図      | 371   |
| 海洋地質図      | 293   |

## ○平成19年度出版物別 頒布部数トップ10

| シリーズ名        | 出 版 物 名                       | 頒布部数 |
|--------------|-------------------------------|------|
| 数値地質図        | 20万分の1数値地質図幅集「北陸、中部及び近畿」      | 148  |
| 数値地質図        | 20万分の1数値地質図幅集「関東甲信越及び伊豆小笠原諸島」 | 145  |
| 200万分の1地質編集図 | 日本油田・ガス田分布図（第2版）              | 119  |
| 数値地質図        | 20万分の1数値地質図幅集「中国西部、九州及び南西諸島」  | 99   |
| 数値地質図        | 20万分の1数値地質図幅集「中国東部、中国中部及び四国」  | 91   |
| 5万分の1地質図幅    | 青梅                            | 87   |
| 数値地質図        | 20万分の1地質図幅集「北海道南部」            | 87   |
| 火山地質図        | 雲仙火山地質図                       | 85   |
| 数値地質図        | 20万分の1地質図幅集「北海道北部」            | 84   |
| 数値地質図        | 20万分の1地質図幅集（画像）Ver. 3.0       | 84   |
| 数値地質図        | 日本温泉・鉱泉分布図及び一覧（第2版）CD-ROM 版   | 84   |

## ④ 文献交換

「地質の調査」に係わる研究成果物をもとに、国内外の「地質の調査」に関係する機関と文献交換を行い、地質文献資料の網羅的収集に努めている。さらに、収集資料の明確化と広範囲の利用者の利便性を考慮して、地質文献データベースを構築し、インターネットで公開を行っている。

## 国内外交換先

|     | 計     | JAPAN | EUROPE | ASIA | AFRICA | U.S.A. | CANADA & C. AMERICA | SOUTH AMERICA | OCEANIA |
|-----|-------|-------|--------|------|--------|--------|---------------------|---------------|---------|
| 国 数 | 157   | 1     | 36     | 40   | 44     | 1      | 12                  | 12            | 11      |
| 機関数 | 1,281 | 575   | 244    | 179  | 67     | 91     | 36                  | 50            | 39      |



## 交換文献内訳

|        | 計     | 地質調査研究報告 | その他報告類 | 地域地質研究報告<br>(5万分の1地質図幅) | その他図<br>幅 | CD-ROM |
|--------|-------|----------|--------|-------------------------|-----------|--------|
| 件 数    | 24    | 7        | 1      | 6                       | 8         | 2      |
| 所外送付部数 | 6,399 | 3,735    | 147    | 908                     | 1,310     | 299    |
| 国外送付部数 | 7,877 | 3,806    | 240    | 1,436                   | 1,915     | 480    |

## ⑤ 文献情報活動

文献交換等で収集した地質文献資料の効率的・効率的な利用を目指して、地質文献データベースを構築し、Web 公開している。このデータベースは日本及び周辺地域に関する地球科学の文献データベースである GEOLIS+（日本地質文献データベース）と、所蔵する外国の地質図類の書誌データを収録する G-MAPI（世界地質図データベース）の2つから成り立っている。ともに同様の検索方法を採用していること、また、GEOLIS+は地図検索不要の利用者への対応として地図を使用しない検索システムを開発・公開していることから、利用者インターフェースの利便性が高く、利用アクセス数は非常に多い。さらに、G-MAPI は拡大・縮小機能のついたサンプル地図表示の充実に努め、利用者への情報提供サービスの質の向上に努めた。GEOLIS+の蓄積データ数は304,738件（内位置情報データは12,406件）、Web 公開で年間878,434件のアクセス数があり、G-MAPI はデータ数22,198件（内サンプル地図表示は2,174件）で、Web 公開での年間アクセス数は44,244件となって、2つのデータベースを合わせて年間アクセス数が922,678件となっている。

## 受 入

|       | 単行本（冊） | 雑誌（冊） | 地図類（枚） | 研究資料集・受<br>託研究資料 | 電子媒体資料<br>（個） |
|-------|--------|-------|--------|------------------|---------------|
| 購 入   | 236    | 122   | 2,251  | 0                | 31            |
| 寄贈・交換 | 370    | 4,292 | 2,431  | 20               | 585           |
| 計     | 606    | 4,414 | 4,682  | 20               | 616           |

製本・修理（冊） 1,156

## 地質文献データベース

|         | 採録数    | 登録数     | アクセス件数  |
|---------|--------|---------|---------|
| GEOLIS+ | 19,116 | 304,738 | 878,434 |
| G-MAPI  | 1,969  | 22,198  | 44,244  |

## 閲覧・貸出など情報提供

| 所外閲覧者 | 入館者<br>(括弧内外国人) | 閲覧件数   | 貸出件数  | 返却件数  |
|-------|-----------------|--------|-------|-------|
| 183   | 6,466(118)      | 10,968 | 2,951 | 3,052 |

## 地質文献複写外部委託

| 件数（件） | 通常コピー（枚） | カラーコピー（枚） | 電子媒体（部） |
|-------|----------|-----------|---------|
| 2,713 | 22,678   | 1,275     | 2       |

## ⑥ メタデータ・データベース

「地質の調査」の成果を一般に普及し、より高度な利活用をはかるとともに、研究活動の一層の効率化を促進させるため、研究で用いた様々なデータや成果を利用可能なデータベース化し、また、その検索を高度で効率良く実行するためのメタデータを作成し、電子政府クリアリングハウスで運用している。地質図・地球科学図は「地質の調査」による成果のうちで最も一般的で普及が必要であり、その利活用のために数値化整備を進めている。また、国内の物理探査調査研究活動についてのまとめも公表した。

メタデータ整備業務では、電子政府クリアリングハウスのノードサーバーにおいて、標準フォーマット JMP 第2版に基づくメタデータを1,534件整備し Web 公開した。また、地質情報整備部会を核として RIO-DB 構築支援等を

積極的に行い、地質情報総合メタデータクリアリングハウスに、日本版1,541件・アジア版4,406件のメタデータを整備し Web 公開した。

地質図類ベクトル数値化整備業務では、5万分の1地質図幅20図幅、20万分の1地質図幅1図幅、火山地質図2件及び海洋地質図5件をベクトル数値化し、データの校正・編集を行った。

物理探査調査研究活動データベースでは、アンケート等による収集を行い、新規データ158件を追加登録し、既存分を合わせて8,654件を整備した。

#### 平成19年度地質図・地球科学図データベース及びメタデータ整備

|                            |       |
|----------------------------|-------|
| 1. 地質図・地球科学図データベース整備 (件数)  |       |
| 5万分の1地質図幅、20万分の1地質図幅等の数値化数 | 28    |
| 2. メタデータ整備 (件数)            |       |
| 電子政府クリアリングハウス：メタデータ登録数     | 1,534 |
| 地質情報総合メタデータ（日本版）：メタデータ登録数  | 1,541 |
| 同 上（アジア版）：メタデータ登録数         | 4,406 |
| 物理探査調査研究一覧登録数              | 8,654 |

### (19) 計量標準管理センター (Metrology Management Center)

所在地：〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 中央第3-9

人 員：33名 (21名)

概 要：計量標準は円滑な国際通商を実現するため不可欠であり、さらに産業技術や研究開発の技術基盤であるとともに、環境・安全を評価するための技術基盤を与えるなど、国民の生活に密着したものである。

社会に必要とされる計量標準を的確に把握してその整備・普及の方向性を見出し、標準の供給を的確に行うとともに、計量標準に係わる活動の成果を社会に広く普及していく役割を担っている。

機構図 (2008/3/31現在)

[計量標準管理センター]

センター長 三戸 章裕

総括主幹 計良 寛 他1名

[計量標準計画室]

室長 岸本 勇夫 他5(4)名

[標準供給保証室]

室長 奈良 広一 他8(6)名 (内2名は兼任)

[標準物質認証管理室]

室長 梅原 博行 他2(1)名 (内1名は兼任)

[国際計量室]

室長 藤間 一郎 他4(3)名 (内2名は兼任)

[計量研修センター]

センター長 小島 孔 他6(6)名 (内3名は兼任)

#### 計量標準計画室 (Metrology Planning Office)

(つくば中央第3-9)

概 要：計量標準の開発や供給を欧米先進国並に充実させるため、研究実施部門と密接に連携して、計量標準整

備計画の策定、維持、改善を図るとともに、講演会や成果発表会などの開催、報告書・モノグラフの発行などを通して、新しい計量標準に関する研究成果の発信を行っている。

また、計量標準に係る活動内容や研究成果などを広く普及させるため、ホームページ、ビデオ、展示会、パンフレット等、様々な形態の広報活動の企画・運営を行っている。

#### 標準供給保証室 (Metrology Quality Office)

(つくば中央第3-9)

概 要：産総研の成果である多岐にわたる物理系計量標準の供給事務（申請書受付、証明書類発行など）を一元的に行うとともに、その信頼性を保証するために必要な ISO/IEC17025、ISO/IEC ガイド65に基づいた品質システムの支援業務を行う。

標準供給業務としては、次のものがある。

- ・特定計量器の検定、比較検査、基準器検査
- ・特定計量器の型式承認試験
- ・特定二次標準器の校正
- ・特定副標準器の校正
- ・技能試験参照値の付与
- ・研究開発品の頒布
- ・その他計量に係わる試験・校正サービス

#### 標準物質認証管理室 (Reference Materials Office)

(つくば中央3-9)

概 要：産総研において研究開発された標準物質の頒布に関する事務を行うとともに、その品質を保証するために必要な ISO ガイド34、ISO/IEC17025に基づいた品質システムの支援業務を実施している。主な業務としては、標準物質の認証のための業務（標準物質認証委員会の開催、標準物質認証書の発行等）、標準物質の該当法規に従った安全な管理、標準物質の頒布業務、標準物質に関わ

る技術相談、ホームページやカタログ配布等による標準物質関連情報のユーザーへの発信などがある。

## 国際計量室

(International Metrology Cooperation Office)

(つくば中央第3-9)

概要：計量標準・法定計量に関わる国際戦略策定の取りまとめ。国際メートル条約、及び国際法定計量条約に関係する各種国際会議・委員会・作業委員会（国際度量衡総会、国際法定計量会議等）への対応。国際相互承認（CIPM-MRA、OIML-MAA）への対応。計測標準研究部門が参加する国際比較等の支援・管理。二国間 MoU に基づく国際活動の取りまとめ。途上国支援のための JICA プロジェクト等の管理。途上国向け技術研修コースの運営。国際事務局（APMP 及び APLMF）との連絡・調整などを実施している。

## 計量研修センター（Metrology Training Center）

(つくば中央第1)

概要：計量研修センターは、都道府県・特定市の計量行政公務員の研修及び民間の計量技術者に対して、一般計量士、環境計量士の資格付与などのため、一般計量関係及び環境計量関係の教習を企画・実施する研修機関である。前身は、1952年に当時の通商産業省傘下に創設された計量教習所で、2001年に独立行政法人化し、産総研に合流した。

年間約700人の研修生を迎えて一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習、短期計量教習、環境計量教習（濃度関係）、環境計量教習（騒音・振動関係）、及び地方公務員のための特定教習などの教習を企画し実施している。また、計量標準に係わる校正事業者認定制度の品質システム審査員研修、技術者研修などを実施している。

業務報告データは、計量標準総合センターの業務報告データに記載。

## (20) 技術情報部門

(Technology Information Department)

所在地：つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば東、つくば西、東京本部

人員：28名（17名）

概要：技術情報部門は、経済産業省や独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）などの外部機関と連携をとりつつ、研究機関、産業界、学協会、行政などから産業技術の研究開発動向に関する情報を収集、分析し、その結果に基づいて研究開発や技術政策の方向性に資する情報の提供を主な業務としている。また、

産総研を最適に運営するためのマネジメントや組織の評価に関する調査・分析、政策上重要な課題の調査、研究情報に関するサービスの提供を行うとともに、産総研の研究能力を最大限に発揮するため、各研究ユニットの研究活動に関する技術動向調査や識者の意見を収集して関係部署へ提供する。

機構図（2008/3/31 現在）

|                |       |                                  |
|----------------|-------|----------------------------------|
| [技術情報部門]       | 部 門 長 | 立石 裕                             |
|                | 審 議 役 | 遠藤 秀典<br>及川 信一                   |
|                | 総括主幹  | 星野 春次                            |
| [技術情報部門付]      | 総括主幹  | 阿多 誠文<br>佐脇 政孝<br>横田 慎二<br>高橋 淳子 |
|                | 主 幹   | 森 郁恵<br>森本 慎一郎                   |
|                | 室 長   | 中村 徳幸                            |
| [技術情報企画室]      | 室 長   | (兼)遠藤 秀典                         |
| [戦略経営調査室]      | 室 長   | (兼)遠藤 秀典                         |
| [イノベーション経営研究室] | 室 長   | (兼)遠藤 秀典                         |
| [図書業務室]        | 室 長   | 早川 行男                            |
| [研究情報整備室]      | 室 長   | 濱崎 陽一                            |

## 技術情報部門付（Research Staff）

(つくば中央第2、東京本部)

概要：調査・分析業務を専門とするスタッフとして、産業技術情報、研究関連情報などを系統的に収集分析するとともに、ナノテクノロジーの社会受容促進などの戦略的な課題に対処する。

## 技術情報企画室

(Technology Information Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研における重点研究分野を中心に、産業技術の研究開発動向、経済動向、学術動向、政策動向などに関する調査を進め、関係部署へ情報提供を行うとともに、部門における技術情報の収集・分析に係る企画および立案ならびに総合調整、情報発信などの業務を行う。

## 戦略経営調査室

(Strategic Management Research Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究開発などの状況把握、知識マネジメントなどの組織運営のあり方、新たな規格認証などによる研究開発成果の活用の方策、海外を含む公的研究機関などの効果的な制度などおよび科学技術政策システムなど、産総研が国家イノベーションシステムへの貢献お



よび社会的問題解決などの役割を効果的に果たしていくために必要な戦略経営に係る調査を行う。

イノベーション経営研究室

(Research Office for Innovation Management)

(つくば中央第2、東京本部)

概 要：中・長期的な研究開発の方向性などに関する社会、産業および学術などの技術開発を取り巻く環境の変化とそれらに対応する研究開発システムのあり方ならびに設計に関する調査を行うとともに、持続性に向けた産業科学技術委員会の検討を支援する。

図書業務室 (Library Office)

(つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば東、つくば西)

概 要：研究活動を行うために不可欠な情報源である学術雑誌の収集・管理、文献情報の提供、各図書室の運営、各図書室からの図書情報の一元管理を行う。オンラインジャーナルによるサービスの提供、文献データベースの利用促進ならびに所蔵データの整理・統一を推進する。

研究情報整備室 (Research Database Office)

(つくば中央第2)

概 要：産総研の研究成果、研究人材、知的基盤に関連する情報をデータベース化して公開する。データ分析モデルの検討、システム化、産総研内外のデータベースなどとの連携を図り、情報基盤として整備する。

## 平成 19 年度調査実績および活動報告

## ◆調査などの実績

| 題 目                                             | 担 当                       | 概 要                                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 拡充版 RISCAD（リレーショナル化学災害データベース）構築の方策に関する調査        | 審議役                       | 産業事故関連情報を産業保安の確保のために有効に利用したいと考えている情報ユーザー（企業・行政など）に対して、関連情報のより総合的な提供を行うため、爆発安全研究コアと協力し、研究情報公開データベース（RIO-DB）に収載されているリレーショナル化学災害データベース（RISCAD）のデータ内容や解析・検索機能の強化・充実を図った。また、新たに創設される安全科学研究部門（2008年4月設立）の業務に包含するように調査結果の活用を考慮した。                |
| CCS（二酸化炭素回収・貯留）事業の実施に向けて産総研他我が国関係者が担うべき役割に関する調査 | 審議役                       | 二酸化炭素排出削減対策として期待される二酸化炭素回収・貯留（CCS）事業の実施における問題点や課題の把握・分析を行うため、調査検討委員会を設置し、CCS 事業における我が国関係者の連携・協力体制や産総研を含めた各々の役割の明確化を図った。                                                                                                                   |
| 石油生産量の将来予測研究に関する包括的調査                           | 部門付                       | 石油資源の潜在力や石油生産量の将来予測に関する産総研としてのスタンスを明確に提示するため、これまでの石油生産量将来予測研究に関する包括的調査とその客観性・妥当性に関する評価分析を行った。                                                                                                                                             |
| 中長期的な研究開発テーマ検討支援 FS（Feasibility Study）調査        | 部門付                       | 国内外の公的研究機関において、主体的に研究開発テーマ設定を行った事例調査を行い、その調査結果を踏まえて産総研における研究開発テーマ設定に向けた具体的なプロセス案を提示し、その有効性について検証した。                                                                                                                                       |
| 中長期的な研究開発テーマ検討支援調査                              | 部門付                       | 各国の科学技術政策や公的研究機関での研究戦略策定における分野構造の検討やそれに向けた意思決定プロセスについて包括的に調査し、産総研に分野構造検討方法について提案することで研究開発テーマ設定に向けたマニュアルを作成した。                                                                                                                             |
| 欧州・北米主要研究機関の経営状況（予算構造等）に関する基礎調査                 | 部門付                       | 欧州および北米の公的研究機関の中で、設立の目的・使命、研究内容、運営規模などの外形的条件が産総研の参照事例として適する研究機関を対象に、予算構造、人的資源の活用状況などの公表された情報、データを収集・分析し、長期的経営戦略の策定に資する基礎資料を形成した。                                                                                                          |
| 技術情報部門のニュースレター“AIST TECHNO INFO”の発行             | 技術情報企画室                   | 技術情報部門の広報誌として、産総研内の研究管理、組織運営に携わっている人を対象に、技術開発の最前線、各府省の技術政策、シンポジウムなどのスケジュール、研究所の運営に関する話題などを提供した。（月1回発行）                                                                                                                                    |
| “技術情報部門 Techno Info Topics”の発行                  | 技術情報企画室                   | 産総研の研究・運営に関連のある外部情報を定常的に収集・選択・要約し、産総研内部に提供する、技術情報部門 Techno Info Topics の発行を行った。（月1回発行）                                                                                                                                                    |
| （所内公募調査研究）バイオマス・バイオ燃料開発における社会性評価に関する調査          | 技術情報企画室<br>部門付            | 社会性評価に関する具体的評価指標の検討とそれらがバイオマス・バイオ燃料の利活用においてどのように適用されているのか事例調査を行った。さらに産総研研究開発戦略に社会性評価を適用するための課題を抽出した。本調査において、調査報告書を発行し、調査報告会を開催する予定（2008年5月30日）である。                                                                                        |
| （所内公募調査研究）情報通信技術・エネルギー技術融合領域における将来技術展望の調査       | 技術情報企画室<br>部門付<br>戦略経営調査室 | 情報通信ネットワーク、エネルギーネットワーク、これらを制御する技術の合体によって可能となる技術領域を調査し、将来性を予測するとともに、当該技術に対する産総研の戦略的アプローチを明確にすることを目的とし調査を行った。本調査において、ワークショップを2回開催し、調査研究報告書を発行した。                                                                                            |
| 地域イノベーションシステムと産総研地域センターの役割に関する調査                | 技術情報企画室<br>部門付            | 地域経済を振興していく上で、地域発のイノベーションの役割は非常に重要であり、そのために地域にある公的機関（公的研究機関以外も含む）の緊密な連携が求められている。本調査は、産総研を含む公的研究機関（公設試など）に対するステークホルダーのニーズ調査や現在進行中の地域イノベーション事業の事例分析などを実施することにより、地域イノベーションを実現するための公的機関連携の中で公的研究機関が果たすべき役割を明らかにし、その中で産総研の地域センターが担う役割について検討した。 |

| 題 目                                     | 担 当          | 概 要                                                                                                                                                                                                                          |
|-----------------------------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 基本データ調査                                 | 戦略経営調査室      | 産総研の活動状況に係るインプット・アウトプット・アウトカムなどの各種データの調査・分析を行うとともに、本年度は産総研発足来の外部公的資金によって実施された研究内容の分析を行ない、経営戦略の基礎資料としてまとめた。                                                                                                                   |
| 知識資産マネジメント調査                            | 戦略経営調査室      | 知識資産のマネジメントについて、企業における新たな価値観による研究テーマの創出とその推進の方策に関する調査を行うとともに、組織のソーシャルキャピタル（信頼や規範、人と人とのつながりといった社会関係資本）の涵養に係る企業担当者へのインタビューおよび海外の組織での取り組みの事例調査を実施した。                                                                            |
| 規格等に関する調査                               | 戦略経営調査室      | 規格の認証などに関して、企業における戦略的な標準化の利用背景を分析し、産総研が標準化に関与する際の判定要件の整理を進めた。                                                                                                                                                                |
| 公的研究機関制度等調査                             | 戦略経営調査室      | 米国の研究大学における産学官共同研究センターの運営などに関して、全米科学財団（NSF）やセンター担当者に対するインタビュー調査を行い、センター運営の実態や高いパフォーマンスを生み出すための要件などの情報を収集・分析した。                                                                                                               |
| 多面的な組織診断の設計調査                           | 戦略経営調査室      | 公的研究機関の経営について、各種の制度などの効果・影響や職員の意識などを把握して的確に行っていくためのアンケート調査の設計などの検討を行った。                                                                                                                                                      |
| 英国独法等調査                                 | 戦略経営調査室      | 科学技術政策システムの検討として、英国の科学技術政策立案などにおける科学者の関与に関する制度について、多様な方策の類型とそれらの役割などの調査を行った。                                                                                                                                                 |
| 公的研究機関のモデルに関する日韓比較調査                    | 戦略経営調査室      | 公的研究機関の運営に関して、日本と韓国における競争的資金の制度の違いとその効果・影響、および多様な産学連携の比較の調査を行い、新たなモデルの検討を進めた。                                                                                                                                                |
| 技術情報セミナー                                | 戦略経営調査室      | 研究開発の推進に有用な最新情報の把握とその内容の理解を深めるため、企業などから講師を招き講演を行うとともに、産総研内外からの参加者によるディスカッションを行った。（5回開催）                                                                                                                                      |
| 持続性に関する調査                               | イノベーション経営研究室 | 所内に設置されている「持続性に向けた産業科学技術委員会」の事務局として運営を行うとともに、本委員会の検討に係る基礎資料の整備などの調査を実施して支援した。                                                                                                                                                |
| 社会状況等調査                                 | イノベーション経営研究室 | 研究開発の中・長期的な方向性や構成に関する社会状況調査として、社会・産業などの多様な統計データの整理を行うとともに、所内利用に関する検討を進めた。                                                                                                                                                    |
| 北欧諸国における持続可能な知識社会実現に向けた取り組みに関するインタビュー調査 | イノベーション経営研究室 | 持続可能な知識社会実現に向けた成功・失敗を含めた取り組み、実情や問題点などを検証し、産総研の今後の研究戦略策定に貢献するため、スウェーデン・フィンランドの科学技術政策に関わる政府関連機関や委員会、産学連携やR&D（Research and Development）への投資機関をはじめ、テクノロジーアセスメントや研究倫理など、科学技術と社会との関わりについて同国で調査研究を行う主要な機関・研究者を選定し、インタビューを行った。       |
| 研究成果発表データベース                            | 研究情報整備室      | 論文、学会発表などの研究成果発表の情報を登録する研究成果発表データベースの運用とデータ管理を引き続き行うとともに、トムソンサイエンティフィック社のデータベースとの照らし合わせなどのチェックによる登録漏れの低減を図った。                                                                                                                |
| 研究者データベース                               | 研究情報整備室      | 研究内容から検索する機能を有し、「このような研究を実施している研究者が産総研に居るか？居るとすれば誰か？」という問合せに応えることのできるユニークな研究者データベースの管理を引き続き行い、産総研ホームページで公開している。科学技術振興機構（JST）の研究開発支援総合ディレクトリ（ReaD）の研究分野の変更に追従してシステムの改修を行うと共にデータ連携を定期的に行った。                                    |
| 研究情報公開データベース<br>（RIO-DB）                | 研究情報整備室      | 研究の過程で蓄積されるファクトデータをデータベース化し、知的基盤としてインターネット上に公開している。前年度に引き続き、先端情報計算センターと連携してデータベース構築を推進するための技術的助言、管理などを行った。本年度は新規課題8件の構築に着手するなど構築に努めた結果、新たに5件のデータベースの外部公開を開始し、併せて96件のデータベースが公開中となった。総アクセス数は前年度比20 %増の4,800万弱に達し、国内外から利用されている。 |



◆セミナーおよび報告書など活動実績

【検討会・委員会など】

- 年3回開催 図書検討委員会
- 毎月1回開催 持続性へ向けた産業科学技術委員会
- 6月28日（木） 第1回 研究開発テーマ検討支援 FS 調査 WG 検討会（東京大学）
- 10月 5日（金） 第1回 英国独法報告会（産総研 つくばセンター）
- 12月18日（火） 持続的発展可能な社会実現を目指した我が国の研究戦略オプション検討方法に関する調査研究 WG 検討会（産総研 東京本部）
- 12月19日（水） OECD パイオエコノミー専門家会議（産総研 秋葉原事業所）
- 2月21日（木） 第2回英国独法報告会（産総研 東京本部）

【シンポジウム、セミナーなど】

- 毎月1回開催 ランチョン・セミナー（産総研 つくばセンター）
- 4月26日（木） 第18回 産総研技術・情報セミナー（産総研 つくばセンター）
- 6月22日（金） Derwent Innovations Index 説明会（産総研 つくばセンター）
- 7月10日（火） Web of Science セミナー（産総研 つくばセンター）
- 7月24日（火） 第19回 産総研技術・情報セミナー（産総研 つくばセンター）
- 8月23日（木） ナノテクディベート2 ナノテクはどのように伝えられているか（産総研 臨海副都心センター）
- 8月24日（金） 第20回 産総研技術・情報セミナー（産総研 つくばセンター）
- 9月18日（火） 第1回 情報とエネルギー融合ワークショップ（産総研 秋葉原事業所）
- 9月28日（金） 第21回 産総研技術・情報セミナー（産総研 つくばセンター）
- 11月 6日（火） 第2回 情報とエネルギー融合ワークショップ（産総研 つくばセンター）
- 11月30日（金） 第22回 産総研技術・情報セミナー（コンファレンススクエア M+）
- 12月20日（木） ナノテクディベート3～私たちとナノ材料-リスクと利益をどう伝えるか～（産総研 東京本部）
- 2月 1日（金） ナノテクノロジー戦略シンポジウム2008～ナノテクノロジーの実用化と社会受容戦略～（東京国際フォーラム）
- 2月14日（木） 科学技術振興調整費ワークショップ～ナノテクノロジーの研究開発推進と社会受容～（東京ビックサイト）
- 9月21日～2月1日（毎金） 化学・生物総合管理の再教育講座「持続可能な社会と科学技術」（お茶の水大学）

【調査報告書】

- ・「ドイツおよびフランスの公的研究機関における最近のマネジメント変革の事例」調査報告書
- ・「米国の研究大学の産学共同研究センターの運営、企業との連携、パフォーマンス等に関する調査報告書」
- ・「英国の政策への科学者の関与」
- ・「バイオマス・バイオ燃料開発における社会性評価に関する調査」
- ・「情報通信技術・エネルギー技術融合領域における将来技術展望の調査」

【発行書籍など】

- ・書籍「ナノテクノロジーの実用化に向けて-その社会的課題への取り組み-」
- ・部門紀要（年2回発行）
- ・ニュースレター（毎月1回発行）
- ・テクノ インフォ・トピックス（毎月1回発行）

## ◆図書室蔵書数

平成19年度末

| センター・事業所 | 区分 | 単行本        |     |      |       |             | 雑誌         |       |         |       |             |             |
|----------|----|------------|-----|------|-------|-------------|------------|-------|---------|-------|-------------|-------------|
|          |    | 19年度受入数(冊) |     |      |       | 総蔵書数<br>(冊) | 19年度受入数(冊) |       |         |       | 製本冊数<br>(冊) | 総蔵書数<br>(冊) |
|          |    | 購入         | 寄贈  | 除籍   | 計     |             | 購入         | 寄贈    | 除籍      | 計     |             |             |
| 北海道センター  | 外国 | 0          | 12  | 0    | 12    | 1,272       | 169        | 112   | 0       | 281   | 186         | 14,955      |
|          | 国内 | 0          | 45  | 0    | 45    | 3,989       | 48         | 347   | 0       | 395   | 333         | 6,476       |
|          | 計  | 0          | 57  | 0    | 57    | 5,261       | 217        | 459   | 0       | 676   | 519         | 21,431      |
| 東北センター   | 外国 | 0          | 0   | 0    | 0     | 429         | 99         | 0     | 0       | 99    | 99          | 5,782       |
|          | 国内 | 0          | 48  | 0    | 48    | 2,112       | 43         | 1     | 0       | 44    | 44          | 1,861       |
|          | 計  | 0          | 48  | 0    | 48    | 2,541       | 142        | 1     | 0       | 143   | 143         | 7,643       |
| つくばセンター  |    |            |     |      |       |             |            |       |         |       |             |             |
| 第2事業所    | 外国 | 175        | 4   | 0    | 179   | 67,212      | 2,032      | 1     | △ 1     | 2,032 | 921         | 51,481      |
|          | 国内 | 29         | 9   | △ 7  | 31    | 67,726      | 917        | 0     | △ 1,748 | △ 831 | 111         | 10,276      |
|          | 計  | 204        | 13  | △ 7  | 210   | 134,938     | 2,949      | 1     | △ 1,749 | 1,201 | 1,032       | 61,757      |
| 第3事業所    | 外国 | 3          | 9   | △ 1  | 11    | 2,725       | 153        | 0     | △ 2     | 151   | 153         | 9,695       |
|          | 国内 | 1          | 5   | △ 1  | 5     | 4,414       | 73         | 19    | 0       | 92    | 92          | 4,153       |
|          | 計  | 4          | 14  | △ 2  | 16    | 7,139       | 226        | 19    | △ 2     | 243   | 245         | 13,848      |
| 第5事業所    | 外国 | 94         | 33  | 0    | 127   | 24,043      | 1,059      | 17    | 0       | 1,076 | 1,032       | 59,094      |
|          | 国内 | 61         | 35  | △ 35 | 61    | 15,441      | 239        | 106   | 0       | 345   | 323         | 16,724      |
|          | 計  | 155        | 68  | △ 35 | 188   | 39,484      | 1,298      | 123   | 0       | 1,421 | 1,355       | 75,818      |
| 第6事業所    | 外国 | 80         | 10  | 0    | 90    | 7,731       | 1,093      | 57    | 0       | 1,150 | 1,149       | 33,702      |
|          | 国内 | 54         | 50  | 0    | 104   | 9,958       | 204        | 27    | 0       | 231   | 236         | 12,193      |
|          | 計  | 134        | 60  | 0    | 194   | 17,689      | 1,297      | 84    | 0       | 1,381 | 1,385       | 45,895      |
| 第7事業所    | 外国 | 64         | 0   | 0    | 64    | 17,480      | 582        | 0     | 0       | 582   | 582         | 49,336      |
|          | 国内 | 0          | 0   | 0    | 0     | 13,585      | 81         | 0     | 0       | 81    | 81          | 18,966      |
|          | 計  | 64         | 0   | 0    | 64    | 31,065      | 663        | 0     | 0       | 663   | 663         | 68,302      |
| 東事業所     | 外国 | 184        | 7   | 0    | 191   | 15,448      | 577        | 0     | 0       | 577   | 566         | 41,635      |
|          | 国内 | 9          | 24  | 0    | 33    | 12,682      | 221        | 10    | △ 4     | 227   | 210         | 8,385       |
|          | 計  | 193        | 31  | 0    | 224   | 28,130      | 798        | 10    | △ 4     | 804   | 776         | 50,020      |
| 西事業所     | 外国 | 4          | 77  | 0    | 81    | 8,086       | 437        | 19    | 0       | 456   | 439         | 30,060      |
|          | 国内 | 12         | 37  | 0    | 49    | 9,035       | 113        | 47    | 0       | 160   | 160         | 8,883       |
|          | 計  | 16         | 114 | 0    | 130   | 17,121      | 550        | 66    | 0       | 616   | 599         | 38,943      |
| 中部センター   | 外国 | 9          | 3   | 0    | 12    | 6,926       | 150        | 113   | 0       | 263   | 150         | 44,140      |
|          | 国内 | 0          | 35  | 0    | 35    | 9,467       | 98         | 14    | 0       | 112   | 112         | 11,466      |
|          | 計  | 9          | 38  | 0    | 47    | 16,393      | 248        | 127   | 0       | 375   | 262         | 55,606      |
| 関西センター   | 外国 | 109        | 37  | 0    | 146   | 9,446       | 671        | 299   | △ 690   | 280   | 671         | 41,153      |
|          | 国内 | 128        | 270 | 0    | 398   | 8,241       | 94         | 9     | △ 85    | 18    | 94          | 10,082      |
|          | 計  | 237        | 307 | 0    | 544   | 17,687      | 765        | 308   | △ 775   | 298   | 765         | 51,235      |
| 中国センター   | 外国 | 0          | 0   | 0    | 0     | 1,559       | 196        | 0     | 0       | 196   | 161         | 10,768      |
|          | 国内 | 34         | 0   | 0    | 34    | 3,555       | 74         | 0     | 0       | 74    | 70          | 2,887       |
|          | 計  | 34         | 0   | 0    | 34    | 5,114       | 270        | 0     | 0       | 270   | 231         | 13,655      |
| 四国センター   | 外国 | 4          | 0   | 0    | 4     | 1,441       | 93         | 0     | 0       | 93    | 93          | 6,807       |
|          | 国内 | 11         | 0   | 0    | 11    | 2,791       | 197        | 0     | 0       | 197   | 197         | 3,723       |
|          | 計  | 15         | 0   | 0    | 15    | 4,232       | 290        | 0     | 0       | 290   | 290         | 10,530      |
| 九州センター   | 外国 | 2          | 4   | 0    | 6     | 2,816       | 364        | 0     | 0       | 364   | 364         | 15,818      |
|          | 国内 | 13         | 0   | 0    | 13    | 5,365       | 142        | 0     | 0       | 142   | 142         | 13,943      |
|          | 計  | 15         | 4   | 0    | 19    | 8,181       | 506        | 0     | 0       | 506   | 506         | 29,761      |
| 産総研 合計   | 外国 | 728        | 196 | △ 1  | 923   | 166,614     | 7,675      | 618   | △ 693   | 7,600 | 6,566       | 414,426     |
|          | 国内 | 352        | 558 | △ 43 | 867   | 168,361     | 2,544      | 580   | △ 1,837 | 1,287 | 2,205       | 130,018     |
|          | 計  | 1,080      | 754 | △ 44 | 1,790 | 334,975     | 10,219     | 1,198 | △ 2,530 | 8,887 | 8,771       | 544,444     |

\* 関西センターには尼崎事業所および扇町サイトの蔵書の一部も含む。

## (21) 産学官連携推進部門 (Collaboration Promotion Department)

所在地：つくば中央第2

人 員：142名（62名）

概 要：産総研の使命である、国の安全・安心の確保及び産業競争力の強化に資する研究の促進、さらには新産業創出への貢献を実現するため、産学官連携推進部門は、産学官連携の円滑な推進に資する企画・立案・制度の効率的運用に努めるとともに、研究ユニットと産業界等との「対話とコミットメント」を促進し産業戦略とともに創造していく。

産学官連携推進部門の組織を図1に示す。

機構図（2008/3/31現在）

[産学官連携推進部門]

部 門 長 矢部 彰  
次 長 柳下 宏  
審 議 役 伊東 一明  
審 議 役 岡田 俊郎  
審 議 役 橋本 信善  
総括主幹 井坂 正美

―― [産学官連携コーディネータ]

[北海道] 太田 英順、千葉 繁生

[東 北] 板橋 修

[つくば] 小高 正人、志村 洋文、名川 吉信、  
岡田 三郎、古宇田 亮一、  
鈴木 英一、松永 英之、  
(兼)柳下 宏、三木 啓司

[中 部] 藤井 篤、亀山 哲也、渡村 信治

[関 西] 上原 斎、若林 昇、佐藤 義幸

[中 国] 大谷 敏昭

[四 国] 細川 純、大井 健太、和田 英男

[九 州] 犬養 吉成

―― [連携企画室]

室長 平井 寿敏

総括主幹 吉原 公一

総括主幹 齋藤 俊幸

―― [企業・大学連携室]

室長 伊藤 日出男

総括主幹 増岡登志夫

総括主幹 林 輝幸

総括主幹 矢野 哲夫

総括主幹 松本 成司

総括主幹 橋本 亮一

総括主幹 綾 信博

―― [地域連携室]

室長 (兼) 三木 啓司

総括主幹 久場 康良

―― [連携業務部]

部長 (兼) 伊東 一明

―― [連携管理検査室]

室長 鈴木 光男

―― [プロジェクト推進室] 室長 草間 常夫

―― [企業・大学契約室] 室長 田崎 英弘

総括主幹 古谷 邦男

―― [工業標準部]

部長 松田 宏雄

総括主幹 宇敷 建一

―― [工業標準企画室]

室長 大曾根 均

―― [工業標準整備室]

室長 牛島 宏育

―― [地域産学官連携センター]

―― [北海道産学官連携センター]

センター長 北野 邦尋

総括主幹 中川 充

総括主幹 永石 博志

総括主幹 根本 輝利

―― [東北産学官連携センター]

センター長 吉田 忠

総括主幹 倉田 良明

総括主幹 米谷 道夫

―― [関東産学官連携センター]

センター長 (兼) 柳下 宏

副センター長 花田 康行

総括主幹 山中 忠衛

―― [臨海副都心産学官連携センター]

センター長 守谷 哲郎

副センター長 (兼) 橋本 信善

総括主幹 西沢 良教

総括主幹 東 晴彦

―― [中部産学官連携センター]

センター長 神崎 修三

総括主幹 三橋 一美

総括主幹 井口 孝

総括主幹 林 永二

総括主幹 青木 正一

総括主幹 阪口 修司

―― [関西産学官連携センター]

センター長 請川 孝治

副センター長 竹中 啓恭

総括主幹 堀野 裕司

総括主幹 牧原 正記

総括主幹 巽 一

総括主幹 中村 秀樹

総括主幹 大谷 和男

総括主幹 玉利 信幸

総括主幹 坪田 年

総括主幹 近藤 功

総括主幹 田中 隆裕

―― [中国産学官連携センター]

センター長 松永 烈

総括主幹 黒田 正範

―― [四国産学官連携センター]



センター長 宮本 宏  
 [九州産学官連携センター]

センター長 立山 博  
 総括主幹 稲貝 力  
 総括主幹 萩尾 剛  
 総括主幹 武内 鼓  
 総括主幹 田中 一裕

#### 産学官連携コーディネータ

(Collaboration Coordinator)

(つくば、7地域センター)

概要：全国8センターに配置し、企業や大学等と産総研との連携の橋渡しを行う。主に以下のような役割を果たしている。

- ・企業や大学と産総研との連携プロジェクト（共同研究や受託研究関連業務）の企画・立案・調整
- ・企業等のニーズと産総研の有する技術ポテンシャル・シーズのマッチング
- ・産総研における研究成果の把握・掘り起こし・権利化の支援（知的財産部門と協力）
- ・産総研の有する知的財産権の民間への移転・事業化の支援（産総研イノベーションズと協力）

#### 連携企画室

(Collaboration Planning and Coordination Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の産学官連携活動全般について企画・立案を行うとともに、地域産学官連携センターも含めた産学官連携推進部門全体の業務を円滑に推進させることを任務としている。中でも、産学官連携に関するさまざまな制度や活動の方針の企画・策定、事業予算や政策的支援予算の管理・運用、他の技術移転担当部署との連携による、研究成果のイベント出展活動など、連携活動の総合的な調整を行う。

#### 企業・大学連携室

(Corporate and Academic Collaboration Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究成果に基づいて、企業や大学との連携の推進、すなわち、共同研究、受託研究、技術移転、人事交流を行い、産業や科学技術の発展に寄与することを任務としている。専門分野を担当する産学官連携コーディネータの活動を補佐し、研究ユニットと産業界の橋渡しを行っている。

産学官連携活動における大学との連携として、連携大学院制度や共同研究の実施等を通じて、研究・人材交流を行っている。これらの連携活動をスムーズに推進するための仕組み作りや、外部機関との各種協力協定の締結等も行っている。特に、組織的戦略的連携として、企業等と包括的協力協定を締結し、協議会の開催等を通して

共同研究等の効率的な推進・運営支援を行っている。

#### 地域連携室 (Regional Collaboration Office)

(つくば中央第2)

概要：地域に関連する技術開発について、技術政策の立案や研究開発等の技術審査及び各経済産業局が実施する戦略プロジェクトへの支援等を行っている。

また、外部からの技術相談窓口業務を遂行するとともに、産業技術連携推進会議の技術部会事務局として産総研と公設試験研究機関との研究開発関連ネットワークの構築、強化を推進している。

さらに、地域・中小企業ニーズを取り込み、産総研の技術を活用して製品化を目指して、公設研・中小企業と共同で研究開発を実施する地域産業活性化支援事業を行っている。

加えて、テクノナレッジネットワーク事業によるものづくり基盤技術情報データベースの充実、中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業（「産業技術研究開発事業（中小企業支援型）」）による中小企業のシーズとニーズの製品化支援業務を行っている。

#### 連携業務部

(Collaboration Affairs Division)

(つくば中央第2)

概要：連携業務部は、以下の3室から構成されており、研究成果の普及・技術移転、産業界を担う人材育成等各種連携制度に係る契約事務等を行うとともに、これら各種連携制度の運用に伴い発生するリスクの管理等を行っている。また、近年、増加傾向にある外部研究資金について、その獲得を支援するための業務、並びに外部研究資金の適正な執行を確保するためのコンプライアンス活動等を行っている。

#### 連携管理検査室

(Collaborative Administration and Inspection Office)

(つくば中央第2)

概要：受託研究等外部研究資金について、その適正な執行を確保するため、職員説明会の開催、自主点検等の実施を通じ、職員に対するコンプライアンスの向上に努めている。また、各種連携制度の実行に伴い発生するリスクについて、棚卸・分析、管理活動計画等を実施し、リスクの未然防止に努めている。

#### プロジェクト推進室

(National Project Collaboration Affairs Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研における研究成果の普及、技術移転等を図るための受託研究及び請負研究並びに産総研から他機

関への委託研究に係る契約事務等の業務を行うとともに、受託研究及び研究助成金等外部からの研究資金獲得のための支援業務を行っている。また、外部からの現金、機械装置等寄付金の受入に関する業務を行っている。

#### 企業・大学契約室

(Corporate and Academic Affairs Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研における外部機関との連携、技術移転等を図るための共同研究に係る業務、産業技術力向上のための外来研究員制度に基づく外部有識者受入業務、技術ポテンシャルを活用した技術研修制度に基づく外部人材の受入業務、人的ポテンシャルを活用した連携大学院制度による学生指導、各種学協会・委員会への委員就任、依頼・受託出張等職員の派遣に関する業務を行っている。また、他機関との連携を推進するための連携研究体及び産総研コンソーシアム設立支援等の業務を行っている。

#### 工業標準部 (Industrial Standards Division)

(つくば中央第2)

概要：工業標準部は、産総研の研究ポテンシャルを活用した標準化研究開発を実施することにより、工業標準化に貢献し、もって我が国の産業競争力強化や安心・安全な社会の実現に貢献する各種活動を行っている。これら活動は「産総研工業標準化ポリシー」「産総研・工業標準化戦略」に従って、組織的・戦略的に行っている。工業標準化を目的とした研究開発は、工業標準化研究として実施され、社会ニーズや、行政からの要請を受けて、交付金によって行う「標準基盤研究」、経済産業省からの委託を受けて行う「基準認証研究開発事業」、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構が NEDO 研究開発プロジェクトの終了後に実施する「標準化調査研究事業(フォローアップ型)」、「研究開発プロジェクトにおける標準化事業(同時並行型)」などの事業として行っている。これら研究開発の成果は、国内標準(JIS)、国際標準(ISO、IEC)などの公共財として世の中に出され、社会に貢献する。近年は、国際標準の獲得に向けた取り組みを強化している。

また、工業標準部は、「くらしと JIS センター」を運営・管理し、(独)製品評価技術基盤機構と高齢者・障害者に配慮した標準化のための共同研究の実施を推進す

るとともに、「JIS パビリオン」を常設の展示室として運営・管理し、工業標準化の意義、概要などを分かり易く紹介するなど産総研の取組みや社会貢献事例を紹介して一般見学者への広報活動を行っている。

#### 工業標準企画室

(Industrial Standards Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：工業標準化研究テーマの発掘・選定、研究開発の進捗管理、成果の普及・管理及び産総研における標準化活動に対する支援に関する業務、くらしと JIS センターの運営・管理を行っている。

また、ISO/TC229ナノテクノロジーの国内審議団体事務局として活動している。

#### 工業標準整備室

(Industrial Standards Management Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究成果の規格化に関する支援業務、工業標準に関する技術専門家(委員等)の産総研内外への推薦や派遣に関する業務を行っている。

---

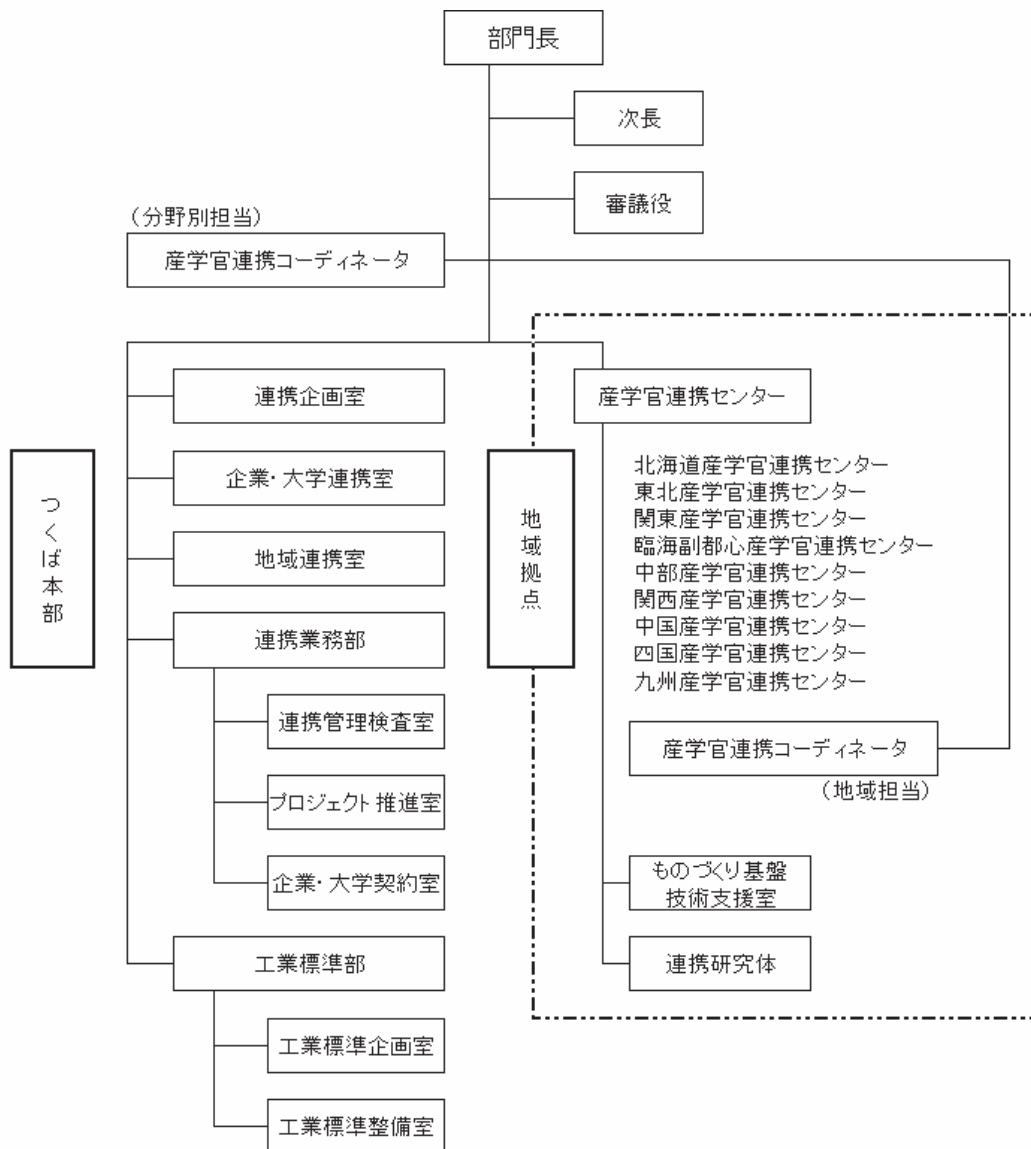
#### 地域産学官連携センター (Collaboration Centers)

(8地域センター、つくば及び東京本部)

概要：全国8研究拠点、及び関東地域における産学官連携推進部門は地域の産業界・大学・公設研及び経済産業局等との連携活動を推進するとともに、各地域経済産業局が主宰する地域産業技術連携推進会議への協力を行っている。

また各産学官連携センターに設置された[ものづくり基盤技術支援室]では、技術相談窓口業務、技術情報のデータベース化に取り組むとともに、公設研ネットワークを活用してものづくり技術の普及を行っている。

図1. 産学官連携部門の組織





研究関連・管理業務

1) 共同研究

企業、大学や公設研究所などと産総研が、共通のテーマについて対等な立場で共同して研究を行う制度である。

共同研究ユニット別件数一覧

平成20年3月31日現在

| 研究ユニット               | 分野             | 設立・廃止日時              | 大学  | 法人  | 大企業 | 中小企業 | その他 | 計     |
|----------------------|----------------|----------------------|-----|-----|-----|------|-----|-------|
| 活断層研究センター            | 地質             | 2001.04.01～          |     | 2   |     |      |     | 2     |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 |     |     |     |      |     |       |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 2   | 1   | 1   | 1    |     | 5     |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 9   | 6   | 14  | 3    |     | 32    |
| 生物情報解析研究センター         | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 9   | 11  | 5   | 7    |     | 32    |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 6   | 2   | 11  | 7    | 1   | 27    |
| 強相関電子技術研究センター        | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 |     | 4   | 4   |      |     | 8     |
| 次世代半導体研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～2008.3.31 | 6   | 3   | 15  | 1    | 8   | 33    |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター   | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 | 9   | 1   | 1   | 1    | 1   | 13    |
| グリッド研究センター           | 情報通信エレクトロニクス   | 2002.01.01～2008.3.31 | 7   | 3   | 10  | 8    |     | 28    |
| 年齢軸生命工学研究センター        | ライフサイエンス       | 2002.07.01～          | 2   | 2   | 6   | 3    | 1   | 14    |
| デジタルヒューマン研究センター      | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 4   | 3   | 19  | 7    | 1   | 34    |
| 近接場光応用工学研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 2   | 1   | 9   | 3    |     | 15    |
| ダイヤモンド研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2003.04.01～          | 4   | 6   | 5   | 7    | 2   | 24    |
| バイオニクス研究センター         | ライフサイエンス       | 2003.08.01～          | 17  | 1   | 8   | 7    | 3   | 36    |
| 太陽光発電研究センター          | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 9   | 2   | 26  | 12   |     | 49    |
| システム検証研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.04.01～          | 8   | 1   | 7   | 2    |     | 18    |
| ナノカーボン研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～2008.3.31 | 5   | 1   | 6   | 1    |     | 13    |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 15  | 2   | 26  | 21   | 3   | 67    |
| 健康工学研究センター           | ライフサイエンス       | 2005.04.01～          | 1   | 1   | 2   | 7    |     | 11    |
| 情報セキュリティ研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.04.01～          | 2   | 1   | 2   | 1    |     | 6     |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 3   | 1   | 3   |      |     | 7     |
| バイオマス研究センター          | 環境・エネルギー       | 2005.09.30～          | 9   |     | 10  | 15   | 1   | 35    |
| デジタルものづくり研究センター      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2006.04.01～          |     | 1   | 1   |      |     | 2     |
| 水素材料先端科学研究センター       | 環境・エネルギー       | 2006.07.01～          | 4   | 1   | 5   | 2    |     | 12    |
| 糖鎖医学研究センター           | ライフサイエンス       | 2006.12.01～          | 3   |     | 6   | 2    | 3   | 14    |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 環境・エネルギー       | 2007.04.01～          |     |     | 13  | 3    |     | 16    |
| 生命情報工学研究センター         | ライフサイエンス       | 2007.04.01～          | 5   | 3   | 6   | 4    |     | 18    |
| 生産計測技術研究センター         | 標準・計測          | 2007.08.01～          | 27  | 4   | 11  | 15   | 3   | 60    |
| 小計                   |                |                      | 168 | 64  | 232 | 140  | 27  | 631   |
| 計測標準研究部門             | 標準・計測          | 2001.04.01～          | 16  | 21  | 29  | 31   | 3   | 100   |
| 地圏資源環境研究部門           | 地質             | 2001.04.01～          | 7   | 10  | 17  | 10   | 3   | 47    |
| 知能システム研究部門           | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 11  | 2   | 18  | 23   | 2   | 56    |
| エレクトロニクス研究部門         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 21  | 5   | 25  | 24   | 2   | 77    |
| 光技術研究部門              | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 17  | 4   | 29  | 23   |     | 73    |
| 人間福祉医学研究部門           | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 40  | 8   | 18  | 20   | 3   | 89    |
| 脳神経情報研究部門            | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 13  | 6   | 5   | 4    | 1   | 29    |
| ナノテクノロジー研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 19  | 6   | 33  | 18   | 1   | 77    |
| 計算科学研究部門             | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 2   | 2   | 5   |      |     | 9     |
| 生物機能工学研究部門           | ライフサイエンス       | 2002.09.01～          | 14  | 12  | 11  | 7    | 3   | 47    |
| 計測フロンティア研究部門         | 標準・計測          | 2004.04.01～          | 29  | 13  | 17  | 20   | 5   | 84    |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 7   | 1   | 26  | 5    |     | 39    |
| セルエン지니어リング研究部門       | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 43  | 10  | 21  | 15   | 3   | 92    |
| ゲノムファクトリー研究部門        | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 11  | 8   | 12  | 13   | 1   | 45    |
| 先進製造プロセス研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 44  | 13  | 68  | 59   | 6   | 190   |
| サステナブルマテリアル研究部門      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 29  | 8   | 40  | 67   | 21  | 165   |
| 地質情報研究部門             | 地質             | 2004.05.01～          | 9   | 7   | 3   | 8    | 5   | 32    |
| 環境管理技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 17  | 11  | 41  | 33   | 4   | 106   |
| 環境化学技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 17  | 3   | 53  | 14   | 5   | 92    |
| エネルギー技術研究部門          | 環境・エネルギー       | 2004.07.01～          | 44  | 14  | 45  | 29   | 4   | 136   |
| 情報技術研究部門             | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.07.15～          | 8   | 5   | 20  | 19   | 4   | 56    |
| 小計                   |                |                      | 418 | 169 | 536 | 442  | 76  | 1,641 |
| シグナル分子研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2005.06.01～2008.3.31 | 3   | 1   | 3   | 13   |     | 20    |
| メタンハイドレート研究ラボ        | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 7   |     | 4   | 1    |     | 12    |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.06.01～          | 2   | 3   | 2   |      |     | 7     |
| 器官発生工学研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          | 2   |     | 6   | 3    |     | 11    |
| 創薬シーズ探索研究ラボ          | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          | 1   | 1   | 3   | 1    |     | 6     |
| バイオセラピューティック研究ラボ     | ライフサイエンス       | 2006.07.01～          |     |     |     |      |     |       |
| 小計                   |                |                      | 15  | 5   | 18  | 18   |     | 56    |
| フェロー、関連・管理部門等        | その他            |                      | 4   | 5   | 3   | 13   | 1   | 26    |
| 計                    |                |                      | 605 | 243 | 789 | 613  | 104 | 2,354 |

※国内案件のみ

## 産業技術総合研究所

## 2) 委託研究

産総研で研究するより、産総研以外の者（大学、企業等）に委託した方が、研究の効率性や経済性が期待出来る場合に、産総研以外の者に委託する制度である。

委託研究ユニット別件数一覧

平成20年3月31日現在

| 研究ユニット               | 分 野            | 設立・廃止日時              | 大学 | 法人 | 大企業 | 中小企業 | その他 | 計   |
|----------------------|----------------|----------------------|----|----|-----|------|-----|-----|
| 活断層研究センター            | 地質             | 2001.04.01～          |    | 1  |     |      | 1   | 2   |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 9  | 2  |     |      |     | 11  |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 2  |    |     |      |     | 2   |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 2  |    |     |      |     | 2   |
| 生物情報解析研究センター         | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 |    | 1  |     | 2    |     | 3   |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 |    |    |     |      |     |     |
| 強相関電子技術研究センター        | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 |    |    |     |      |     |     |
| 次世代半導体研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～2008.3.31 | 1  |    | 1   |      |     | 2   |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター   | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 |    |    |     |      |     |     |
| グリッド研究センター           | 情報通信エレクトロニクス   | 2002.01.01～2008.3.31 |    |    |     |      |     |     |
| 年齢軸生命工学研究センター        | ライフサイエンス       | 2002.07.01～          |    |    |     |      |     |     |
| デジタルヒューマン研究センター      | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 1  |    |     |      |     | 1   |
| 近接場光応用工学研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          |    |    |     |      |     |     |
| ダイヤモンド研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2003.04.01～          | 1  |    |     |      |     | 1   |
| バイオニクス研究センター         | ライフサイエンス       | 2003.08.01～          | 1  |    |     |      |     | 1   |
| 太陽光発電研究センター          | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 3  |    |     |      | 1   | 4   |
| システム検証研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.04.01～          |    |    |     |      |     |     |
| ナノカーボン研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～2008.3.31 |    |    |     |      |     |     |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 健康工学研究センター           | ライフサイエンス       | 2005.04.01～          | 2  |    |     |      | 1   | 3   |
| 情報セキュリティ研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.04.01～          | 2  |    |     | 2    |     | 4   |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 1  |    |     |      |     | 1   |
| バイオマス研究センター          | 環境・エネルギー       | 2005.09.30～          | 1  | 1  |     |      |     | 2   |
| デジタルものづくり研究センター      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2006.04.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 水素材料先端科学研究センター       | 環境・エネルギー       | 2006.07.01～          | 4  | 1  | 1   |      |     | 6   |
| 糖鎖医学研究センター           | ライフサイエンス       | 2006.12.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 環境・エネルギー       | 2007.04.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 生命情報工学研究センター         | ライフサイエンス       | 2007.04.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 生産計測技術研究センター         | 標準・計測          | 2007.08.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 小計                   |                |                      | 30 | 6  | 2   | 4    | 3   | 45  |
| 計測標準研究部門             | 標準・計測          | 2001.04.01～          | 3  | 2  | 3   | 1    | 2   | 11  |
| 地圏資源環境研究部門           | 地質             | 2001.04.01～          | 3  |    |     |      | 1   | 4   |
| 知能システム研究部門           | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 2  |    |     | 3    |     | 5   |
| エレクトロニクス研究部門         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 1  |    |     | 1    |     | 2   |
| 光技術研究部門              | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 3  |    |     |      |     | 3   |
| 人間福祉医学研究部門           | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 2  |    |     |      |     | 2   |
| 脳神経情報研究部門            | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          |    |    |     |      |     |     |
| ナノテクノロジー研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 1  |    |     | 1    |     | 2   |
| 計算科学研究部門             | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 生物機能工学研究部門           | ライフサイエンス       | 2002.09.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 計測フロンティア研究部門         | 標準・計測          | 2004.04.01～          | 4  | 2  | 1   | 2    |     | 9   |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 1  |    | 2   |      | 1   | 4   |
| セルエンジニアリング研究部門       | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 3  |    |     |      |     | 3   |
| ゲノムファクトリー研究部門        | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          |    |    | 1   | 1    |     | 2   |
| 先進製造プロセス研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 7  | 2  |     |      | 3   | 12  |
| サステナブルマテリアル研究部門      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 4  |    |     |      |     | 4   |
| 地質情報研究部門             | 地質             | 2004.05.01～          | 6  | 2  | 1   |      | 1   | 10  |
| 環境管理技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 10 | 2  |     |      |     | 12  |
| 環境化学技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          |    |    |     |      | 3   | 3   |
| エネルギー技術研究部門          | 環境・エネルギー       | 2004.07.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 情報技術研究部門             | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.07.15～          | 1  |    |     |      |     | 1   |
| 小計                   |                |                      | 51 | 10 | 8   | 9    | 11  | 89  |
| シグナル分子研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2005.06.01～2008.3.31 |    |    |     |      |     |     |
| メタンハイドレート研究ラボ        | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          |    | 1  | 3   | 8    |     | 12  |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.06.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 器官発生工学研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 創薬シーズ探索研究ラボ          | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          |    |    |     |      |     |     |
| バイオセラピューティック研究ラボ     | ライフサイエンス       | 2006.07.01～          |    |    |     |      |     |     |
| 小計                   |                |                      |    | 1  | 3   | 8    |     | 12  |
| フェロー、関連・管理部門等        | その他            |                      | 9  | 2  |     |      |     | 11  |
| 計                    |                |                      | 90 | 19 | 13  | 21   | 14  | 157 |

※国内案件のみ

## 3) 受託研究

企業、法人など他機関から産総研に研究を委託する制度である。その成果は委託元で活用できる。委託元の研究者を外来研究員として受け入れることも可能である。

受託研究ユニット別件数一覧

平成20年3月31日現在

| 研究ユニット               | 分 野            | 設立・廃止日時              | 大学 | 法人  | 大企業 | 中小企業 | その他 | 計   |
|----------------------|----------------|----------------------|----|-----|-----|------|-----|-----|
| 活断層研究センター            | 地質             | 2001.04.01～          | 1  | 4   | 1   |      | 3   | 9   |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 |    | 3   |     |      | 2   | 5   |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 |    | 2   | 1   |      | 4   | 7   |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 |    | 4   |     |      | 1   | 5   |
| 生物情報解析研究センター         | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 |    | 3   |     |      | 2   | 5   |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 |    | 1   | 1   |      | 5   | 7   |
| 強相関電子技術研究センター        | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 |    | 2   |     |      |     | 2   |
| 次世代半導体研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～2008.3.31 |    | 1   |     |      | 1   | 2   |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター   | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 |    | 5   |     |      | 1   | 6   |
| グリッド研究センター           | 情報通信エレクトロニクス   | 2002.01.01～2008.3.31 |    | 6   | 1   |      | 1   | 8   |
| 年齢軸生命工学研究センター        | ライフサイエンス       | 2002.07.01～          |    |     |     |      |     |     |
| デジタルヒューマン研究センター      | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          |    | 6   | 1   | 1    | 1   | 9   |
| 近接場光応用工学研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          |    | 1   |     |      | 2   | 3   |
| ダイヤモンド研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2003.04.01～          |    | 2   | 2   |      | 1   | 5   |
| バイオニクス研究センター         | ライフサイエンス       | 2003.08.01～          |    | 3   | 2   |      | 2   | 7   |
| 太陽光発電研究センター          | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          |    | 11  | 1   |      |     | 12  |
| システム検証研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.04.01～          |    | 2   |     | 1    |     | 3   |
| ナノカーボン研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～2008.3.31 |    | 8   |     |      |     | 8   |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          |    | 4   | 1   | 3    | 3   | 11  |
| 健康工学研究センター           | ライフサイエンス       | 2005.04.01～          |    | 11  | 2   | 1    | 5   | 19  |
| 情報セキュリティ研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.04.01～          | 1  | 2   | 4   |      | 3   | 10  |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          |    | 1   | 1   |      | 1   | 3   |
| バイオマス研究センター          | 環境・エネルギー       | 2005.09.30～          |    | 3   | 4   | 1    | 2   | 10  |
| デジタルものづくり研究センター      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2006.04.01～          |    | 4   |     |      |     | 4   |
| 水素材料先端科学研究センター       | 環境・エネルギー       | 2006.07.01～          |    | 3   |     |      | 2   | 5   |
| 糖鎖医学研究センター           | ライフサイエンス       | 2006.12.01～          |    | 5   |     |      | 2   | 7   |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 環境・エネルギー       | 2007.04.01～          |    | 6   |     |      | 1   | 7   |
| 生命情報工学研究センター         | ライフサイエンス       | 2007.04.01～          |    | 6   |     |      | 3   | 9   |
| 生産計測技術研究センター         | 標準・計測          | 2007.08.01～          |    | 7   | 1   |      |     | 8   |
| 小計                   |                |                      | 2  | 116 | 23  | 7    | 48  | 196 |
| 計測標準研究部門             | 標準・計測          | 2001.04.01～          | 1  | 9   | 3   | 3    | 21  | 37  |
| 地圏資源環境研究部門           | 地質             | 2001.04.01～          |    | 3   | 4   | 2    | 11  | 20  |
| 知能システム研究部門           | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          |    | 10  | 1   |      | 6   | 17  |
| エレクトロニクス研究部門         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          |    | 16  | 3   |      | 6   | 25  |
| 光技術研究部門              | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 1  | 11  | 1   |      | 3   | 16  |
| 人間福祉医学研究部門           | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 1  | 9   | 3   | 1    | 9   | 23  |
| 脳神経情報研究部門            | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 1  | 7   | 1   |      | 3   | 12  |
| ナノテクノロジー研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 2  | 24  | 3   | 1    | 7   | 37  |
| 計算科学研究部門             | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          |    | 8   |     |      | 1   | 9   |
| 生物機能工学研究部門           | ライフサイエンス       | 2002.09.01～          | 1  | 10  | 1   |      | 3   | 15  |
| 計測フロンティア研究部門         | 標準・計測          | 2004.04.01～          | 2  | 11  | 3   | 1    | 12  | 29  |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          |    | 18  | 1   | 2    | 1   | 22  |
| セルエンジニアリング研究部門       | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 3  | 16  |     |      | 5   | 24  |
| ゲノムファクトリー研究部門        | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          |    | 5   |     |      | 2   | 7   |
| 先進製造プロセス研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 1  | 18  | 3   |      | 8   | 30  |
| サステナブルマテリアル研究部門      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 2  | 19  | 3   | 2    | 3   | 29  |
| 地質情報研究部門             | 地質             | 2004.05.01～          | 3  | 3   | 1   |      | 10  | 17  |
| 環境管理技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 1  | 11  | 2   | 3    | 22  | 39  |
| 環境化学技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          |    | 14  | 2   | 1    | 2   | 19  |
| エネルギー技術研究部門          | 環境・エネルギー       | 2004.07.01～          |    | 21  | 4   | 1    | 7   | 33  |
| 情報技術研究部門             | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.07.15～          | 1  | 6   | 2   | 2    | 8   | 19  |
| 小計                   |                |                      | 20 | 249 | 41  | 19   | 150 | 479 |
| シグナル分子研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2005.06.01～2008.3.31 |    |     |     |      | 2   | 2   |
| メタンハイドレート研究ラボ        | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          |    |     | 1   |      | 1   | 2   |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.06.01～          |    | 2   |     |      | 1   | 3   |
| 器官発生工学研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          |    |     |     |      |     |     |
| 創薬シーズ探索研究ラボ          | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          |    | 1   |     |      |     | 1   |
| バイオセラピューティック研究ラボ     | ライフサイエンス       | 2006.07.01～          |    | 1   |     |      |     | 1   |
| 小計                   |                |                      |    | 4   | 1   | 0    | 4   | 9   |
| フェロー、関連・管理部門等        | その他            |                      |    | 2   | 2   |      | 7   | 11  |
| 計                    |                |                      | 22 | 371 | 67  | 26   | 209 | 695 |

※国内案件のみ



## 産業技術総合研究所

## 4) 請負研究

受託研究によることができない研究を他機関からの依頼に応じて産総研が行うものであり、その経費は依頼者に負担していただく。

請負研究ユニット別件数一覧

平成20年3月31日現在

| 研究ユニット               | 分野             | 設立・廃止日時                  | 大学 | 法人 | 大企業 | 中小企業 | その他 | 計  |
|----------------------|----------------|--------------------------|----|----|-----|------|-----|----|
| 活断層研究センター            | 地質             | 2001. 04. 01～            |    | 1  | 1   |      | 1   | 3  |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 環境・エネルギー       | 2001. 04. 01～2008. 3. 31 |    |    |     |      |     |    |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 環境・エネルギー       | 2001. 04. 01～2008. 3. 31 |    | 5  | 1   |      |     | 6  |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2001. 04. 01～2008. 3. 31 |    |    |     |      |     |    |
| 生物情報解析研究センター         | ライフサイエンス       | 2001. 04. 01～2008. 3. 31 |    |    |     |      |     |    |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | ライフサイエンス       | 2001. 04. 01～2008. 3. 31 |    |    |     |      |     |    |
| 強相関電子技術研究センター        | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001. 04. 01～2008. 3. 31 |    |    |     |      |     |    |
| 次世代半導体研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001. 04. 01～2008. 3. 31 |    |    |     |      |     |    |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター   | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001. 04. 01～2008. 3. 31 |    |    |     |      |     |    |
| グリッド研究センター           | 情報通信エレクトロニクス   | 2002. 01. 01～2008. 3. 31 |    |    |     |      |     |    |
| 年齢軸生命工学研究センター        | ライフサイエンス       | 2002. 07. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| デジタルヒューマン研究センター      | 情報通信エレクトロニクス   | 2003. 04. 01～            |    | 1  |     |      |     | 1  |
| 近接場光応用工学研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2003. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| ダイヤモンド研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2003. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| バイオニクス研究センター         | ライフサイエンス       | 2003. 08. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 太陽光発電研究センター          | 環境・エネルギー       | 2004. 04. 01～            |    | 1  |     |      |     | 1  |
| システム検証研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2004. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| ナノカーボン研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004. 04. 01～2008. 3. 31 |    |    |     |      |     |    |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2005. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 健康工学研究センター           | ライフサイエンス       | 2005. 04. 01～            |    | 2  |     |      |     | 2  |
| 情報セキュリティ研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2005. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 環境・エネルギー       | 2005. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| バイオマス研究センター          | 環境・エネルギー       | 2005. 09. 30～            |    |    |     |      |     |    |
| デジタルものづくり研究センター      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2006. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 水素材料先端科学研究センター       | 環境・エネルギー       | 2006. 07. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 糖鎖医工学研究センター          | ライフサイエンス       | 2006. 12. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 環境・エネルギー       | 2007. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 生命情報工学研究センター         | ライフサイエンス       | 2007. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 生産計測技術研究センター         | 標準・計測          | 2007. 08. 01～            |    |    |     |      |     |    |
|                      |                | 小計                       |    | 10 | 2   |      | 1   | 13 |
| 計測標準研究部門             | 標準・計測          | 2001. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 地圏資源環境研究部門           | 地質             | 2001. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 知能システム研究部門           | 情報通信エレクトロニクス   | 2001. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| エレクトロニクス研究部門         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 光技術研究部門              | 情報通信エレクトロニクス   | 2001. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 人間福祉医工学研究部門          | ライフサイエンス       | 2001. 04. 01～            |    |    |     |      | 1   | 1  |
| 脳神経情報研究部門            | ライフサイエンス       | 2001. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| ナノテクノロジー研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 計算科学研究部門             | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 生物機能工学研究部門           | ライフサイエンス       | 2002. 09. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 計測フロンティア研究部門         | 標準・計測          | 2004. 04. 01～            |    |    | 2   |      |     | 2  |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 環境・エネルギー       | 2004. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| セルエンジニアリング研究部門       | ライフサイエンス       | 2004. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| ゲノムファクトリー研究部門        | ライフサイエンス       | 2004. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 先進製造プロセス研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| サステナブルマテリアル研究部門      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 地質情報研究部門             | 地質             | 2004. 05. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 環境管理技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004. 05. 01～            |    | 2  |     |      | 1   | 3  |
| 環境化学技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004. 05. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| エネルギー技術研究部門          | 環境・エネルギー       | 2004. 07. 01～            |    | 2  | 2   |      |     | 4  |
| 情報技術研究部門             | 情報通信エレクトロニクス   | 2004. 07. 15～            |    |    | 1   |      |     | 1  |
|                      |                | 小計                       |    | 4  | 5   |      | 2   | 11 |
| シグナル分子研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2005. 06. 01～2008. 3. 31 |    |    |     |      |     |    |
| メタンハイドレート研究ラボ        | 環境・エネルギー       | 2005. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     | 情報通信エレクトロニクス   | 2005. 06. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 器官発生工学研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2006. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| 創薬シーズ探索研究ラボ          | ライフサイエンス       | 2006. 04. 01～            |    |    |     |      |     |    |
| バイオセラピューティック研究ラボ     | ライフサイエンス       | 2006. 07. 01～            |    |    |     |      |     |    |
|                      |                | 小計                       |    |    |     |      |     |    |
| フェロー、関連・管理部門等        | その他            |                          |    | 1  |     |      |     | 1  |
|                      |                | 計                        |    | 15 | 7   |      | 3   | 25 |

※国内案件のみ

## 5) 技術研修

外部機関等の研究者、技術者を産総研が受け入れ、産総研の技術ポテンシャルを基に研修を行う制度である。

技術研修ユニット別人数一覧

平成20年3月31日現在

| 研究ユニット               | 分野             | 設立・廃止日時              | 大学    | 法人 | 大企業 | 中小企業 | その他 | 計     |
|----------------------|----------------|----------------------|-------|----|-----|------|-----|-------|
| 活断層研究センター            | 地質             | 2001.04.01～          |       |    |     |      |     |       |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 1     |    |     |      |     | 1     |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 16    |    | 2   |      |     | 18    |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 4     |    | 2   |      |     | 6     |
| 生物情報解析研究センター         | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 13    |    | 1   | 1    | 3   | 18    |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 13    |    |     |      |     | 13    |
| 強相関電子技術研究センター        | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 | 6     | 1  |     |      |     | 7     |
| 次世代半導体研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～2008.3.31 | 10    |    |     |      |     | 10    |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター   | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 | 8     |    |     |      |     | 8     |
| グリッド研究センター           | 情報通信エレクトロニクス   | 2002.01.01～2008.3.31 | 1     |    |     |      |     | 1     |
| 年齢軸生命工学研究センター        | ライフサイエンス       | 2002.07.01～          | 3     |    |     |      |     | 3     |
| デジタルヒューマン研究センター      | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 28    |    |     |      |     | 28    |
| 近接場光応用工学研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 14    |    |     |      |     | 14    |
| ダイヤモンド研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2003.04.01～          | 1     |    |     |      | 1   | 2     |
| バイオニクス研究センター         | ライフサイエンス       | 2003.08.01～          | 6     |    |     |      |     | 6     |
| 太陽光発電研究センター          | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 15    |    | 3   | 1    |     | 19    |
| システム検証研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.04.01～          |       |    |     |      |     |       |
| ナノカーボン研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～2008.3.31 | 3     |    | 6   | 1    | 1   | 11    |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 43    |    |     | 3    |     | 46    |
| 健康工学研究センター           | ライフサイエンス       | 2005.04.01～          | 5     |    | 2   |      | 1   | 8     |
| 情報セキュリティ研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.04.01～          | 1     |    |     |      |     | 1     |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 6     |    |     |      |     | 6     |
| バイオマス研究センター          | 環境・エネルギー       | 2005.09.30～          | 12    |    |     |      | 1   | 13    |
| デジタルものづくり研究センター      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2006.04.01～          |       |    |     | 2    | 1   | 3     |
| 水素材料先端科学研究所          | 環境・エネルギー       | 2006.07.01～          | 45    |    | 2   |      |     | 47    |
| 糖鎖医工学研究センター          | ライフサイエンス       | 2006.12.01～          | 6     |    | 3   | 1    |     | 10    |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 環境・エネルギー       | 2007.04.01～          | 7     |    |     |      |     | 7     |
| 生命情報工学研究センター         | ライフサイエンス       | 2007.04.01～          | 24    |    | 19  | 7    |     | 50    |
| 生産計測技術研究センター         | 標準・計測          | 2007.08.01～          | 19    |    |     | 1    | 1   | 21    |
| 小計                   |                |                      | 310   | 1  | 40  | 17   | 9   | 377   |
| 計測標準研究部門             | 標準・計測          | 2001.04.01～          | 24    | 14 | 3   | 6    | 5   | 52    |
| 地圏資源環境研究部門           | 地質             | 2001.04.01～          | 11    | 1  | 1   | 1    | 1   | 15    |
| 知能システム研究部門           | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 20    |    |     | 1    | 2   | 23    |
| エレクトロニクス研究部門         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 48    |    | 5   |      |     | 53    |
| 光技術研究部門              | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 51    |    | 2   | 5    |     | 58    |
| 人間福祉医工学研究部門          | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 52    | 2  | 1   |      | 1   | 56    |
| 脳神経情報研究部門            | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 19    |    |     |      |     | 19    |
| ナノテクノロジー研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 81    | 1  | 18  |      |     | 100   |
| 計算科学研究部門             | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 1     |    |     |      |     | 1     |
| 生物機能工学研究部門           | ライフサイエンス       | 2002.09.01～          | 37    |    | 3   | 6    |     | 46    |
| 計測フロンティア研究部門         | 標準・計測          | 2004.04.01～          | 16    |    |     |      |     | 16    |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 28    |    | 6   |      |     | 34    |
| セルエンジニアリング研究部門       | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 51    | 2  | 1   |      | 2   | 56    |
| ゲノムファクトリー研究部門        | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 38    |    | 2   |      | 3   | 43    |
| 先進製造プロセス研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 32    | 1  | 2   | 2    |     | 37    |
| サステナブルマテリアル研究部門      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 16    |    | 3   |      | 1   | 20    |
| 地質情報研究部門             | 地質             | 2004.05.01～          | 12    |    | 2   |      |     | 14    |
| 環境管理技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 50    | 2  | 3   | 5    | 2   | 62    |
| 環境化学技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 32    |    | 2   | 4    | 2   | 40    |
| エネルギー技術研究部門          | 環境・エネルギー       | 2004.07.01～          | 50    |    | 8   | 2    | 4   | 64    |
| 情報技術研究部門             | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.07.15～          | 26    |    |     |      | 1   | 27    |
| 小計                   |                |                      | 695   | 23 | 62  | 32   | 24  | 836   |
| シグナル分子研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2005.06.01～2008.3.31 | 3     |    |     |      |     | 3     |
| メタンハイドレート研究ラボ        | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 11    |    | 3   |      |     | 14    |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.06.01～          | 3     |    |     |      |     | 3     |
| 器官発生工学研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          | 4     |    |     |      |     | 4     |
| 創薬シーズ探索研究ラボ          | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          | 4     |    |     |      | 1   | 5     |
| バイオセラピューティック研究ラボ     | ライフサイエンス       | 2006.07.01～          |       |    |     |      |     |       |
| 小計                   |                |                      | 25    |    | 3   |      | 1   | 29    |
| フェロー、関連・管理部門等        | その他            |                      | 29    | 1  | 1   |      |     | 31    |
| 計                    |                |                      | 1,059 | 25 | 106 | 49   | 34  | 1,273 |

※国内案件のみ

## 産業技術総合研究所

## 6) 外来研究員

外部機関等の研究者等が産総研において研究を行う際に研究員として受け入れる制度である。

外来研究員ユニット別人数一覧

平成20年3月31日現在

| 研究ユニット               | 分野             | 設立・廃止日時              | 大学  | 法人  | 大企業 | 中小企業 | その他 | 計     |
|----------------------|----------------|----------------------|-----|-----|-----|------|-----|-------|
| 活断層研究センター            | 地質             | 2001.04.01～          | 14  | 5   |     |      | 2   | 21    |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 4   | 1   |     |      |     | 5     |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 |     | 1   |     |      |     | 1     |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 10  |     |     |      | 1   | 11    |
| 生物情報解析研究センター         | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 9   | 1   | 2   | 4    | 1   | 17    |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 9   | 2   |     |      | 3   | 14    |
| 強相関電子技術研究センター        | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 | 1   | 5   |     |      |     | 6     |
| 次世代半導体研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～2008.3.31 | 4   |     | 1   |      |     | 5     |
| 界面ナノアーキテクトニクス研究センター  | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 | 8   |     |     | 1    | 2   | 11    |
| グリッド研究センター           | 情報通信エレクトロニクス   | 2002.01.01～2008.3.31 | 3   | 1   |     |      |     | 4     |
| 年齢軸生命工学研究センター        | ライフサイエンス       | 2002.07.01～          | 4   |     |     |      |     | 4     |
| デジタルヒューマン研究センター      | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 3   |     | 1   |      | 4   | 8     |
| 近接場光応用工学研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 1   |     |     |      | 1   | 2     |
| ダイヤモンド研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2003.04.01～          |     | 1   |     | 1    |     | 2     |
| バイオニクス研究センター         | ライフサイエンス       | 2003.08.01～          | 10  | 1   | 6   | 1    | 1   | 19    |
| 太陽光発電研究センター          | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          |     |     |     | 1    |     | 1     |
| システム検証研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.04.01～          |     | 1   |     |      |     | 1     |
| ナノカーボン研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～2008.3.31 | 1   | 3   | 1   |      | 1   | 6     |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 8   |     | 3   |      | 2   | 13    |
| 健康工学研究センター           | ライフサイエンス       | 2005.04.01～          | 8   |     |     |      | 1   | 9     |
| 情報セキュリティ研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.04.01～          | 4   |     | 3   |      |     | 7     |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 2   |     | 1   | 1    |     | 4     |
| バイオマス研究センター          | 環境・エネルギー       | 2005.09.30～          | 1   | 1   |     | 1    | 2   | 5     |
| デジタルものづくり研究センター      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2006.04.01～          | 6   |     | 1   | 4    | 9   | 20    |
| 水素材料先端科学研究センター       | 環境・エネルギー       | 2006.07.01～          | 40  | 1   | 5   |      | 1   | 47    |
| 糖鎖医工学研究センター          | ライフサイエンス       | 2006.12.01～          | 1   |     |     |      | 1   | 2     |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 環境・エネルギー       | 2007.04.01～          |     |     |     |      | 1   | 1     |
| 生命情報工学研究センター         | ライフサイエンス       | 2007.04.01～          | 6   | 1   |     |      | 1   | 8     |
| 生産計測技術研究センター         | 標準・計測          | 2007.08.01～          | 3   |     | 4   |      | 1   | 8     |
| 小計                   |                |                      | 160 | 25  | 28  | 14   | 35  | 262   |
| 計測標準研究部門             | 標準・計測          | 2001.04.01～          | 9   | 2   |     |      | 9   | 20    |
| 地圏資源環境研究部門           | 地質             | 2001.04.01～          | 29  | 3   | 4   | 1    | 6   | 43    |
| 知能システム研究部門           | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 13  | 2   | 2   | 3    | 5   | 25    |
| エレクトロニクス研究部門         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 9   | 3   | 2   | 1    | 2   | 17    |
| 光技術研究部門              | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 14  | 4   |     | 3    | 6   | 27    |
| 人間福祉医工学研究部門          | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 58  | 8   | 1   |      | 17  | 84    |
| 脳神経情報研究部門            | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 19  |     | 1   | 1    | 1   | 22    |
| ナノテクノロジー研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 42  | 15  | 31  | 25   | 11  | 124   |
| 計算科学研究部門             | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 8   | 1   |     |      | 2   | 11    |
| 生物機能工学研究部門           | ライフサイエンス       | 2002.09.01～          | 9   | 5   |     | 4    | 10  | 28    |
| 計測フロンティア研究部門         | 標準・計測          | 2004.04.01～          | 7   | 3   | 2   |      | 3   | 15    |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 5   | 4   |     |      | 5   | 14    |
| セルエン지니어リング研究部門       | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 17  | 4   | 1   | 1    | 9   | 32    |
| ゲノムファクトリー研究部門        | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 1   |     | 1   | 3    |     | 5     |
| 先進製造プロセス研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 24  | 3   | 1   | 3    | 10  | 41    |
| サステナブルマテリアル研究部門      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 1   | 1   |     |      | 7   | 9     |
| 地質情報研究部門             | 地質             | 2004.05.01～          | 66  | 10  | 2   | 2    | 22  | 102   |
| 環境管理技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 9   | 3   |     | 4    | 4   | 20    |
| 環境化学技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 7   | 2   | 3   | 3    | 6   | 21    |
| エネルギー技術研究部門          | 環境・エネルギー       | 2004.07.01～          | 21  | 8   |     | 2    | 9   | 40    |
| 情報技術研究部門             | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.07.15～          | 9   |     | 1   |      | 5   | 15    |
| 小計                   |                |                      | 377 | 81  | 52  | 56   | 149 | 715   |
| シグナル分子研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2005.06.01～2008.3.31 |     | 2   |     |      |     | 2     |
| メタンハイドレート研究ラボ        | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 8   |     | 1   |      |     | 9     |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.06.01～          |     |     | 2   |      |     | 2     |
| 器官発生工学研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          | 6   |     | 1   |      | 1   | 8     |
| 創薬シーズ探索研究ラボ          | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          |     |     |     |      |     |       |
| バイオセラピューティック研究ラボ     | ライフサイエンス       | 2006.07.01～          |     |     |     |      | 1   | 1     |
| 小計                   |                |                      | 14  | 2   | 4   |      | 2   | 22    |
| フェロー、関連・管理部門等        | その他            |                      | 4   | 4   |     | 7    | 14  | 29    |
| 計                    |                |                      | 555 | 112 | 84  | 77   | 200 | 1,028 |

※国内案件のみ



## 7) 連携大学院

大学と産総研が協定を結び、産総研研究者が大学から連携大学院教官の発令を受け、大学院生を技術研修生として受け入れ、研究指導等を行う。この制度による大学院生には被指導者であると同時に研究協力者としての側面があり、産総研にとっても研究促進を図ることができる。

(参考：大学院設置基準「第13条第2項 大学院は、教育上有益と認めるときは、学生が他の大学院又は研究所等において必要な研究指導を受ける事を認めることができる。(後略)」)

○連携大学院派遣教員ユニット別人数一覧

平成20年3月31日現在

| 研究ユニット               | 分野             | 設立・廃止日時              | 派遣教員数 |     |      |     |
|----------------------|----------------|----------------------|-------|-----|------|-----|
|                      |                |                      | 国公立大学 |     | 私立大学 |     |
|                      |                |                      | 教授    | 准教授 | 教授   | 准教授 |
| 活断層研究センター            | 地質             | 2001.04.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 0     | 0   | 0    | 0   |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 0     | 1   | 0    | 0   |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 1     | 0   | 1    | 0   |
| 生物情報解析研究センター         | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 2     | 3   | 0    | 0   |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 1     | 1   | 0    | 0   |
| 強相関電子技術研究センター        | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 | 1     | 1   | 2    | 0   |
| 次世代半導体研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～2008.3.31 | 1     | 0   | 3    | 1   |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター   | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 | 1     | 0   | 0    | 0   |
| グリッド研究センター           | 情報通信エレクトロニクス   | 2002.01.01～2008.3.31 | 0     | 0   | 0    | 0   |
| 年齢軸生命工学研究センター        | ライフサイエンス       | 2002.07.01～          | 1     | 0   | 0    | 1   |
| デジタルヒューマン研究センター      | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 0     | 1   | 0    | 1   |
| 近接場光応用工学研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 0     | 0   | 3    | 1   |
| ダイヤモンド研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2003.04.01～          | 0     | 0   | 1    | 0   |
| バイオニクス研究センター         | ライフサイエンス       | 2003.08.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| 太陽光発電研究センター          | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 1     | 1   | 1    | 0   |
| システム検証研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.04.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| ナノカーボン研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～2008.3.31 | 0     | 0   | 0    | 0   |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 4     | 1   | 7    | 0   |
| 健康工学研究センター           | ライフサイエンス       | 2005.04.01～          | 3     | 2   | 0    | 0   |
| 情報セキュリティ研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.04.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| バイオマス研究センター          | 環境・エネルギー       | 2005.09.30～          | 0     | 1   | 1    | 0   |
| デジタルものづくり研究センター      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2006.04.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| 水素材料先端科学研究センター       | 環境・エネルギー       | 2006.07.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| 糖鎖医学研究センター           | ライフサイエンス       | 2006.12.01～          | 2     | 1   | 0    | 0   |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 環境・エネルギー       | 2007.04.01～          | 0     | 0   | 1    | 0   |
| 生命情報工学研究センター 1)      | ライフサイエンス       | 2007.04.01～          | 2     | 5   | 4    | 8   |
| 生産計測技術研究センター         | 標準・計測          | 2007.08.01～          | 6     | 2   | 0    | 0   |
| 小計                   |                |                      | 26    | 20  | 24   | 12  |
| 計測標準研究部門             | 標準・計測          | 2001.04.01～          | 1     | 2   | 5    | 1   |
| 地圏資源環境研究部門           | 地質             | 2001.04.01～          | 2     | 2   | 0    | 0   |
| 知能システム研究部門           | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 5     | 1   | 4    | 1   |
| エレクトロニクス研究部門         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 2     | 1   | 8    | 2   |
| 光技術研究部門              | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 2     | 3   | 4    | 0   |
| 人間福祉医学研究部門           | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 1     | 0   | 4    | 1   |
| 脳神経情報研究部門            | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 5     | 4   | 0    | 0   |
| ナノテクノロジー研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 5     | 2   | 3    | 1   |
| 計算科学研究部門             | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 1     | 0   | 0    | 0   |
| 生物機能工学研究部門           | ライフサイエンス       | 2002.09.01～          | 3     | 5   | 2    | 0   |
| 計測フロンティア研究部門         | 標準・計測          | 2004.04.01～          | 2     | 0   | 3    | 0   |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 4     | 1   | 3    | 0   |
| セルエン지니어リング研究部門       | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 8     | 3   | 3    | 0   |
| ゲノムファクトリー研究部門        | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 5     | 2   | 0    | 0   |
| 先進製造プロセス研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 3     | 3   | 13   | 1   |
| サステナブルマテリアル研究部門      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 1     | 2   | 3    | 0   |
| 地質情報研究部門             | 地質             | 2004.05.01～          | 3     | 3   | 1    | 0   |
| 環境管理技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 3     | 1   | 2    | 1   |
| 環境化学技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 2     | 2   | 5    | 1   |
| エネルギー技術研究部門          | 環境・エネルギー       | 2004.07.01～          | 7     | 2   | 7    | 2   |
| 情報技術研究部門             | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.07.15～          | 4     | 4   | 1    | 1   |
| 小計                   |                |                      | 69    | 43  | 71   | 12  |
| シグナル分子研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2005.06.01～2008.3.31 | 0     | 1   | 1    | 0   |
| メタンハイドレート研究ラボ        | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.06.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| 器官発生工学研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| 創薬シース探索研究ラボ          | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| バイオセラピューティック研究ラボ     | ライフサイエンス       | 2006.07.01～          | 0     | 0   | 0    | 0   |
| 小計                   |                |                      | 0     | 1   | 1    | 0   |
| フェロー、関連・管理部門等        | その他            |                      | 14    | 3   | 5    | 0   |
| 計                    |                |                      | 109   | 67  | 101  | 24  |

1) 准教授には講師を含む

## 産業技術総合研究所

○連携大学院派遣教員一覧

平成20年3月31日現在

| 地 域      | 国公立の別 | 大 学 名         | 学 科 名          | 派遣教員数 |     |
|----------|-------|---------------|----------------|-------|-----|
|          |       |               |                | 教 授   | 准教授 |
| 北海道      | 国立    | 北海道大学         | 農学院            | 2     | 1   |
|          |       | 北海道大学         | 理学院            | 2     | 1   |
| 東北       | 国立    | 東北大学          | 環境科学研究科        | 1     | 1   |
|          |       | 東北大学          | 理学研究科          | 3     | 4   |
| 東北       | 国立    | 山形大学          | 理工学研究科         | 5     | 1   |
| 関東       | 国立    | 茨城大学          | 理工学研究科         | 0     | 2   |
| 関東       | 国立    | 東京工業大学        | 総合理工学研究科       | 5     | 0   |
| 関東       | 国立    | 東京農工大学        | 工学府            | 2     | 1   |
| 関東       | 国立    | 東京医科歯科大学      | 疾患生命科学教育部      | 1     | 0   |
|          |       | 東京医科歯科大学      | 生命情報科学教育部      | 1     | 0   |
| 関東       | 公立    | 首都大学東京        | 理工学研究科         | 5     | 4   |
| 関東       | 国立    | 宇都宮大学         | 工学研究科          | 3     | 0   |
| 関東       | 国立    | 群馬大学          | 工学研究科          | 0     | 1   |
| 関東       | 国立    | 筑波大学          | システム情報工学研究科    | 14    | 7   |
|          |       | 筑波大学          | 人間総合科学研究科      | 3     | 2   |
|          |       | 筑波大学          | 数理物質科学研究科      | 8     | 4   |
|          |       | 筑波大学          | 生命環境科学研究科      | 5     | 3   |
| 関東       | 国立    | 千葉大学          |                | 0     | 0   |
| 関東       | 国立    | 横浜国立大学        |                | 0     | 0   |
| 関東       | 国立    | 長岡技術科学大学      | 工学研究科          | 4     | 2   |
| 関東       | 国立    | 静岡大学          |                | 0     | 0   |
| 関東       | 国立    | 電気通信大学        | 電気通信学部         | 0     | 2   |
| 関東       | 国立    | 埼玉大学          | 理工学研究科         | 3     | 0   |
| 関東       | 国立    | 東京大学          | 新領域創成科学研究科     | 1     | 6   |
| 中部       | 国立    | 名古屋工業大学       | 工学研究科          | 2     | 1   |
| 中部       | 国立    | 岐阜大学          | 工学研究科          | 2     | 1   |
|          |       | 岐阜大学          | 連合創薬医療情報研究科    | 1     | 1   |
| 中部       | 国立    | 金沢大学          | 自然科学研究科        | 1     | 1   |
| 中部       | 国立    | 北陸先端科学技術大学院大学 | マテリアルサイエンス研究科  | 1     | 2   |
|          |       | 北陸先端科学技術大学院大学 | 情報科学研究科        | 1     | 0   |
|          |       | 北陸先端科学技術大学院大学 | 知識科学研究科        | 0     | 2   |
| 関西       | 国立    | 福井大学          | 工学研究科          | 1     | 0   |
| 関西       | 国立    | 京都工芸繊維大学      | 工芸科学研究科        | 0     | 1   |
| 関西       | 国立    | 大阪大学          | 理学研究科          | 7     | 1   |
| 関西       | 公立    | 大阪府立大学        | 工学研究科          | 1     | 0   |
| 関西       | 国立    | 奈良先端科学技術大学院大学 | 情報科学研究科        | 1     | 1   |
| 関西       | 国立    | 神戸大学          | 工学研究科          | 4     | 2   |
|          |       | 神戸大学          | 人間発達環境学研究科     | 0     | 2   |
|          |       | 神戸大学          | 理学研究科          | 1     | 0   |
| 関西       | 公立    | 兵庫県立大学        |                | 0     | 0   |
| 中国       | 国立    | 広島大学          | 工学研究科          | 2     | 1   |
|          |       | 広島大学          | 生物圏科学研究科       | 2     | 1   |
| 中国       | 国立    | 山口大学          | 理工学研究科         | 1     | 1   |
| 四国       | 国立    | 徳島大学          | ソシオテクノサイエンス研究部 | 2     | 2   |
| 四国       | 国立    | 香川大学          | 農学研究科          | 2     | 0   |
| 九州       | 国立    | 九州大学          | 総合理工学府         | 2     | 1   |
| 九州       | 国立    | 熊本大学          | 自然科学研究科        | 1     | 0   |
| 九州       | 国立    | 佐賀大学          | 工学系研究科         | 4     | 2   |
| 九州       | 国立    | 鹿児島大学         | 理工学研究科         | 2     | 1   |
| 九州       | 公立    | 北九州市立大学       | 国際環境工学研究科      | 0     | 1   |
| 国公立大学 小計 |       |               |                | 109   | 67  |
| 東北       | 私立    | 東北学院大学        | 工学研究科          | 5     | 0   |
| 関東       | 私立    | 東京理科大学        | 基礎工学研究科        | 2     | 2   |
|          |       | 東京理科大学        | 理学研究科          | 2     | 0   |
|          |       | 東京理科大学        | 理工学研究科         | 21    | 4   |
| 関東       | 私立    | 東京電機大学        | 工学研究科          | 3     | 0   |
| 関東       | 私立    | 芝浦工業大学        | 工学研究科          | 5     | 2   |
| 関東       | 私立    | 日本大学          | 工学研究科          | 4     | 0   |
| 関東       | 私立    | 上智大学          | 理工学研究科         | 5     | 0   |
| 関東       | 私立    | 東邦大学          | 理学研究科          | 3     | 3   |

研究関連・管理業務

| 地 域 | 国公立の別 | 大 学 名    | 学 科 名   | 派遣教員数 |     |
|-----|-------|----------|---------|-------|-----|
|     |       |          |         | 教 授   | 准教授 |
| 関東  | 私立    | 立教大学     | 理学研究科   | 3     | 1   |
| 関東  | 私立    | 千葉工業大学   | 工学研究科   | 2     | 0   |
| 関東  | 私立    | 神奈川工科大学  | 工学研究科   | 11    | 1   |
| 関東  | 私立    | 湘南工科大学   |         | 0     | 0   |
| 関東  | 私立    | 青山学院大学   | 理工学研究科  | 1     | 2   |
| 関東  | 私立    | 早稲田大学 1) | 理工学術院   | 4     | 7   |
| 関東  | 私立    | 武蔵工業大学   | 工学研究科   | 3     | 0   |
| 関東  | 私立    | 明治大学     |         | 0     | 0   |
| 関東  | 私立    | 東海大学     | 開発工学研究科 | 1     | 1   |
| 中部  | 私立    | 大同工業大学   | 工学研究科   | 1     | 0   |
| 中部  | 私立    | 名城大学     | 総合学術研究科 | 1     | 0   |
|     |       | 名城大学     | 理工学研究科  | 1     | 0   |
| 中部  | 私立    | 中部大学     | 工学研究科   | 3     | 0   |
| 中部  | 私立    | 愛知工業大学   | 工学研究科   | 2     | 1   |
| 中部  | 私立    | 金沢工業大学   | 工学研究科   | 10    | 0   |
| 関西  | 私立    | 立命館大学    | 理工学研究科  | 3     | 0   |
| 関西  | 私立    | 同志社大学    | 工学研究科   | 4     | 0   |
| 関西  | 私立    | 大阪電気通信大学 | 工学研究科   | 1     | 0   |
|     |       |          | 私立大学 小計 | 101   | 24  |
|     |       |          | 合計      | 210   | 91  |

1) 准教授には講師を含む



## 8) 技術相談

産業技術総合研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、民間企業、公設試験研究機関等からの技術相談を受ける。

1) 平成19年度「技術相談届け出システム」に入力された件数：4612件 (内 GSJ 933件)

2) 拠点件数

| 拠点名       | 相談件数 |
|-----------|------|
| 北海道センター   | 224  |
| 東北センター    | 125  |
| つくばセンター   | 3470 |
| 東京センター    | 30   |
| 臨海副都心センター | 25   |
| 中部センター    | 290  |
| 関西センター    | 201  |
| 中国センター    | 255  |
| 四国センター    | 67   |
| 九州センター    | 87   |
| 上記の合計     | 4774 |
| 相談件数      | 4612 |

一相談で複数拠点にまたがる案件は、複数カウントされるため正味の相談件数より大きくなっている。

3) 相談者の分類

| 相談者の分類   | 全体件数 | 全体%   | GSJ 以外<br>件数 | GSJ 以外<br>% | GSJ<br>件数 | GSJ<br>% |
|----------|------|-------|--------------|-------------|-----------|----------|
| 大企業      | 1138 | 24.7  | 1051         | 28.6        | 87        | 9.3      |
| 中小企業     | 1863 | 40.4  | 1614         | 43.9        | 249       | 26.7     |
| 教育機関     | 356  | 7.7   | 261          | 7.1         | 95        | 10.2     |
| 公的機関     | 516  | 11.2  | 367          | 10.0        | 149       | 16.0     |
| 出版放送マスコミ | 114  | 2.5   | 40           | 1.1         | 74        | 7.9      |
| 個人       | 410  | 8.9   | 157          | 4.3         | 253       | 27.1     |
| 外国       | 130  | 2.8   | 116          | 3.2         | 14        | 1.5      |
| その他      | 85   | 1.8   | 73           | 2.0         | 12        | 1.3      |
| 合 計      | 4612 | 100.0 | 3679         | 100.0       | 933       | 100.0    |

4) 分野別問い合わせ件数

|            |      |
|------------|------|
| ライフサイエンス   | 312  |
| 通信・情報      | 138  |
| ナノテク・材料・製造 | 1435 |
| 環境・エネルギー   | 1169 |
| 地質・海洋      | 947  |
| 標準・計測      | 394  |
| その他        | 217  |
| 合 計        | 4612 |

## 9) 依頼出張・受託出張

外部機関からの要請により、研究打ち合わせ、調査、講演等のために、職員が出張する制度である。

依頼・受託出張ユニット別人数一覧

平成20年3月31日現在

| 研究ユニット               | 分野             | 設立・廃止日時              | 大学  | 法人  | 大企業 | 中小企業 | その他 | 計   |
|----------------------|----------------|----------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|
| 活断層研究センター            | 地質             | 2001.04.01～          | 23  | 3   | 1   |      | 36  | 63  |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 3   | 1   |     |      | 3   | 7   |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 |     | 3   |     |      |     | 3   |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 |     |     |     |      |     |     |
| 生物情報解析研究センター         | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 9   | 2   |     |      |     | 11  |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 2   |     |     |      |     | 2   |
| 強相関電子技術研究センター        | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 | 2   | 4   |     |      |     | 6   |
| 次世代半導体研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～2008.3.31 | 1   |     |     |      |     | 1   |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター   | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 | 2   |     |     |      |     | 2   |
| グリッド研究センター           | 情報通信エレクトロニクス   | 2002.01.01～2008.3.31 | 4   | 11  |     |      | 1   | 16  |
| 年齢軸生命工学研究センター        | ライフサイエンス       | 2002.07.01～          |     |     | 2   |      |     | 2   |
| デジタルヒューマン研究センター      | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          |     | 1   |     |      | 2   | 3   |
| 近接場光応用工学研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 2   | 2   |     |      |     | 4   |
| ダイヤモンド研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2003.04.01～          |     |     |     |      |     |     |
| バイオニクス研究センター         | ライフサイエンス       | 2003.08.01～          |     | 1   |     |      |     | 1   |
| 太陽光発電研究センター          | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 6   | 1   |     | 1    |     | 8   |
| システム検証研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.04.01～          | 11  | 2   |     |      | 1   | 14  |
| ナノカーボン研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～2008.3.31 | 5   |     |     |      |     | 5   |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 5   | 13  |     |      | 2   | 20  |
| 健康工学研究センター           | ライフサイエンス       | 2005.04.01～          | 2   | 1   |     |      |     | 3   |
| 情報セキュリティ研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.04.01～          | 3   |     |     |      | 3   | 6   |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 1   | 4   |     |      | 1   | 6   |
| バイオマス研究センター          | 環境・エネルギー       | 2005.09.30～          | 3   | 12  |     |      | 5   | 20  |
| デジタルものづくり研究センター      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2006.04.01～          |     | 3   |     |      | 3   | 6   |
| 水素材料先端科学研究センター       | 環境・エネルギー       | 2006.07.01～          |     |     |     |      |     |     |
| 糖鎖医学研究センター           | ライフサイエンス       | 2006.12.01～          | 3   | 2   | 1   |      | 6   | 12  |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 環境・エネルギー       | 2007.04.01～          | 1   | 2   |     |      | 1   | 4   |
| 生命情報工学研究センター         | ライフサイエンス       | 2007.04.01～          | 10  | 10  |     |      | 1   | 21  |
| 生産計測技術研究センター         | 標準・計測          | 2007.08.01～          | 8   | 2   |     | 2    | 3   | 15  |
| 小計                   |                |                      | 106 | 80  | 4   | 3    | 68  | 261 |
| 計測標準研究部門             | 標準・計測          | 2001.04.01～          | 12  | 96  |     | 1    | 4   | 113 |
| 地圏資源環境研究部門           | 地質             | 2001.04.01～          | 7   | 3   |     | 1    |     | 11  |
| 知能システム研究部門           | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 2   | 1   |     | 2    | 4   | 9   |
| エレクトロニクス研究部門         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 11  | 5   |     |      | 1   | 17  |
| 光技術研究部門              | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 9   |     |     |      | 1   | 10  |
| 人間福祉医学研究部門           | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 28  | 2   | 2   |      | 4   | 36  |
| 脳神経情報研究部門            | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 11  | 4   |     |      |     | 15  |
| ナノテクノロジー研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 12  | 7   | 5   |      | 1   | 25  |
| 計算科学研究部門             | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 9   | 22  |     |      |     | 31  |
| 生物機能工学研究部門           | ライフサイエンス       | 2002.09.01～          | 7   | 14  |     |      | 2   | 23  |
| 計測フロンティア研究部門         | 標準・計測          | 2004.04.01～          | 7   | 3   |     |      |     | 10  |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 7   | 8   |     |      |     | 15  |
| セルエンジニアリング研究部門       | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 7   | 1   |     |      | 3   | 11  |
| ゲノムファクトリー研究部門        | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 2   | 4   |     |      | 5   | 11  |
| 先進製造プロセス研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 31  | 5   |     | 1    | 2   | 39  |
| サステナブルマテリアル研究部門      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 2   | 8   | 1   |      |     | 11  |
| 地質情報研究部門             | 地質             | 2004.05.01～          | 44  | 11  | 1   |      | 18  | 74  |
| 環境管理技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 30  | 6   |     |      | 4   | 40  |
| 環境化学技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 1   | 18  |     |      | 5   | 24  |
| エネルギー技術研究部門          | 環境・エネルギー       | 2004.07.01～          | 38  | 26  | 1   |      | 1   | 66  |
| 情報技術研究部門             | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.07.15～          | 3   | 1   |     |      | 4   | 8   |
| 小計                   |                |                      | 280 | 245 | 10  | 5    | 59  | 599 |
| シグナル分子研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2005.06.01～2008.3.31 |     |     |     |      |     |     |
| メタンハイドレート研究ラボ        | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 2   |     |     |      |     | 2   |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.06.01～          | 3   |     |     |      |     | 3   |
| 器官発生工学研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          |     | 1   |     |      |     | 1   |
| 創薬シーズ探索研究ラボ          | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          |     |     |     |      |     |     |
| バイオセラピューティック研究ラボ     | ライフサイエンス       | 2006.07.01～          |     |     |     |      |     |     |
| 小計                   |                |                      | 5   | 1   |     |      |     | 6   |
| フェロー、関連・管理部門等        | その他            |                      | 21  | 29  | 10  | 2    | 47  | 109 |
| 計                    |                |                      | 412 | 355 | 24  | 10   | 174 | 975 |

※国内案件のみ

## 産業技術総合研究所

## 10) 委員の委嘱

産総研の職員が外部の委員等に就任し、必要とされる情報、アドバイス等の提供を行う。

委員の委嘱ユニット別人数一覧

平成20年3月31日現在

| 研究ユニット               | 分野             | 設立・廃止日時              | 件数    |
|----------------------|----------------|----------------------|-------|
| 活断層研究センター            | 地質             | 2001.04.01～          | 63    |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 16    |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 25    |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2001.04.01～2008.3.31 | 8     |
| 生物情報解析研究センター         | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 13    |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | ライフサイエンス       | 2001.04.01～2008.3.31 | 10    |
| 強相関電子技術研究センター        | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 | 2     |
| 次世代半導体研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～2008.3.31 | 12    |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター   | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～2008.3.31 | 11    |
| グリッド研究センター           | 情報通信エレクトロニクス   | 2002.01.01～2008.3.31 | 38    |
| 年齢軸生命工学研究センター        | ライフサイエンス       | 2002.07.01～          | 5     |
| デジタルヒューマン研究センター      | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 19    |
| 近接場光応用工学研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2003.04.01～          | 20    |
| ダイヤモンド研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2003.04.01～          | 11    |
| バイオニクス研究センター         | ライフサイエンス       | 2003.08.01～          | 6     |
| 太陽光発電研究センター          | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 51    |
| システム検証研究センター         | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.04.01～          | 16    |
| ナノカーボン研究センター         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～2008.3.31 | 16    |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 21    |
| 健康工学研究センター           | ライフサイエンス       | 2005.04.01～          | 24    |
| 情報セキュリティ研究センター       | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.04.01～          | 43    |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 5     |
| バイオマス研究センター          | 環境・エネルギー       | 2005.09.30～          | 53    |
| デジタルものづくり研究センター      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2006.04.01～          | 32    |
| 水素材料先端科学研究センター       | 環境・エネルギー       | 2006.07.01～          | 2     |
| 糖鎖医工学研究センター          | ライフサイエンス       | 2006.12.01～          | 8     |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 環境・エネルギー       | 2007.04.01～          | 28    |
| 生命情報工学研究センター         | ライフサイエンス       | 2007.04.01～          | 44    |
| 生産計測技術研究センター         | 標準・計測          | 2007.08.01～          | 19    |
| 小計                   |                |                      | 621   |
| 計測標準研究部門             | 標準・計測          | 2001.04.01～          | 758   |
| 地圏資源環境研究部門           | 地質             | 2001.04.01～          | 166   |
| 知能システム研究部門           | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 124   |
| エレクトロニクス研究部門         | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 62    |
| 光技術研究部門              | 情報通信エレクトロニクス   | 2001.04.01～          | 82    |
| 人間福祉医工学研究部門          | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 156   |
| 脳神経情報研究部門            | ライフサイエンス       | 2001.04.01～          | 24    |
| ナノテクノロジー研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 63    |
| 計算科学研究部門             | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2001.04.01～          | 17    |
| 生物機能工学研究部門           | ライフサイエンス       | 2002.09.01～          | 44    |
| 計測フロンティア研究部門         | 標準・計測          | 2004.04.01～          | 78    |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 環境・エネルギー       | 2004.04.01～          | 84    |
| セルエンジニアリング研究部門       | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 58    |
| ゲノムファクトリー研究部門        | ライフサイエンス       | 2004.04.01～          | 16    |
| 先進製造プロセス研究部門         | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 235   |
| サステナブルマテリアル研究部門      | ナノテクノロジー・材料・製造 | 2004.04.01～          | 98    |
| 地質情報研究部門             | 地質             | 2004.05.01～          | 221   |
| 環境管理技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 189   |
| 環境化学技術研究部門           | 環境・エネルギー       | 2004.05.01～          | 96    |
| エネルギー技術研究部門          | 環境・エネルギー       | 2004.07.01～          | 242   |
| 情報技術研究部門             | 情報通信エレクトロニクス   | 2004.07.15～          | 103   |
| 小計                   |                |                      | 2,916 |
| シグナル分子研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2005.06.01～2008.3.31 | 5     |
| メタンハイドレード研究ラボ        | 環境・エネルギー       | 2005.04.01～          | 10    |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     | 情報通信エレクトロニクス   | 2005.06.01～          | 5     |
| 器官発生工学研究ラボ           | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          |       |
| 創薬シーズ探索研究ラボ          | ライフサイエンス       | 2006.04.01～          |       |
| バイオセラピューティック研究ラボ     | ライフサイエンス       | 2006.07.01～          |       |
| 小計                   |                |                      | 20    |
| アジア・バイオマスエネルギー研究コア   |                |                      |       |
| 爆発安全研究コア             |                |                      | 10    |
| 深部地質環境研究コア           |                |                      | 1     |
| 小計                   |                |                      | 11    |
| 地質調査総合センター           |                |                      | 3     |
| 計量標準総合センター           |                |                      |       |
| 計                    |                |                      | 3     |
| フェロー、関連・管理部門等        | その他            |                      | 769   |
|                      |                |                      | 769   |
| 計                    |                |                      | 4,340 |



## 11) 産業技術連携推進会議

約120の公設試験研究機関（支所を含む）並びに産総研との協力体制を強化し、これらの機関が持つ技術開発力及び技術指導力をできる限り有効に発現させることにより、機関相互の試験研究を効果的に推進して、産業技術の向上を図り、我が国の産業の発展に貢献するために、産業技術連携推進会議を設置し運営している。

平成19年度4月には本会議の組織改正を図り、技術分野を6部会に再編するとともに、新たに地域部会（事務局：地域産学官連携センター）を設置し産業技術関連情報の相互提供、戦略の検討、活動状況及び活動成果の情報発信等を行っている。

また、経済産業局ブロックごとに設置されている地域産業技術連携推進会議とも協力して地域関連施策の連携強化を図っている。

産業技術連携推進会議開催実績

平成20年3月31日現在

| 部会等名称   |                     | 開催回数 |
|---------|---------------------|------|
| 総 会     |                     | 1    |
| 企画調整委員会 |                     | 2    |
| 技術部会    | ライフサイエンス部会          | 5    |
|         | 情報通信・エレクトロニクス部会     | 9    |
|         | ナノテクノロジー・材料部会       | 41   |
|         | 製造プロセス部会            | 13   |
|         | 環境・エネルギー部会          | 6    |
|         | 知的基盤部会              | 15   |
| 地域部会    | 北海道地域部会             | 4    |
|         | 東北地域部会              | 18   |
|         | 関東・甲信越静地域部会         | 8    |
|         | 東海・北陸地域部会           | 6    |
|         | 近畿地域部会              | 7    |
|         | 中国地域部会              | 7    |
|         | 四国地域部会              | 8    |
|         | 九州・沖縄地域部会           | 14   |
| 地域産学連携  | 北海道地域産業技術連携推進会議     | 8    |
|         | 東北地域産業技術連携推進会議      | 5    |
|         | 関東・甲信越静地域産業技術連携推進会議 | 2    |
|         | 東海・北陸地域産業技術連携推進会議   | 2    |
|         | 近畿地域産業技術連携推進会議      | 7    |
|         | 中国地域産業技術連携推進会議      | 5    |
|         | 四国地域産業技術連携推進会議      | 5    |
|         | 九州・沖縄地域産業技術連携推進会議   | 5    |
| 合 計     |                     | 203  |

## 12) 工業標準

## ① JIS/TS 制度の概要

日本工業規格（JIS）は、鉱工業品の品質の改善、生産能率の増進、生産の合理化、取引の単純公正化、使用、消費の合理化を図る等を目的として、鉱工業品の種類、形式、形状、寸法、構造、品質等の要素、また、鉱工業品の生産方法、設計方法、使用方法等の方法、もしくは試験、検査等の方法その他について規定した技術文書として、工業標準化法（昭和24年6月1日法律第185号）に基づく手続きによって制定される。

標準仕様書（TS）は、日本工業標準調査会の審議において、市場適合性が確認できない、又は技術的に開発途上にあるなど、JIS 制定へのコンセンサスが得られなかったが、将来 JIS 制定の可能性があると判断され、公表される標準文書である。

## ② 工業標準化研究制度の概要

産業競争力強化の必要性が高まる中、研究開発成果の普及促進の観点から、研究開発と標準化との連携が重要な課題となっている。このような背景の下、産総研は、平成15年11月、「産総研工業標準化ポリシー」を制定し、所を挙げて工業標準化に取り組むこととしている。

このため、産総研の研究開発成果を工業標準化を通じて普及するために必要な研究及び経済産業省等行政からの要請に対応した工業標準化のために必要な研究を実施している。

工業標準化研究は、日本工業規格（JIS）、国際規格（ISO・IEC）、国際的フォーラム等への提案を直接の目標として掲げるものであり、現在、下記の3つの制度を実施している。

イ 標準基盤研究

産総研の研究開発成果の普及に資するため、社会ニーズ及び行政からの要請を反映しつつ、工業標準（JIS、ISO、IEC、国際的なフォーラム等の規格）の素案を作成することを目的とした研究を行う制度である。

研究実施者は、当該研究テーマについて、工業標準化の前提となる基礎的データ等の関連情報の収集・蓄積・体系化や、試験評価方法の確立の基礎となる評価データの取得・分析等を行いつつ、JIS や ISO、IEC、国際的なフォーラム等への国際提案の素案を作成する。なお、各研究テーマの研究期間は原則として1～3年である。

ロ 基準認証研究開発事業

「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」の4分野及び推進分野である「エネルギー」分野や中小企業比率が高く我が国の優れた技術を有する「ものづくり技術」分野等、我が国産業の国際競争力を強化する技術分野や「安全・安心」等の社会ニーズに対応する分野について、国際標準提案のための研究開発等を実施し、国際標準の獲得を通じて、我が国の国際競争力を一層強化し、持続的発展のできる国づくりに寄与することを目的とした制度（経済産業省競争的資金）。

既に研究開発段階を終了しているものについて、3年以内に我が国の技術を盛り込んだ国際標準原案の提案を目指す。

ハ NEDO 技術開発機構における標準化事業

NEDO 技術開発機構の研究開発から生み出された研究成果をはじめ、我が国がこれまで蓄積してきた技術的知見を「産業競争力の強化」、「経済の持続的発展」及び「エネルギー及び地球環境問題の解決」に向けて、適切に国際標準化に反映させるため実施している制度。①研究開発プロジェクトにおける標準化事業（研究開発プロジェクトと同時並行して標準化を実施する事業であり、事業期間は、原則2～5年。）、②標準化調査研究事業（研究開発プロジェクトが終了後、得られた研究開発の成果に基づき国際標準化等を実施する事業であり、事業期間は、原則1～3年。）

## 国際標準（ISO, IEC）提案実績一覧

平成20年3月31日現在

| No | JIS/IEC 規格番号 | 名 称                                                                                                                                                                                                                           | NP（新業務項目）提案 | 提案者                     | 産総研所属        | 研究名                                     | ISO/IEC TC                                        |
|----|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------|--------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1  | ISO TSXXXXX  | Warning integration<br>(警告の統一)                                                                                                                                                                                                | H19. 5      | 赤松 幹之                   | 人間福祉医工学研究部門  | H17～19 標準基盤(人間特性データ解析)                  | ISO/TC22<br>(自動車)/SC13 人間工学/WG8<br>(車載 TICS の MMI |
| 2  | ISO TS11251  | Technical Specification for the use of Evolved Gas Analysis-Gas Chromatograph Mass Spectrometry (EGA-GCMS) in the Characterization of Single-Walled Carbon Nanotubes (SWCNTs) (単層カーボンナノチューブの特性評価に用いる EGA-GCMS 吸収の使用に関する技術仕様書) | H23. 5. 17  | PL 鈴木 康志<br>(株式会社島津製作所) | ナノカーボン研究センター | H18 ～ 20NEDO 標準化事業(カーボンナノチューブに関する標準化事業) | ISO/TC229(ナノテクノロジー)/JWG2(計測・キャラクタリゼーション)          |
| 3  | ISO TS11751  | Nanotechnologies-Terminology and Definitions for Carbon Nanomaterials<br>(カーボンナノ材料の用語と定義)                                                                                                                                     | H23. 8. 1   | 阿部 修治                   | ナノテクノロジー研究部門 | H19-21 標準基盤研究(ナノ材料の用語・計測手法に関する国際標準化)    | ISO/TC229(ナノテクノロジー)/JWG1                          |

## 国内標準（JIS, TS）提案実績一覧

平成20年3月31日現在

| No | TS・TR/JIS 規格番号 | 名 称                                                                                    | 経済省提出年月日           | 公示／公表年月日           | 提案者  | 産総研所属                    | 研究名                                                     |
|----|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|------|--------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1  | JIS A 0204     | 地質図－記号、色、模様、用語及び凡例表示                                                                   | 事前申出受付済み           | H19. 5. 18<br>(申出) | 鹿野和彦 | 地質情報研究部門                 | H17 標準基盤<br>(ベクトル数値地質図-主題属性コード及び品質要求事項の標準化)             |
| 2  | JIS A 0205     | ベクトル数値地質図－品質要求事項及び主題属性コード                                                              | 事前申出受付済み           | H19. 5. 18<br>(申出) | 鹿野和彦 | 地質情報研究部門                 | H17 標準基盤<br>(ベクトル数値地質図-主題属性コード及び品質要求事項の標準化)             |
| 3  | JIS A 0206     | 地質図－土地地質図に用いる記号、色、模様、用語及び地層・岩体区分の表示とコード群（新名称：地質図－工学地質図に用いる記号、色、模様、用語及び地層・岩体区分の表示とコード群） | 事前申出受付済み           | H19. 5. 18<br>(申出) | 鹿野和彦 | 地質情報研究部門                 |                                                         |
| 4  | JIS C 8921     | 二次基準シリコン結晶系太陽電池モジュール                                                                   | 事前申出受付済み           | H19. 5. 30<br>(申出) | 猪狩真一 | 太陽光発電研究センター              | H16～17 標準基盤<br>(二次基準太陽電池モジュール)                          |
| 5  | JIS C XXXX-1   | オーディオ・ビジュアル機器－デジタル・オーディオ部－音響特性の基本測定法－第1部：一般事項                                          | 事前申出受付済み<br>(nite) | H19. 9. 12<br>(申出) | 倉片憲治 | 人間福祉医工学研究部門              | IEC 61606-1<br>H13-15 標準基盤研究(高周波領域の基準聴覚特性の標準化)          |
| 6  | JIS C XXXX-2   | オーディオ・ビジュアル機器－デジタル・オーディオ部－音響特性の基本測定法－第2部：一般消費者用                                        | 事前申出受付済み<br>(nite) | H19. 9. 12<br>(申出) | 倉片憲治 | 人間福祉医工学研究部門              | IEC 61606-2<br>H13-15 標準基盤研究(高周波領域の基準聴覚特性の標準化)          |
| 7  | JIS C XXXX-4   | オーディオ・ビジュアル機器－デジタル・オーディオ部－音響特性の基本測定法－第4部：パーソナルコンピュータ                                   | 事前申出受付済み<br>(nite) | H19. 9. 12<br>(申出) | 倉片憲治 | 人間福祉医工学研究部門              | TR C0028 IEC 61606-4<br>H13-15 標準基盤研究(高周波領域の基準聴覚特性の標準化) |
| 8  | JIS Z 8909-3   | 集じん用ろ布の試験方法－第3部：耐熱性試験方法                                                                | 事前申出受付済み           | H19. 9. 25<br>(申出) | 遠藤茂寿 | 環境管理技術研究部門<br>粒子計測研究グループ | H15～17 エネ・環（フィルターの耐久性性能試験評価方法）                          |
| 9  | JIS X XXXX     | 廃プラスチック－全臭素量の求め方（新名称：廃プラスチック－全臭素分析試験法）                                                 | 事前申出受付済み           | H19. 11. 9<br>(申出) | 加茂 徹 | 環境管理技術研究部門               | H14～16 標準基盤<br>(難燃剤のリサイクル性)                             |



## (22) 知的財産部門 (Intellectual Property Department)

所在地：つくば中央第2

人 員：31名（12名）

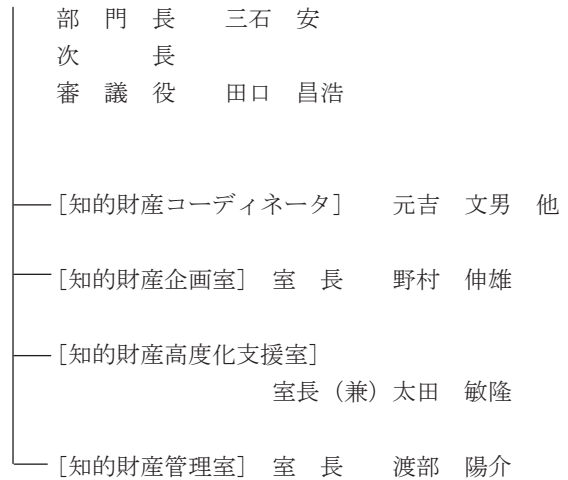
概 要：研究成果が社会に使われることにより、経済及び産業の発展に貢献することは、産総研の大きな使命である。このため、知的財産部門においては、知的財産権の戦略的な創出及び効果的な維持、管理を組織的に行い、産総研の研究成果の最大限の知的財産権化を図ると共に、技術移転フェアやホームページ等で研究所所有の知的財産を紹介し、また、技術移転機関を活用することにより、目に見える技術移転を推進している。

また、職員に対して研修や説明会を開催することにより、知的財産権についての意識の高揚を促しているほか、内部弁理士や技術移転機関と連携し、内外のサービスニーズに対応している。さらには、ベンチャー開発戦略研究センターとの連携により、産総研発ベンチャーへの知的財産に係る支援も行っている。

知的財産部門の組織を下に示す。

機構図（2008/3/31現在）

[知的財産部門]



### 産総研平成19年度特許関連統計

|               |        |        |
|---------------|--------|--------|
| 国内特許          | 出願件数   | 1,171件 |
|               | 登録件数   | 632件   |
| 国外特許          | 出願件数   | 275件   |
|               | 登録件数   | 172件   |
| 実施<br>(国内+国外) | 実施契約件数 | 745件   |
|               | 実施料    | 447百万円 |

## 平成19年度ユニット別出願件数（国内・外国出願）

| 研究ユニット               | 19年度国内出願件数 |    |     | 19年度外国出願件数 |    |    | 19年度外国権利数 |    |    |
|----------------------|------------|----|-----|------------|----|----|-----------|----|----|
|                      | 単          | 共  | 計   | 単          | 共  | 計  | 単         | 共  | 計  |
| 活断層研究センター            | 0          | 0  | 0   | 0          | 0  | 0  | 0         | 0  | 0  |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 0          | 0  | 0   | 0          | 0  | 0  | 0         | 0  | 0  |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 0          | 0  | 0   | 0          | 0  | 0  | 0         | 0  | 0  |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 5          | 5  | 10  | 6          | 0  | 6  | 5         | 0  | 5  |
| 生物情報解析研究センター         | 3          | 3  | 6   | 1          | 0  | 1  | 1         | 0  | 1  |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | 3          | 0  | 3   | 0          | 2  | 2  | 0         | 2  | 2  |
| 強相関電子技術研究センター        | 2          | 0  | 2   | 0          | 1  | 1  | 0         | 1  | 1  |
| 次世代半導体研究センター         | 4          | 3  | 7   | 1          | 3  | 4  | 1         | 3  | 4  |
| 界面ナノアーキテクトニクス研究センター  | 18         | 2  | 20  | 5          | 0  | 5  | 5         | 0  | 5  |
| グリッド研究センター           | 1          | 0  | 1   | 1          | 0  | 1  | 1         | 0  | 1  |
| 年齢軸生命工学研究センター        | 0          | 2  | 2   | 0          | 0  | 0  | 0         | 0  | 0  |
| デジタルヒューマン研究センター      | 5          | 1  | 6   | 0          | 1  | 1  | 0         | 1  | 1  |
| 近接場光応用工学研究センター       | 12         | 5  | 17  | 10         | 1  | 11 | 9         | 1  | 10 |
| ダイヤモンド研究センター         | 15         | 3  | 18  | 4          | 1  | 5  | 4         | 1  | 5  |
| バイオニクス研究センター         | 6          | 48 | 54  | 1          | 17 | 18 | 1         | 16 | 17 |
| 太陽光発電研究センター          | 18         | 9  | 27  | 5          | 3  | 8  | 4         | 3  | 7  |
| システム検証研究センター         | 2          | 0  | 2   | 0          | 0  | 0  | 0         | 0  | 0  |
| ナノカーボン研究センター         | 12         | 2  | 14  | 5          | 0  | 5  | 4         | 0  | 4  |
| 健康工学研究センター           | 7          | 7  | 14  | 1          | 0  | 1  | 1         | 0  | 1  |
| 情報セキュリティ研究センター       | 3          | 2  | 5   | 1          | 0  | 1  | 1         | 0  | 1  |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 2          | 0  | 2   | 1          | 0  | 1  | 1         | 0  | 1  |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 29         | 27 | 56  | 2          | 2  | 4  | 1         | 2  | 3  |
| バイオマス研究センター          | 18         | 15 | 33  | 1          | 2  | 3  | 1         | 2  | 3  |
| デジタルものづくり研究センター      | 3          | 0  | 3   | 0          | 0  | 0  | 0         | 0  | 0  |
| 水素材料先端科学研究センター       | 3          | 2  | 5   | 1          | 0  | 1  | 1         | 0  | 1  |
| 糖鎖医工学研究センター          | 3          | 8  | 11  | 2          | 5  | 7  | 2         | 5  | 7  |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 4          | 0  | 4   | 1          | 0  | 1  | 1         | 0  | 1  |
| 生命情報工学研究センター         | 5          | 3  | 8   | 0          | 1  | 1  | 0         | 1  | 1  |
| 生産計測技術研究センター         | 14         | 7  | 21  | 1          | 0  | 1  | 0         | 0  | 0  |
| 計測標準研究部門             | 25         | 12 | 37  | 3          | 0  | 3  | 3         | 0  | 3  |
| 地圏資源環境研究部門           | 7          | 1  | 8   | 0          | 0  | 0  | 0         | 0  | 0  |
| 知能システム研究部門           | 14         | 8  | 22  | 2          | 2  | 4  | 2         | 2  | 4  |
| エレクトロニクス研究部門         | 27         | 41 | 68  | 15         | 8  | 23 | 15        | 6  | 21 |
| 光技術研究部門              | 15         | 20 | 35  | 5          | 3  | 8  | 5         | 3  | 8  |
| 人間福祉医工学研究部門          | 10         | 5  | 15  | 1          | 0  | 1  | 1         | 0  | 1  |
| 脳神経情報研究部門            | 3          | 3  | 6   | 0          | 0  | 0  | 0         | 0  | 0  |
| ナノテクノロジー研究部門         | 59         | 18 | 77  | 13         | 4  | 17 | 13        | 3  | 16 |
| 計算科学研究部門             | 0          | 2  | 2   | 0          | 0  | 0  | 0         | 0  | 0  |
| 生物機能工学研究部門           | 39         | 2  | 41  | 2          | 0  | 2  | 2         | 0  | 2  |
| 計測フロンティア研究部門         | 14         | 9  | 23  | 0          | 5  | 5  | 0         | 3  | 3  |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 16         | 19 | 35  | 4          | 5  | 9  | 3         | 4  | 7  |
| セルエンジニアリング研究部門       | 27         | 8  | 35  | 1          | 0  | 1  | 1         | 0  | 1  |
| ゲノムファクトリー研究部門        | 4          | 8  | 12  | 1          | 4  | 5  | 1         | 4  | 5  |
| 先進製造プロセス研究部門         | 73         | 36 | 109 | 22         | 20 | 42 | 19        | 14 | 33 |
| サステナブルマテリアル研究部門      | 25         | 16 | 41  | 7          | 4  | 11 | 6         | 3  | 9  |
| 地質情報研究部門             | 0          | 0  | 0   | 0          | 0  | 0  | 0         | 0  | 0  |
| 環境管理技術研究部門           | 17         | 16 | 33  | 7          | 3  | 10 | 6         | 2  | 8  |
| 環境化学技術研究部門           | 48         | 33 | 81  | 6          | 6  | 12 | 6         | 5  | 11 |
| エネルギー技術研究部門          | 56         | 16 | 72  | 1          | 1  | 2  | 1         | 1  | 2  |
| 情報技術研究部門             | 23         | 15 | 38  | 13         | 7  | 20 | 11        | 4  | 15 |
| 実環境計測・診断研究ラボ         | 3          | 1  | 4   | 2          | 1  | 3  | 2         | 1  | 3  |
| メタンハイドレート研究ラボ        | 2          | 1  | 3   | 0          | 1  | 1  | 0         | 1  | 1  |
| シグナル分子研究ラボ           | 6          | 0  | 6   | 2          | 1  | 3  | 2         | 1  | 3  |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     | 0          | 1  | 1   | 1          | 0  | 1  | 1         | 0  | 1  |

| 研究ユニット           | 19年度国内出願件数 |     |      | 19年度外国出願件数 |     |     | 19年度外国権利数 |    |     |
|------------------|------------|-----|------|------------|-----|-----|-----------|----|-----|
|                  | 単          | 共   | 計    | 単          | 共   | 計   | 単         | 共  | 計   |
| 器官発生工学研究ラボ       | 1          | 0   | 1    | 0          | 0   | 0   | 0         | 0  | 0   |
| 創薬シーズ探索研究ラボ      | 0          | 0   | 0    | 0          | 0   | 0   | 0         | 0  | 0   |
| バイオセラピューティック研究ラボ | 1          | 0   | 1    | 0          | 0   | 0   | 0         | 0  | 0   |
| 理事               | 1          | 0   | 1    | 0          | 0   | 0   | 0         | 0  | 0   |
| フェロー             | 2          | 2   | 4    | 3          | 0   | 3   | 3         | 0  | 3   |
| 産学官連携推進部門        | 5          | 1   | 6    | 0          | 0   | 0   | 0         | 0  | 0   |
| ベンチャー開発戦略研究センター  | 0          | 1   | 1    | 0          | 0   | 0   | 0         | 0  | 0   |
| 特許生物寄託センター       | 1          | 0   | 1    | 0          | 0   | 0   | 0         | 0  | 0   |
| *元 生命工学工業技術研究所   | 1          | 0   | 1    | 0          | 0   | 0   | 0         | 0  | 0   |
| 合 計              | 722        | 449 | 1171 | 161        | 114 | 275 | 147       | 95 | 242 |

\*分割出願案件（発明者退職）

## (23) 国際部門 (International Affairs Department)

所在地：つくば中央第2

人 員：19名（7名）

概 要：国際部門は産総研第2期中期計画中の「国際競争力強化のための国際連携の推進」を図るため、関連部署と連携して、以下の4つのミッションを中心に業務を遂行している。

- ・世界の有力研究機関との相互補完的な連携による研究ポテンシャルの向上
- ・国際競争力ある人材の養成及び優秀な外国人材の招へいによる国際的な人材交流の促進
- ・国際機関、国際会議での活動強化と人的ネットワーク構築による研究成果発信能力と科学技術情報の収集・分析能力の強化
- ・安全保障輸出管理コンプライアンスプログラムの的確な実施

機構図（2008/3/31現在）

〔国際部門〕

部 門 長 宇都 浩三  
次 長 清水 隆  
審 議 役 八木 康之  
国際コーディネータ 宮崎 芳徳  
部門総括 並木 壯壽  
総括主幹 山田 理、橋本 佳三 他1名

――〔国際関係室〕

室長 切田 篤 他3名（内1名兼務）

――〔国際交流推進室〕

室長 河合 健二 他4名（内1名兼務）

――〔研究セキュリティ管理部〕

部長(兼) 宇都 浩三 他4名（内1名兼務）

審議役

（Councillor for International Affairs Department）、  
国際コーディネータ（International Coordinator）、  
部門総括

（Assistant Director, International Affairs Department）、  
総括主幹（Assistant Director）

概 要：産総研の国際連携を推進するために、海外の主要研究機関を中心に、既存研究協力案件の更なる発展、新たな研究協力分野の開拓につながる各種の調整業務を実施している。具体的な活動は以下のとおり。

- 1）海外の主要研究機関との連携を推進するための海外機関、省庁、国内他機関及び産総研内の調整及び研究支援。
- 2）政策要請に基づき、非食物系バイオマス資源の燃料エネルギーとしての利活用を目指すバイオマス・アジアの推進。
- 3）産総研のプレゼンスを高めるための戦略的な情報発信、連携を強化すべき海外研究機関情報の収集、海外からのVIP等の来訪者の受け入れによる、各国の研究機関等とのネットワーク強化。
- 4）外部機関等が提供する研究資金への応募の取りまとめ等を始め、国際連携プロジェクトに係る資金確保。

国際関係室（International Relations Office）

概 要：海外の研究機関等と産総研の間で連携及び研究協力を推進するための包括的研究協力覚書の締結及び、海外研究機関と研究ユニットが実施する共同研究・受託研究等の研究契約等の締結を、知的財産部門、産学官連携推進部門等と連携して実施している。また、研究ユニット等が海外機関と個別的研究課題について研究協力を推進するための個別研究協力覚書の締結に関する支援を行っている。

国際交流推進室（International Cooperation Office）

概 要：産総研の国際的な人材交流や人材育成・ネットワーク化を推進するための各種の業務を行い、産総研の



国際的な研究活動の支援を行っている。具体的な業務は以下のとおり。

- 1) 産総研フェローシップ（派遣・招へい）制度の運営等、国際的人材育成・ネットワーク化の推進。
- 2) 産総研研究者の海外派遣及び海外研究者の招へいに関する諸手続きによる国際研究交流活動の支援。
- 3) 外部の派遣・招へい制度への応募に関する諸手続きによる国際研究交流活動の支援。
- 4) 外国人研究者の生活支援業務実施及び研究活動支援のための活動拠点室である産総研インターナショナルセンター（AIST International Center (AIC)）の運営。
- 5) 国際研究活動の支援の一環としての海外危機管理業務の実施。
- 6) 技術移転業務として、国際協力機構等からの研修生の受け入れや海外への技術協力に係る業務の実施。

#### 研究セキュリティ管理部

（Research Security Control Division）

概 要：産総研安全保障輸出管理規程・要領に基づき、産総研の輸出管理業務の統括及び周知徹底を行い、具体的案件の審査、指導、教育、監査等の業務を推進している。

また、外部から産総研内に研究員等を受け入れる際に必要となる、外部人材の事前登録業務も担当している。

---

## 1) 海外出張

職員の海外出張は、「独立行政法人産業技術総合研究所旅費規程」（13規程第42号）に基づき、独立行政法人産業技術総合研究所における試験研究等の推進を目的として自ら行う出張と「独立行政法人産業技術総合研究所依頼出張規程」（19規程第13号）により外部機関から依頼を受けて行う出張に大別される。平成19年度は、出張者総数は、4,239名、実出張者数は、3,825名。分類のカテゴリーは、以下のとおり。

産総研予算による出張…運営費交付金等を原資とし産総研自らが行う出張

依頼出張…公益法人等からの依頼による出張

受託出張…民間企業からの依頼による出張

外部制度による出張…JSPS等の外部制度に応募により採択された出張

海外からの招へい…海外の大学、研究機関等からの依頼により招へいされる出張

文科省科研費による出張…文部科学省科学研究費補助金により行う出張

表1 平成19年度外国出張者数（国別）

| 人数（人）<br>国・地域名   | 計     | 1. 産総研予算<br>による出張 | 2. 依頼出張 | 3. 受託出張 | 4. 外部制度に<br>よる出張 | 5. 海外からの<br>招へい | 6. 文科省科研<br>費による出張 |
|------------------|-------|-------------------|---------|---------|------------------|-----------------|--------------------|
| <b>アジア・大洋州地域</b> |       |                   |         |         |                  |                 |                    |
| インド              | 64    | 55                | 7       |         |                  |                 | 2                  |
| インドネシア           | 23    | 15                | 8       |         |                  |                 |                    |
| シンガポール           | 81    | 68                | 3       |         |                  | 5               | 5                  |
| タイ               | 196   | 152               | 34      |         |                  | 5               | 5                  |
| パキスタン            | 1     |                   | 1       |         |                  |                 |                    |
| バングラデシュ          | 3     | 3                 |         |         |                  |                 |                    |
| フィリピン            | 19    | 16                | 2       |         |                  | 1               |                    |
| ベトナム             | 54    | 49                | 1       |         |                  |                 | 4                  |
| マレーシア            | 78    | 68                | 5       | 2       |                  | 1               | 2                  |
| ミャンマー            | 4     | 4                 |         |         |                  |                 |                    |
| モンゴル             | 7     | 6                 |         |         |                  |                 | 1                  |
| ラオス              | 5     | 3                 | 2       |         |                  |                 |                    |
| 韓国               | 340   | 286               | 14      |         |                  | 19              | 21                 |
| 中国               | 452   | 353               | 27      |         | 1                | 25              | 46                 |
| 日本(海外在住)         | 24    | 20                |         |         |                  |                 | 4                  |
| オーストラリア          | 123   | 101               | 3       |         | 3                | 7               | 9                  |
| ニュージーランド         | 9     | 7                 | 2       |         |                  |                 |                    |
| ソロモン諸島           | 1     | 1                 |         |         |                  |                 |                    |
| バヌアツ             | 1     |                   | 1       |         |                  |                 |                    |
| <b>米州地域</b>      |       |                   |         |         |                  |                 |                    |
| 米国               | 1,066 | 910               | 49      |         | 3                | 5               | 99                 |
| アルゼンチン           | 4     | 3                 | 1       |         |                  |                 |                    |
| エクアドル            | 1     | 1                 |         |         |                  |                 |                    |
| カナダ              | 127   | 113               | 3       |         | 1                | 2               | 8                  |
| チリ               | 3     | 2                 |         |         |                  |                 | 1                  |
| ブラジル             | 11    | 11                |         |         |                  |                 |                    |
| ペルー              | 1     |                   | 1       |         |                  |                 |                    |
| ボリビア             | 3     | 3                 |         |         |                  |                 |                    |
| メキシコ             | 20    | 20                |         |         |                  |                 |                    |
| <b>ヨーロッパ地域</b>   |       |                   |         |         |                  |                 |                    |
| アイスランド           | 3     | 2                 | 1       |         |                  |                 |                    |
| アイルランド           | 9     | 7                 | 1       |         |                  |                 | 1                  |
| イタリア             | 116   | 91                | 7       |         |                  |                 | 18                 |
| ウクライナ            | 4     | 3                 |         |         |                  | 1               |                    |
| 英国               | 137   | 107               | 9       |         | 4                | 5               | 12                 |
| エストニア            | 1     | 1                 |         |         |                  |                 |                    |
| オーストリア           | 58    | 41                | 1       | 1       | 2                |                 | 13                 |
| オランダ             | 52    | 43                | 2       |         |                  | 1               | 6                  |
| ギリシャ             | 26    | 19                |         |         |                  |                 | 7                  |

| 人数（人）<br>国・地域名 | 計     | 1. 産総研予算<br>による出張 | 2. 依頼出張 | 3. 受託出張 | 4. 外部制度に<br>よる出張 | 5. 海外からの<br>招へい | 6. 文科省科研<br>費による出張 |
|----------------|-------|-------------------|---------|---------|------------------|-----------------|--------------------|
| クロアチア          | 4     | 2                 | 1       |         |                  | 1               |                    |
| スイス            | 69    | 56                | 10      |         | 1                |                 | 2                  |
| スウェーデン         | 65    | 52                | 3       |         | 3                | 1               | 6                  |
| スペイン           | 61    | 48                | 5       |         |                  | 1               | 7                  |
| スロバキア          | 6     | 6                 |         |         |                  |                 |                    |
| スロベニア          | 4     | 4                 |         |         |                  |                 |                    |
| チェコ            | 23    | 20                | 2       |         |                  |                 | 1                  |
| デンマーク          | 36    | 30                | 2       |         |                  | 2               | 2                  |
| ドイツ            | 304   | 260               | 20      | 2       | 1                | 5               | 16                 |
| ノルウェー          | 20    | 16                | 1       |         |                  | 2               | 1                  |
| ハンガリー          | 13    | 13                |         |         |                  |                 |                    |
| フィンランド         | 26    | 24                | 2       |         |                  |                 |                    |
| フランス           | 268   | 218               | 22      |         |                  | 6               | 22                 |
| ベラルーシ          | 2     | 2                 |         |         |                  |                 |                    |
| ベルギー           | 52    | 44                | 3       |         |                  |                 | 5                  |
| ポーランド          | 29    | 26                |         |         |                  |                 | 3                  |
| ポルトガル          | 38    | 37                | 1       |         |                  |                 |                    |
| ルーマニア          | 5     | 5                 |         |         |                  |                 |                    |
| ロシア            | 35    | 20                | 11      |         |                  |                 | 4                  |
| <b>その他の地域</b>  |       |                   |         |         |                  |                 |                    |
| アラブ首長国連邦       | 4     | 1                 |         |         |                  | 1               | 2                  |
| イスラエル          | 2     |                   |         |         |                  |                 | 2                  |
| イラン            | 1     | 1                 |         |         |                  |                 |                    |
| エジプト           | 3     |                   | 3       |         |                  |                 |                    |
| クウェート          | 1     |                   | 1       |         |                  |                 |                    |
| ケニア            | 1     |                   | 1       |         |                  |                 |                    |
| サウジアラビア        | 1     |                   | 1       |         |                  |                 |                    |
| ザンビア           | 1     |                   | 1       |         |                  |                 |                    |
| タンザニア          | 4     | 4                 |         |         |                  |                 |                    |
| トルコ            | 9     | 8                 |         |         |                  |                 | 1                  |
| マダガスカル         | 1     |                   | 1       |         |                  |                 |                    |
| 南アフリカ          | 23    | 20                | 1       |         |                  | 2               |                    |
| モーリシャス         | 1     | 1                 |         |         |                  |                 |                    |
| 合 計            | 4,239 | 3,502             | 277     | 5       | 19               | 98              | 338                |

1つの出張で数カ国またがる場合には、それぞれの国にカウントしております。



表2 平成19年度外国出張者数（組織別）

| 組織別                      | 人数（人） | 計     | 1. 産総研<br>予算による<br>出張 | 2. 依頼出<br>張 | 3. 受託出<br>張 | 4. 外部制<br>度による<br>出張 | 5. 海外か<br>らの招へ<br>い | 6. 文科省<br>科研費に<br>よる出張 |
|--------------------------|-------|-------|-----------------------|-------------|-------------|----------------------|---------------------|------------------------|
| 理事長、理事、フェロー、研究コーディネータ、顧問 |       | 68    | 61                    | 6           |             |                      |                     | 1                      |
| 理事長直属部門                  |       | 51    | 49                    | 2           |             |                      |                     |                        |
| 研究ユニット                   |       | 3,424 | 2,799                 | 229         | 3           | 16                   | 78                  | 299                    |
| 研究センター                   |       | 972   | 814                   | 60          | 1           |                      | 24                  | 73                     |
| 研究部門                     |       | 2,409 | 1,952                 | 167         | 2           | 16                   | 54                  | 218                    |
| 研究ラボ                     |       | 43    | 33                    | 2           |             |                      |                     | 8                      |
| 特記センター                   |       | 106   | 80                    | 7           |             | 1                    | 10                  | 8                      |
| 研究関連・管理部門                |       | 110   | 102                   | 7           |             |                      |                     | 1                      |
| 地域センター                   |       | 6     | 3                     | 3           |             |                      |                     |                        |
| その他                      |       | 60    | 50                    |             | 2           |                      |                     | 8                      |
| 合 計                      |       | 3,825 | 3,144                 | 254         | 5           | 17                   | 88                  | 317                    |

表3 出張目的別出張者数（複数申告）

| 人数（人）<br>目的 | 計     | 1. 産総研予算<br>による出張 | 2. 依頼出張 | 3. 受託出張 | 4. 外部制度に<br>よる出張 | 5. 海外からの<br>招へい | 6. 文科省科研<br>費による出張 |
|-------------|-------|-------------------|---------|---------|------------------|-----------------|--------------------|
| 国際会議・学会等    | 2,867 | 2,399             | 152     | 3       | 8                | 52              | 253                |
| 動向調査        | 314   | 255               | 34      |         | 1                | 2               | 22                 |
| 実地調査        | 127   | 98                | 19      |         | 1                |                 | 9                  |
| 在外研究        | 30    | 23                | 1       |         | 2                |                 | 4                  |
| 共同研究        | 265   | 213               | 12      |         | 4                | 13              | 23                 |
| 技術協力        | 71    | 28                | 22      |         |                  | 21              |                    |
| 交渉折衝        | 25    | 19                | 3       | 1       |                  |                 | 2                  |
| 在外研修        | 6     | 4                 | 1       |         |                  |                 | 1                  |
| その他         | 120   | 105               | 10      | 1       | 1                |                 | 3                  |
| 合 計         | 3,825 | 3,144             | 254     | 5       | 17               | 88              | 317                |

## 【各区分の定義】

国際会議・学会等：国際会議や学会への参加

動向調査：海外の大学・研究所・企業等を訪問し、動向を調査

実地調査：地質調査等の野外における調査

在外研究：海外の大学・研究所等における研究

共同研究：海外の大学・研究所等との共同研究の実施

技術協力：JICA 専門家等として、海外機関における技術協力

交渉折衝：海外の大学・研究所等における交渉、折衝

在外研修：海外の大学・研究所等における研修

そ の 他：上記に属しないもの

## 2) 外国人研究者受入

産業技術総合研究所における試験研究等の推進を目的として、「独立行政法人産業技術総合研究所外来研究員規程」(16規程第4号)に基づき、海外の研究機関、大学等からの研究者の受入れを実施している。平成19年度は、242名を受け入れた。主な区分けは、表4の注のとおり。

表4 平成19年度外国人研究者受入実績(制度別)

| 受入制度                         | 受入人数 |
|------------------------------|------|
| 外国人客員研究員<br>(内 JSPSフェロー 38人) | 228  |
| 共同研究派遣                       | 0    |
| その他                          | 14   |
| 合 計                          | 242  |

※ 新規受入分、滞在6日以上

## 【各区分の定義】

- 客員研究員：産総研以外の者であって、自己の知見、経験等を活かし研究の推進に協力するために行う研究、調査、指導、助言等を行う者で原則として5年以上研究に従事した者(外来研究員)のうち、高度な専門的知識を有する者であって、①公的研究機関の研究者で主任研究員以上の者、②高等教育機関の助教授以上の者、③その他の研究者で15年以上研究に従事し、①、②と同程度の能力を有する者、④外国機関の研究者で①、②、③に該当する者、⑤理事長が特に認めた者のいずれかに該当する者
- JSPS フェロー：JSPS フェローシップにより来日している外国人客員研究員
- 共同研究派遣：海外からの共同研究員
- その他：上記以外の客員研究員

表5 平成19年度外国人研究者受入実績(国籍別)

| 国・地域             | 受入人数 |
|------------------|------|
| <b>アジア・大洋州地域</b> |      |
| インド              | 15   |
| インドネシア           | 4    |
| ベトナム             | 8    |
| オーストラリア          | 6    |
| 韓国               | 25   |
| タイ               | 13   |
| 台湾               | 3    |
| 中国               | 69   |
| バングラデシュ          | 3    |
| フィリピン            | 1    |
| 香港               | 2    |
| マレーシア            | 2    |
| ラオス              | 1    |
| <b>米州地域</b>      |      |
| カナダ              | 5    |
| コロンビア            | 2    |
| ブラジル             | 1    |
| 米国               | 13   |
| ペルー              | 1    |
| メキシコ             | 1    |
| <b>ヨーロッパ地域</b>   |      |
| ウクライナ            | 1    |
| 英国               | 7    |
| オランダ             | 1    |
| スイス              | 2    |
| スウェーデン           | 2    |
| スロヴァキア           | 3    |
| チェコ              | 1    |

| 国・地域          | 受入人数 |
|---------------|------|
| デンマーク         | 1    |
| ドイツ           | 8    |
| ノルウェー         | 2    |
| ハンガリー         | 1    |
| フィンランド        | 2    |
| フランス          | 25   |
| ポーランド         | 3    |
| ルーマニア         | 1    |
| ロシア           | 2    |
| ポルトガル         | 1    |
| <b>その他の地域</b> |      |
| イスラエル         | 1    |
| エジプト          | 2    |
| トルコ           | 1    |
| 合 計           | 242  |

表6 平成19年度外国人研究者受入実績（ユニット別）

| ユニット別                | 人数（人） | 計  | 1. 外国人客員研究員 | 2. その他 |
|----------------------|-------|----|-------------|--------|
| 活断層研究センター            | 10    | 10 |             |        |
| 化学物質リスク管理研究センター      |       |    |             |        |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 4     | 4  |             |        |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 3     | 1  | 2           |        |
| 生物情報解析研究センター         | 1     | 1  |             |        |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  |       |    |             |        |
| 強相関電子技術研究センター        | 2     | 2  |             |        |
| 次世代半導体研究センター         | 1     | 1  |             |        |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター   | 8     | 8  |             |        |
| グリッド研究センター           | 5     | 3  | 2           |        |
| 年齢軸生命工学研究センター        |       |    |             |        |
| デジタルヒューマン研究センター      | 1     | 1  |             |        |
| 近接場光応用工学研究センター       |       |    |             |        |
| ダイヤモンド研究センター         | 2     | 2  |             |        |
| バイオニクス研究センター         |       |    |             |        |
| 太陽光発電研究センター          | 2     | 2  |             |        |
| システム検証研究センター         |       |    |             |        |
| ナノカーボン研究センター         | 3     | 3  |             |        |
| 健康工学研究センター           |       |    |             |        |
| 情報セキュリティ研究センター       | 10    | 10 |             |        |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター |       |    |             |        |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 5     | 5  |             |        |
| バイオマス研究センター          | 1     | 1  |             |        |
| デジタルものづくり研究センター      | 2     | 1  | 1           |        |
| 水素材料先端科学研究センター       | 2     | 2  |             |        |
| 糖鎖医工学研究センター          | 1     | 1  |             |        |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 3     | 3  |             |        |
| 生命情報工学研究センター         |       |    |             |        |
| 生産計測技術研究センター         |       |    |             |        |
| 計測標準研究部門             | 9     | 8  | 1           |        |
| 地圏資源環境研究部門           | 2     | 2  |             |        |
| 知能システム研究部門           | 15    | 13 | 2           |        |
| エレクトロニクス研究部門         | 4     | 4  |             |        |
| 光技術研究部門              | 4     | 4  |             |        |
| 人間福祉医工学研究部門          | 7     | 7  |             |        |



研究関連・管理業務

| 人数（人）            | 計   | 1. 外国人客員研究員 | 2. その他 |
|------------------|-----|-------------|--------|
| ユニット別            |     |             |        |
| 脳神経情報研究部門        | 1   | 1           |        |
| ナノテクノロジー研究部門     | 13  | 12          | 1      |
| 計算科学研究部門         | 7   | 7           |        |
| 生物機能工学研究部門       | 1   | 1           |        |
| 計測フロンティア研究部門     | 4   | 4           |        |
| ユビキタスエネルギー研究部門   | 2   | 2           |        |
| セルエンジニアリング研究部門   | 11  | 11          |        |
| ゲノムファクトリー研究部門    |     |             |        |
| 先進製造プロセス研究部門     | 14  | 13          | 1      |
| サステナブルマテリアル研究部門  | 2   | 2           |        |
| 地質情報研究部門         | 25  | 24          | 1      |
| 環境管理技術研究部門       | 23  | 22          | 1      |
| 環境化学技術研究部門       | 10  | 9           | 1      |
| エネルギー技術研究部門      | 13  | 12          | 1      |
| 情報技術研究部門         | 2   | 2           |        |
| 実環境計測・診断研究ラボ     |     |             |        |
| メタンハイドレート研究ラボ    | 2   | 2           |        |
| シグナル分子研究ラボ       |     |             |        |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ | 1   | 1           |        |
| 器官発生工学研究ラボ       |     |             |        |
| 創薬シーズ探索研究ラボ      |     |             |        |
| バイオセラピューティック研究ラボ |     |             |        |
| その他              | 4   | 4           |        |
| 合 計              | 242 | 228         | 14     |

## 3) 技術研修

「独立行政法人産業技術総合研究所技術研修規程」(13規程第23号)に則り、外国の企業及び大学等から派遣された者に対して研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、産業科学技術の発展及び継承を図るために技術研修を実施している。

また、(独)国際協力機構(JICA)や(独)日本学術振興会(JSPS)、(社)科学技術国際交流センター(JISTEC)からの依頼により、JICA 集団研修、個別研修、JSPS サマープログラム研修、ウインターインスティテュート研修を実施している。

平成19年度は、6日以上滞在の技術研修員受入数は119名、5日以下13名の総数132名を受け入れた。

(平成18年度から継続滞在[6日以上滞在33名]を含むと、165名となる。)

表7 平成19年度 外国人技術研修受入実績(制度別)

| 制 度                       | 6日以上 | 5日以下 | 計   |
|---------------------------|------|------|-----|
| 技術研修(JICA/サマー/ウインター 研修以外) | 79   | 12   | 91  |
| サマープログラム研修                | 8    | 0    | 8   |
| ウインターインスティテュート研修          | 7    | 0    | 7   |
| JICA 個別研修                 | 2    | 1    | 3   |
| JICA 集団研修/国別特設            | 23   | 0    | 23  |
| 「バイオマス有効利用技術」             | (6)  | (0)  | (6) |
| 「アジア太平洋法定計量システム」          | (7)  | (0)  | (7) |
| 「環境調和技術」                  | (6)  | (0)  | (6) |
| 「産業・社会的基盤技術」              | (4)  | (0)  | (4) |
| 小 計                       | 119  | 13   | 132 |

## 平成18年度からの継続

|                         |     |    |     |
|-------------------------|-----|----|-----|
| JICA 集団研修 「バイオマス有効利用技術」 | 6   | 0  | 6   |
| JICA 集団研修 「環境調和技術」      | 3   | 0  | 3   |
| JICA 集団研修 「産業標準・評価技術」   | 4   | 0  | 4   |
| JICA 個別研修               | 0   | 0  | 0   |
| 技術研修                    | 20  | 0  | 20  |
| 小 計                     | 33  | 0  | 33  |
| 合 計                     | 152 | 13 | 165 |

表8 平成19年度 外国人技術研修受入実績(ユニット別) (6日以上滞在)

| 人数(人)               | 計 | JICA | ウインター<br>インスティテュート | サマープログラム | 技術研修 |
|---------------------|---|------|--------------------|----------|------|
| ユニット別               |   |      |                    |          |      |
| 活断層研究センター           |   |      |                    |          |      |
| 化学物質リスク管理研究センター     |   |      |                    |          |      |
| ライフサイクルアセスメント研究センター | 3 |      | 1                  | 2        |      |
| パワーエレクトロニクス研究センター   |   |      |                    |          |      |
| 生物情報解析研究センター        |   |      |                    |          |      |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター | 1 |      |                    |          | 1    |
| 強相関電子技術研究センター       |   |      |                    |          |      |
| 次世代半導体研究センター        |   |      |                    |          |      |
| 界面ナノアーキテクニクス研究センター  |   |      |                    |          |      |
| グリッド研究センター          |   |      |                    |          |      |
| 年齢軸生命工学研究センター       |   |      |                    |          |      |
| デジタルヒューマン研究センター     | 2 |      |                    | 2        |      |
| 近接場光応用工学研究センター      |   |      |                    |          |      |
| ダイヤモンド研究センター        |   |      |                    |          |      |
| バイオニクス研究センター        |   |      |                    |          |      |
| 太陽光発電研究センター         | 1 |      |                    |          | 1    |
| システム検証研究センター        |   |      |                    |          |      |

## 研究関連・管理業務

| 人数（人）                | 計   | JICA | ウインター<br>インスティテュート | サマープログラム | 技術研修 |
|----------------------|-----|------|--------------------|----------|------|
| ユニット別                |     |      |                    |          |      |
| ナノカーボン研究センター         | 3   |      |                    |          | 3    |
| 健康工学研究センター           |     |      |                    |          |      |
| 情報セキュリティ研究センター       | 1   |      |                    |          | 1    |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター |     |      |                    |          |      |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 4   | 3    |                    |          | 1    |
| バイオマス研究センター          | 5   | 4    |                    |          | 1    |
| デジタルものづくり研究センター      |     |      |                    |          |      |
| 水素材料先端科学研究センター       | 2   |      |                    |          | 2    |
| 糖鎖医工学研究センター          |     |      |                    |          |      |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 3   | 1    |                    |          | 2    |
| 生命情報工学研究センター         | 2   |      |                    |          | 2    |
| 生産計測技術研究センター         | 1   |      |                    |          | 1    |
| 計測標準研究部門             | 9   |      | 1                  |          | 8    |
| 地圏資源環境研究部門           | 1   |      |                    |          | 1    |
| 知能システム研究部門           | 10  |      |                    | 2        | 8    |
| エレクトロニクス研究部門         | 1   |      |                    |          | 1    |
| 光技術研究部門              | 3   |      | 1                  |          | 2    |
| 人間福祉医工学研究部門          | 2   |      |                    |          | 2    |
| 脳神経情報研究部門            |     |      |                    |          |      |
| ナノテクノロジー研究部門         | 6   |      |                    | 1        | 5    |
| 計算科学研究部門             | 1   |      | 1                  |          |      |
| 生物機能工学研究部門           | 4   | 1    | 1                  |          | 2    |
| 計測フロンティア研究部門         | 3   |      |                    |          | 3    |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 3   |      |                    |          | 3    |
| セルエンジニアリング研究部門       | 5   | 2    |                    |          | 3    |
| ゲノムファクトリー研究部門        | 4   |      |                    |          | 4    |
| 先進製造プロセス研究部門         | 2   | 1    |                    |          | 1    |
| サステナブルマテリアル研究部門      | 2   |      |                    |          | 2    |
| 地質情報研究部門             | 4   | 1    | 1                  |          | 2    |
| 環境管理技術研究部門           | 11  | 1    |                    | 1        | 9    |
| 環境化学技術研究部門           | 8   | 4    | 1                  |          | 3    |
| エネルギー技術研究部門          | 2   |      |                    |          | 2    |
| 情報技術研究部門             | 2   |      |                    |          | 2    |
| 実環境計測・診断研究ラボ         |     |      |                    |          |      |
| メタンハイドレート研究ラボ        |     |      |                    |          |      |
| シグナル分子研究ラボ           |     |      |                    |          |      |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     |     |      |                    |          |      |
| 器官発生工学研究ラボ           |     |      |                    |          |      |
| 創薬シーズ探索研究ラボ          | 1   |      |                    |          | 1    |
| バイオセラピューティック研究ラボ     |     |      |                    |          |      |
| 計量標準管理センター           | 7   | 7    |                    |          |      |
| 計                    | 119 | 25   | 7                  | 8        | 79   |



表9 平成19年度外国人技術研修 国・地域別受入れ一覧表 (6日以上滞在)

| 国・地域別            | 人数(人) | 受入れ人数 | JICA | ウインター<br>インスティテュート | サマープログラム | 技術研修 |
|------------------|-------|-------|------|--------------------|----------|------|
| <b>アジア・大洋州地域</b> |       |       |      |                    |          |      |
| インド              | 3     |       |      |                    |          | 3    |
| インドネシア           | 8     | 3     |      |                    |          | 5    |
| ベトナム             | 2     | 2     |      |                    |          |      |
| 韓国               | 21    |       |      | 7                  |          | 14   |
| カンボジア            | 1     | 1     |      |                    |          |      |
| 北朝鮮              | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| シンガポール           | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| スリランカ            | 2     |       |      |                    |          | 2    |
| タイ               | 9     | 4     |      |                    |          | 5    |
| 台湾               | 16    |       |      |                    |          | 16   |
| 中国               | 6     | 1     |      |                    |          | 5    |
| ニュージーランド         | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| パキスタン            | 2     | 1     |      |                    |          | 1    |
| バングラデシュ          | 3     | 2     |      |                    |          | 1    |
| フィリピン            | 3     | 1     |      |                    |          | 2    |
| 香港               | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| マレーシア            | 3     | 1     |      |                    |          | 2    |
| ミャンマー            | 1     | 1     |      |                    |          |      |
| モンゴル             | 1     | 1     |      |                    |          |      |
| ラオス              | 1     | 1     |      |                    |          |      |
| 東ティモール           | 1     | 1     |      |                    |          |      |
| <b>米州地域</b>      |       |       |      |                    |          |      |
| カナダ              | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| 米国               | 6     |       |      |                    | 5        | 1    |
| メキシコ             | 2     | 2     |      |                    |          |      |
| コスタリカ            | 1     | 1     |      |                    |          |      |
| <b>ヨーロッパ地域</b>   |       |       |      |                    |          |      |
| オーストリア           | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| スウェーデン           | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| スロヴァキア           | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| デンマーク            | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| ドイツ              | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| ハンガリー            | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| フランス             | 8     |       |      |                    | 2        | 6    |
| ブルガリア            | 1     |       |      |                    | 1        |      |
| <b>その他の地域</b>    |       |       |      |                    |          |      |
| アルジェリア           | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| チュニジア            | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| トルコ              | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| パレスチナ自治区         | 1     | 1     |      |                    |          |      |
| マラウイ             | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| ガボン              | 1     |       |      |                    |          | 1    |
| ヨルダン             | 1     | 1     |      |                    |          |      |
| <b>合 計</b>       |       | 119   | 25   | 7                  | 8        | 79   |

表10 平成19年度外国人技術研修国・地域別受入れ一覧表（平成18年度からの継続；6日以上滞在）

| 人数(人)<br>国・地域別 | 受入れ人数 | JICA | 技術研修 |
|----------------|-------|------|------|
| <b>アジア地域</b>   |       |      |      |
| インド            | 1     |      | 1    |
| インドネシア         | 1     | 1    |      |
| ベトナム           | 2     | 2    |      |
| 韓国             | 5     |      | 5    |
| タイ             | 5     | 4    | 1    |
| 台湾             | 1     |      | 1    |
| 中国             | 9     | 2    | 7    |
| バングラデシュ        | 1     |      | 1    |
| フィリピン          | 1     | 1    |      |
| <b>米州地域</b>    |       |      |      |
| ウルグアイ          | 1     | 1    |      |
| ブラジル           | 1     |      | 1    |
| <b>ヨーロッパ地域</b> |       |      |      |
| クロアチア          | 1     | 1    |      |
| フランス           | 2     |      | 2    |
| <b>その他の地域</b>  |       |      |      |
| セネガル           | 1     |      | 1    |
| ケニア            | 1     | 1    |      |
| 合 計            | 33    | 13   | 20   |

## 4) 外国機関等との覚書・契約等

外国機関との研究協力を推進するに当たり、研究協力覚書や共同研究契約等を締結している。それらは、産総研全体として諸外国の主要研究機関との連携強化を目指して戦略的に締結する包括的研究協力覚書、個別研究分野での研究協力促進を目的として研究ユニットが締結する個別研究協力覚書、特定の研究課題を共同で実施する際に締結する共同研究契約、海外機関に資金を提供し研究委託するための委託研究契約、海外機関から研究を受託する際に締結する受託研究契約、の5種類である。平成19年度に有効な覚書・契約等の実績は表11, 12, 13のとおりである。平成19年度はマレーシアの標準・工業研究所（SIRIM Berhad）と特にバイオマス等の分野で幅広く連携を図る目的で、また、南アフリカ共和国の地球科学評議員会（CGS）と日本の石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）とは、資源開発に関する分野で協力することを目的に、新たに包括的研究協力覚書を締結している。

表11 外国機関等との包括的研究協力覚書

| 国・地域名            | 機関名                                                                                                                                                     |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>アジア・大洋州地域</b> |                                                                                                                                                         |
| インド              | 文部科学省バイオ局（DBT: Department of Biotechnology）                                                                                                             |
|                  | 科学産業研究委員会（CSIR: Council for Scientific and Industrial Research）                                                                                         |
| 中国               | 中国科学院（CAS: Chinese Academy of Sciences）                                                                                                                 |
| 台湾               | 工業技術研究院（ITRI: The Industrial Technology Research Institute）                                                                                             |
| 韓国               | 韓国地質資源研究所<br>（KIGAM: Korea Institute of Geosciences and Mineral Resources）                                                                              |
| マレーシア            | 標準・工業研究所（SIRIM Berhad）*                                                                                                                                 |
| ベトナム             | ベトナム科学技術院（VAST: Vietnamese Academy of Science and Technology）                                                                                           |
| タイ               | 国家科学技術開発庁<br>（NSTDA: National Science and Technology Development Agency）                                                                                |
|                  | タイ科学技術研究院<br>（TISTR: Thailand Institute of Scientific and Technological Research）                                                                       |
| シンガポール           | 科学技術研究局（ASTAR: Agency for Science, Technology and Research）                                                                                             |
| オーストラリア          | 連邦科学産業研究機構<br>（CSIRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization）                                                                     |
| ニュージーランド         | 国立科学技術研究機関（IRL: Industrial Research Limited）                                                                                                            |
| <b>ヨーロッパ地域</b>   |                                                                                                                                                         |
| ノルウェー            | ノルウェー科学技術大学<br>（NTNU: Norwegian University of Science and Technology）                                                                                   |
|                  | エネルギー技術研究所（IFE: Institute of Energy Technology）                                                                                                         |
|                  | ノルウェー産業科学技術研究所（SINTEF: The Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology）                                  |
| フィンランド           | フィンランド技術研究センター（VTT: The Technical Research Centre of Finland）                                                                                           |
| フランス             | 国立科学研究センター（CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique）                                                                                          |
| <b>その他の地域</b>    |                                                                                                                                                         |
| 南アフリカ共和国・日本      | 南アフリカ共和国地球科学評議員会（CGS: Council for Geosciences of the Republic of South Africa）、石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC: Japan Oil, Gas and Metals National Corporation）* |

注）平成19年度に有効な包括的研究協力覚書。\*印は19年度締結分。



表12 外国機関等との個別研究協力覚書

| 国・地域名            | 機関名                                                                                                                           | ユニット名                                   |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| <b>アジア・大洋州地域</b> |                                                                                                                               |                                         |
| インド              | 国立ジャワハラル・ネール研究所 (JUCASR: Jawaharal Nehru Centre for Advanced Scientific Research)                                             | エレクトロニクス研究部門                            |
|                  | Indian Institute of Science                                                                                                   | セルエンジニアリング研究部門                          |
| インドネシア           | 火山地質災害防災局 (DVGHM: Directorate of Volcanology and Geological Hazard Mitigation)                                                | 地質調査総合センター                              |
| オーストラリア          | オーストラリア国立大学応用数学科 (ANU: The Australian National University)                                                                    | 光技術研究部門                                 |
|                  | オーストラリア計量研究所 (NMIA: National Measurement Institute, Australia)*                                                               | 計量標準総合センター                              |
| タイ               | タイ国立計量研究所 (NIMT: National Institute of Metrology, Thailand)                                                                   | 計量標準総合センター                              |
|                  | 鉱物資源局 (Department of Mineral Resource, Ministry of Natural Resources and Environment)*                                        | 地質調査総合センター                              |
| ニュージーランド         | 地質核科学研究所 (GNS: Institute of Geological and Nuclear Sciences Limited)                                                          | 地質調査総合センター                              |
| フィリピン            | ドゥラサル大学 (De La Salle University)                                                                                              | ライフサイクルアセスメント研究センター                     |
| モンゴル             | モンゴル地質調査所 (Geological Department of Mineral Resources and Petroleum Authority of Mongolia)*                                   | 地質調査総合センター                              |
| 韓国               | 韓国化学研究所 (KRICT: Korea Research Institute of Chemical Technology)                                                              | 環境管理技術研究部門<br>エネルギー技術研究部門<br>生物機能工学研究部門 |
|                  | 韓国科学技術情報院 (KISTI: Center for Computational Biology and Bioinformatics, Korea Institute of Science and Technology Information) | 生命情報工学研究センター                            |
|                  | ソウル国立大学強相関電子材料研究センター (CSCMR: The Center for Strongly Correlated Materials Research)                                           | 計算科学研究部門                                |
|                  | 韓国エネルギー研究所 (KIER: Korea Institute of Energy Research)                                                                         | 太陽光発電研究センター                             |
|                  | 高麗大学 (Korea University)                                                                                                       | ヒューマンストレスシグナル研究センター                     |
|                  | 韓国産業技術研究院 (KITECH: Korea Institute of Industrial Technology)                                                                  | 先進製造プロセス研究部門                            |
|                  | 韓国標準科学研究院 (KRISS: Korea Research Institute of Standards and Sciences)                                                         | 計測標準総合センター                              |
|                  | 韓国技術標準院 (KATS: The Korean Agency for Technology and Standards)                                                                | 計測標準総合センター                              |
|                  | 延世大学 (Yonsei University)*                                                                                                     | ナノテクノロジー研究部門                            |
|                  |                                                                                                                               |                                         |
| 台湾               | 工業技術研究院 (ITRI: Industrial Technology Research Institute)                                                                      | 太陽光発電研究センター                             |
| 中国               | 国立計量研究所 (NIM: National Institute of Metrology)                                                                                | 計量標準総合センター                              |
|                  | 中国地質調査局 (CGS: China Geological Survey)*                                                                                       | 地質調査総合センター                              |
|                  | 中国重慶市地震局 (The Chongqing Seismological Bureau of the People's Republic of China)                                               | 地質情報研究部門                                |
| 日本・マレーシア         | 九州工業大学、マレーシアプトラ大学 (Kyushu Institute of Technology, University Putra Malaysia)*                                                | バイオマス研究センター                             |
| <b>米州地域</b>      |                                                                                                                               |                                         |
| カナダ              | Geological Survey of Canada, Earth Sciences Sector, Department of Natural Resource (GSC)                                      | 地質調査総合センター                              |
|                  | 国立ナノテクノロジー研究所 (NINT: National Institute for Nanotechnology), カナダ国立研究所 (NRC: National Research Council of Canada)              | ナノテクノロジー研究部門                            |

| 国・地域名   | 機関名                                                                                                                | ユニット名                       |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| メキシコ    | メキシコ国立計量センター<br>(CENAM: Centro Nacional de Metrología)                                                             | 計量標準総合センター                  |
| 米国      | 米国地質調査所 (USGS: United States Geological Survey)                                                                    | 地質調査総合センター                  |
|         | 国立標準技術研究所 (NIST: The National Institute of Standards and Technology)                                               | 計量標準総合センター                  |
|         | ロスアラモス国立研究所<br>(LANL: Los Alamos National Laboratory)                                                              | 地圏資源環境研究部門<br>メタンハイドレート研究ラボ |
| ヨーロッパ地域 |                                                                                                                    |                             |
| オーストリア  | オーストリア地質調査所<br>(GBA: The Geological Survey of Austria)                                                             | 地質情報研究部門                    |
|         | ヨハネスケプラー大学 (Johannes Kepler University Linz)*                                                                      | 生命情報工学研究センター                |
| スイス     | 国立放射性廃棄物協同機構 (NAGRA: National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste)                                   | 地圏資源環境研究部門                  |
| ドイツ     | バイロイト大学 (UB: Universität Bayreuth)                                                                                 | 先進製造プロセス研究部門                |
|         | カールスルーエ研究センター<br>(Forschungszentrum Karlsruhe GmbH)                                                                | ライフサイクルアセスメント<br>研究センター     |
|         | ドイツ物理工学研究所<br>(PTB: Physikalisch-Technische Bundesanstalt)                                                         | 計量標準総合センター                  |
| フランス    | モンペリエ第2大学 & CNRS (MU II: L'université Montpellier II; CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique)          | 近接場光応用光学研究センター              |
|         | ルイ・パスツール大学 (ULP: L'université Louis Pasteur)                                                                       | 国際部門                        |
| ベルギー    | ゲント大学 (Ghent University)                                                                                           | 糖鎖医工学研究センター                 |
| ロシア     | ロシア計量試験科学研究所<br>(VNIIMS : Russian Scientific-Research Institute for Metrological Service of Gosstandart of Russia) | 計量標準総合センター                  |
| 英国      | ノッティンガム大学<br>(The school of Mechanical, Materials and Manufacturing Engineering of the University of Nottingham)   | エネルギー技術研究部門                 |
| その他の地域  |                                                                                                                    |                             |
| トルコ     | トルコ共和国鉱物資源調査開発総局<br>(The General Directorate of Mineral Research and Exploration of the Republic of Turkey)        | 地質調査総合センター                  |

注) 平成19年度に有効な個別研究協力覚書。\*印は19年度締結分。

表13 外国機関等との共同研究、受託研究、委託研究契約数

|      |         |
|------|---------|
| 共同研究 | 99 (36) |
| 受託研究 | 8 (5)   |
| 委託研究 | 12 (5)  |

注) 平成19年度に有効な契約数。( ) 内は19年度締結件数。

## 5) その他の連携活動

表14 国際シンポジウム等開催（国際部門扱い）

| 国際シンポジウム等名称                                             | 開催場所          | 開催期間            | 備考 |
|---------------------------------------------------------|---------------|-----------------|----|
| ハノーバー・メッセ2007                                           | ハノーバー（ドイツ）    | 2007年4月16日～20日  | 出展 |
| 第3回 台湾工業技術研究院（ITRI）との合同シンポジウム                           | つくば（日本）       | 2007年5月30日～31日  | 主催 |
| 中国科学院（CAS）とのクリーンコールテクノロジーについてのワークショップ                   | 北京（中国）        | 2007年6月26日      | 主催 |
| 第2回「持続的社会を目指した科学技術に関する日中円卓会議」                           | 洞爺湖（日本）       | 2007年7月11日      | 主催 |
| タイ科学技術フェア2007                                           | バンコク（タイ）      | 2007年8月8日～19日   | 出展 |
| 国際科学技術センター（ISTC）第42回ワークショップ                             | つくば（日本）       | 2007年8月27日～28日  | 主催 |
| 第5回 タイ国家科学技術開発庁（NSTDA）、タイ科学技術研究院（TISTR）とのワークショップ        | バンコク（タイ）      | 2007年10月1日～2日   | 主催 |
| 第4回 ベトナム科学技術院（VAST）とのワークショップ                            | ハノイ（ベトナム）     | 2007年10月4日～5日   | 主催 |
| 中国科学院（CAS）、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）との燃料電池と水素についてのワークショップ | 大連（中国）        | 2007年11月11日～13日 | 主催 |
| 第4回 バイオマス・アジア・ワークショップ                                   | シャーアラム（マレーシア） | 2007年11月20～22日  | 主催 |
| ノルウェー科学技術大学（NTNU）、ノルウェー産業科学技術研究所（SINTEF）とのワークショップ       | 大阪（日本）        | 2007年12月3日      | 主催 |
| インド文部科学省バイオ局（DBT）とのワークショップ                              | つくば（日本）       | 2008年1月22日～23日  | 主催 |

※ 研究ユニット等が主催し国際部門が関与しない国際会議等のうち、重要なものは下記URLにて紹介されております。

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/event/old\\_event\\_main.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/event/old_event_main.html)

表15 平成19年度主な外国要人来訪

| 国名・機関名・役職                | 来 訪 者         |
|--------------------------|---------------|
| 欧州委員会 情報社会・メディア担当委員      | ビビアン・レディング    |
| ベトナム社会主義共和国 計画投資省副大臣     | トルオン・バン・ドアン   |
| チェコ共和国 教育省副大臣            | バベル・コマーレク     |
| 韓国 サムスン電子株式会社 副会長        | 李基泰           |
| 中国科学院 副院長                | 江綿恒           |
| スイス連邦 副大統領兼内務大臣          | パスカル・クーシュパン   |
| スリランカ民主社会主義共和国 科学・技術大臣   | ティッサ・ウィターラナ   |
| ドイツ ノルトライン・ヴェストファーレン州 首相 | ユルゲン・リュトガース   |
| ドイツ フラウンホーファー協会 会長       | ハンス・イヨルグ・布林ガー |
| ドイツ ヘルマン・フォン・ヘルムホルツ協会 会長 | ユルゲン・ムリュネーク   |
| 中国科学院 副院長                | 施尔畏           |
| 国際標準化機構（ISO）副会長          | ヤコブ・ホルムブラッド   |
| タイ王国 科学技術大臣              | ウティポン・チャイセーン  |

※ VIP 視察 全81件



(24) 研究業務推進部門  
(General Administration Department))

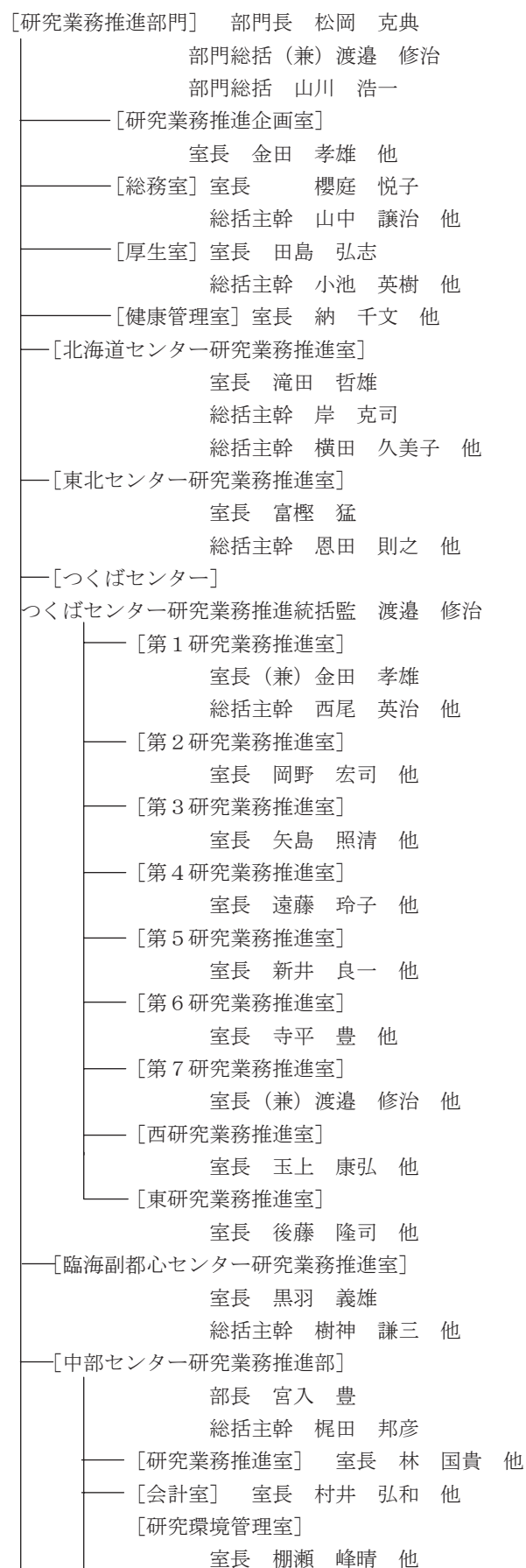
機構図 (2008/3/31現在)

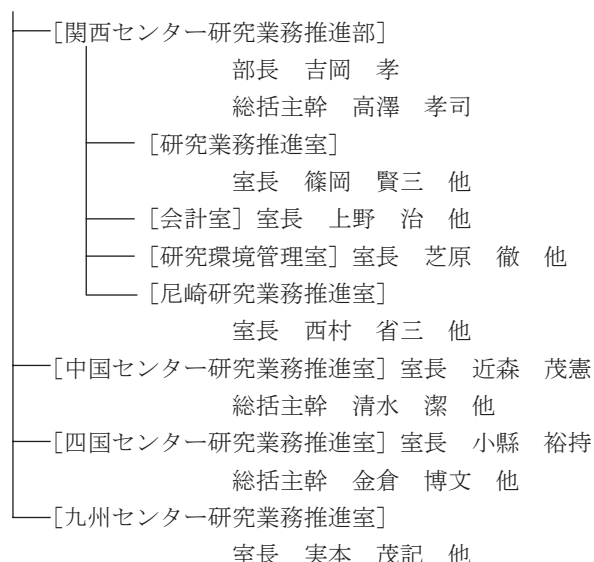
所在地：東京本部、北海道センター、東北センター、つくばセンター(つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東)、臨海副都心センター、中部センター、関西センター、中国センター、四国センター、九州センター

人 員：184名 (1名)

概 要：研究業務推進部門は、産総研の文書・公印管理、職員等の福利厚生の充実及び健康の維持増進を図り、職員等の勤務及びサービス管理など研究ユニットに密着した支援を行うとともに、職場の安全・衛生管理、建物及び施設の管理を主な業務としている。また、地域センターの研究業務推進部（室）では、会計室又は会計担当を配置し、物品の調達・管理等の会計事務を行う等、環境安全管理、能力開発等及び研究環境整備に関する業務の一部を分掌している。これらの業務は、職員等の日常生活（業務）に極めて密着していることから、職員等の要望への積極的な対応姿勢、適切な業務運営と業務の効率化を推進している。

また、研究ユニットと研究関連・管理部門等、双方の情報共有の促進と相互支援体制を強化し、質の高いユニット支援を提供することを目的として、総括事務マネージャーを配置し、ユニットスタッフと研究業務推進室が一体となって研究ユニットに対する研究支援を行う体制としている。





#### 研究業務推進企画室 (General Affairs Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：研究事務業務の企画・立案・総合調整、つくば本部における役員の秘書、理事長が主宰する会議の庶務、文書・公印管理、職員等の勤務・サービス管理及び廃棄物の処理・管理に関する業務を行っている。

#### 総務室 (General Affairs Office)

(東京本部)

概要：東京本部における職員等の勤務・サービス管理、文書管理、安全衛生管理、施設管理等定常的な庶務業務を行うとともに、役員の秘書業務及び官庁との事務連絡等の業務を行っている。

#### 厚生室 (Welfare Office)

(つくば中央第2)

概要：福利厚生業務として、宿舍、団体扱の財形・生保・損保・簡保の差引き、レクリエーション費配分及び実施・サークル助成、災害補償、契約職員社会保険手続、退職相談等の業務の他、つくばセンター、中部センター、関西センターでは一時預かり託児・児童保育も行っている。経済産業省共済組合産総研支部業務として、短期給付、長期給付、福祉事業の3つの主な事業の他、支部及び分室診療所運営、食堂・売店・理美容・自動販売機等の委託を行っている。

#### 健康管理室 (Healthcare Office)

(つくば中央第1)

概要：つくばセンター・東京本部・臨海副都心センター職員等に対する健康診断の企画・実施、健康相談及び保健指導ならびに労働基準監督署への報告、職場巡視等を行うとともに、つくばセンターでは健康管理システムによる特殊検診受診項目確定、受診票作成・配信、結果管理及び結果通知配信、保健指導のためのデータ管理を

行っている。インターネットによるメンタルヘルス相談、産業医等の雇用に係る業務も行っている。

#### 研究業務推進室 (General Administration Office)

(北海道センター、東北センター、つくばセンター (つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東)、臨海副都心センター、中部センター、関西センター、中国センター、四国センター、九州センター)

概要：つくばセンターの各事業所研究業務推進室は、事業所職員等の勤務・サービス管理、庁舎の維持管理、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務を主な業務としている。

地域センター (つくばセンターを除く) の研究業務推進室は、センターの文書・公印管理、職員等の勤務及びサービスに関する管理・指導、職場の安全衛生管理、建物及び施設管理等を行い、安心して研究に取り組める環境整備に努めている。

また、北海道センター、東北センター、中国センター、四国センター、九州センターでは、計画的な研究及び業務の遂行に期するため、各種物品の的確な調達及び資産管理を行うとともに関係機関等との連絡調整業務を行っている。

これらの業務は、職員等の規律の遵守とサービス支援の日常生活に密着しており、迅速な業務応対を行い効率的な組織運営を図っている。

#### 会計室 (Accounting Office)

(中部センター、関西センター)

概要：会計室は、予算及び決算に関する業務、支払い、収入及び旅費に関する経理業務、物品、役務契約などの調達業務、固定資産の管理、運用、資産取得に係る検収などの財産管理業務を行っている。

これらの業務は、適正かつ迅速な業務執行を求められる支援業務であり、的確な業務の推進を図っている。

#### 研究環境管理室

(Research Environmental Management Office)

(中部センター、関西センター)

概要：研究環境管理室は、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務及び情報化を推進するため情報システム運営管理の業務を主な業務としており、より良い研究環境を形成すべく、これらの業務を推進している。

## (25) 能力開発部門 (Human Resource Department)

所在地：つくば中央第2

人 員：42名（6名）

概 要：能力開発部門は、産総研組織規程第29条に規定されている人事、個人評価、給与、兼業、栄典、表彰、労働条件、労使関係の調整、服務規律、懲戒、能力開発等に係る業務を実施している。

機構図（2008/3/31現在）

[能力開発部門]

部 門 長 塩田 康一  
審 議 役 金沢 康夫  
岩崎 孝志  
塩野入 克彦

部門総括 菊地 正寛  
総括主幹 佐藤 芳夫

— [人事室] 室長(兼) 菊地 正寛 他  
— [勤労室] 室長 鈴木 浩一 他  
— [人材開発企画室] 室長 天神林 孝二 他  
— [バリアフリー推進室] 室長 関根 英二 他  
— [能力開発センター] センター長 富田 正幸 他

人事室 (Personnel Office)  
(つくば中央第2)

概 要：

- ① 役員及び職員の任用に関する事。
- ② 評価制度の構築・実施に関する事。
- ③ 給与の支給に関する事。
- ④ 人件費の把握、見通しに関する事。
- ⑤ 兼業の許可に関する事。
- ⑥ 分限に関する事。
- ⑦ 就職に関する事。
- ⑧ 栄典及び表彰に関する事。

勤労室 (Staff Office)  
(つくば中央第2)

概 要：

- ① 職員の労働条件の基準に関する事。
- ② 労使関係に係る総合調整に関する事。
- ③ 服務規律に関する事。
- ④ 役員及び職員の懲戒に関する事。

人材開発企画室  
(Human Resources Development Planning Office)  
(つくば中央第2)

概 要：

- ① キャリアパス開発及び研修企画に関する事。
- ② その他人材開発に関する事。

バリアフリー推進室

(Barrier-free Promotion Office)

(つくば中央第2)

概 要：

- ① 障害者の雇用促進に関する事

能力開発センター

(Human Resource Development Center)

(つくば中央第2)

概 要：

- ① 職員の研修、能力開発に関する事。
- ② 職員等に対する就職情報の提供及び相談に関する事。

業務報告データ

年度特記事項

### 1. 平成19年度採用実績

|                    |     |
|--------------------|-----|
| ①事務職員              | 9名  |
| ②研究職員（パーマネント）      | 23名 |
| ③ 〃 （招聘型任期付）       | 3名  |
| ④ 〃 （産業技術人材育成型任期付） | 23名 |
| ⑤ 〃 （研究テーマ型任期付）    | 10名 |
| 計                  | 68名 |

### 2. 平成19年度研修実績

|              | コース | 実施回数 | 受講者数   |
|--------------|-----|------|--------|
| ①職員基礎研修      | 8   | 22回  | 2,965名 |
| ②キャリア開発研修    | 12  | 13回  | 437名   |
| ③プロフェッショナル研修 | 14  | 29回  | 780名   |
| 合 計          | 34  | 64回  | 4,182名 |

## (26) 財務会計部門 (Financial Affairs Department)

所在地：つくば中央第2

人 員：74名（0名）

概 要：財務会計部門は、独立行政法人の趣旨に則り、研究支援の高度化及び組織運営の高度化を、財務会計諸施策を通じて実現することにより、産総研ミッションの遂行に寄与することとしている。

なお、財務会計に係るコンプライアンスとリスク管理を適切に行いつつ支援業務を遂行するため「財務室、制度・審査室、経理室、財産管理室及び調達部（4室で構成）」を配置している。



機構図（2008/3/31現在）

|          |      |       |      |
|----------|------|-------|------|
| [財務会計部門] | 部門長  | 大辻    | 賢次   |
|          | 審議役  | 細川    | 潤一   |
|          | 部門総括 | (兼)細川 | 潤一   |
|          | 部門総括 | 杉田    | 実    |
|          |      |       |      |
| [財務室]    | 室長   | 狩野    | 篤 他  |
| [制度・審査室] | 室長   | (兼)大辻 | 賢次 他 |
| [経理室]    | 室長   | (兼)杉田 | 実    |
|          | 総括主幹 | 長野    | 要次 他 |
| [財産管理室]  | 室長   | 小林    | 勝則 他 |
| [調達部]    | 調達部長 | 塩釜    | 士郎   |
| [調達第一室]  | 室長   | 中島    | 義昭 他 |
| [調達第二室]  | 室長   | 伊藤    | 光二 他 |
| [調達第三室]  | 室長   | 井佐    | 好雄 他 |
| [調達第四室]  | 室長   | 金田    | 重保 他 |

**財務室（Finance Office）**

（つくば中央第2）

概要：財務会計に係る業務の企画及び立案並びに総合調整、予算のとりまとめ、予算の分野別情報の管理、余裕金の運用、資金の借入及び償還、年度計画に基づく実行予算の配賦の計画及び示達、予算の執行管理、財務会計に係る業務であって、他の所掌に属しないものに関する業務を行っている。

○収入件数 5,754件、収入金額994億円。

**制度・審査室**

（Finance System Management and Monitoring Office）

（つくば中央第2）

概要：財務会計制度の整備、運用及び推進、財務会計に係る業務の審査、財務分析に関する業務を行っている。

**経理室（Accounting Office）**

（つくば中央第2）

概要：資金計画、決算、金銭の支払、出納及び保管、税務、計算証明、財務会計システムの管理に関する業務を行っている。

○支払件数 約16万件、支払金額993億円。

○旅費件数 約9万件、約29億円。

○小口現金交付件数 約90件、約5百万円。

**財産管理室（Property Administration Office）**

（つくば中央第2）

概要：有形固定資産の検収、管理及び運用、共通在庫消耗品の払出及び在庫管理、借地権の取得及び管理に関する業務を行っている。

○不用品処分とリサイクルの促進

資産等廃棄点数2,817点、総廃棄重量は資産とされない

物品も含めて222トン、廃棄物処理費15,272千円。

リサイクル物品情報システム及びリサイクルコーナー〔第2事業所テント倉庫内（100 m<sup>2</sup>）〕により、リサイクルの促進を図った。

○つくばセンターにおける在庫消耗品払出センターの運営

つくば中央第2事業所で運営。アイテム数は約900。

**調達部（Procurement Division）**

（つくば中央第2）

概要：物件の調達、物件の売払及び賃貸等の契約、役務の提供等の契約、調達物品等の市場調査、競争参加者の資格審査、調達業務の調整、政府調達に係る協定に基づく調達公告等の官報掲載に関する業務を行っている。

○全契約件数 約112,000件

○政府調達協定の対象案件数 110件、62.2億円

○インターネット調達

単価契約を締結している電子購買業者の電子購買サイト上で、商品検索・注文を行い、翌日又は翌々日には指定場所まで納品され、支払は毎月一括というスキームのインターネット調達を運用している。オフィス用品（約34,000アイテム）、理化学用品（約25,000アイテム）、電子部品（約72,000アイテム）、試薬類（全メーカー）、書籍（全般）の物品が調達可能。

利用件数2.6万件、利用金額3.6億円。

○グリーン購入法の適用

「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」に基づき、産総研として、平成19年度における「環境物品等の調達の推進を図るための方針」を定め、実施しているところ。

**(27) 研究環境整備部門****（Research Facilities Department）**

所在地：つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第5、つくば東

人 員：56名（0名）

概要：研究環境整備部門は、施設及び設備の整備計画、建設及び管理、共用研究設備・施設及びエネルギー等の供給施設の運営、電気工作物の保安、依頼試作等に関する業務を行っている。

これらの業務を遂行するため、計画室、プロジェクト室、テクニカルセンター及び建設部（建設第一室、建設第二室、施設管理室）を配置している。

産業技術総合研究所の活動基盤となる施設・設備の整備を行い、良好なインフラストラクチャーとして保全し、向上させるとともに、創造的で効率的な研究の実施に必要な技術支援を推進し、もって競争力ある研究環境を創出することを部門のミッションとしている。

次の通りの施設等をその管理対象としている。

○敷地面積 約249 ha

○建築面積（延床面積） 約76万 m<sup>2</sup>

機構図（2008/3/31現在）

|            |       |            |
|------------|-------|------------|
| [研究環境整備部門] | 部門長   | 内田 修       |
|            | 次長    | 坂本 不二夫     |
|            | 部門総括  | (兼)坂本 不二夫  |
|            | 部門総括  | (兼)中嶋 廣義   |
|            | 総括主幹  | 小林 昭彦      |
|            | 総括主幹  | 望月 経博      |
|            | 室長    | 石塚 徹       |
|            | 総括主幹  | 菅野 寿津夫 他   |
|            | 室長    | 横須賀 三泰 他   |
|            | センター長 | (兼)花岡 隆昌 他 |
| [計画室]      | 部長    | 森 一彦       |
| [プロジェクト室]  | 室長    | 新山 博二      |
|            | 総括主幹  | 小野 一洋 他    |
| [建設部]      | 室長    | 宇野 重勝      |
|            | 総括主幹  | 河田 秋澄 他    |
| [建設第一室]    | 室長    | 中嶋 廣義 他    |

## 計画室（Facilities Planning Office）

（つくば中央第1）

概要：計画室は、研究環境整備に係る業務の企画及び立案並びに総合調整、施設及び設備の整備計画、技術審査及び関連法令に関する業務、研究実施部門等の施設使用の管理に関する業務、工事及び工事関連役務の提供等の契約業務を行っている。

## プロジェクト室（Facilities Project Office）

（つくば中央第1）

概要：プロジェクト室は、設計基準及び施工基準の整備、施設及び設備に係る耐震対策、省エネルギー対策、石綿除去対策、技術動向調査を行っている。

## テクニカルセンター（Technical Service Center）

（つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第5、つくば東）

概要：テクニカルセンターは、研究活動を技術的な側面から支援する業務を行っている。

主な業務は、研究用品の設計・試作、研究者が自ら試行錯誤して工作ができる共用工作室の維持管理と講習等の指導、作業環境測定、物質の化学分析・解析及び試作・工作・分析等に関する技術相談を行っている。

## 建設第一室（Construction Office 1）

（つくば中央第1）

概要：建設第一室は、老朽化対策による電力電灯設備改修、給排水衛生設備改修、空調設備改修など施設及び設備の建設工事に係る設計・積算・監理、監督・検査、各種申請等の業務を行っている。

## 建設第二室（Construction Office 2）

（つくば中央第1）

概要：建設第二室は、ユニットからの工事依頼の受付窓口を行うとともにこれらの工事に係る設計・積算・監理、監督・検査、各種申請等の業務を行っている。

## 施設管理室（Facilities Maintenance Office）

（つくば中央第1）

概要：施設管理室は、施設及び設備・外構・植栽に係る維持管理、エネルギーの供給施設及び廃水処理施設等の運営を行っている。

これらの管理・運営に係る労働安全、電気工作物の工事、運用及び保安、研究廃液の処理に関する業務を行っている。また、施設設備等の補修、修繕の業務を行っている。

## 1) 施設の整備（平成19年度に産総研資産になった主なもの）

## ○耐震化改修

## 1. 改修目的

耐震化改修は、耐震性が低い建物の耐震改修を行った。

## 2. 整備費用（老朽化対策） 6.5億円（平成19年度施設整備費補助金）

| 工事発注・設計・監理                 | 産業技術総合研究所 研究環境整備部門 |             |                        |
|----------------------------|--------------------|-------------|------------------------|
| 工事件名                       | 設計・監理              | 施工          | 工期                     |
| 関西センターセラミック実験棟耐震改修（建築）工事   | 株式会社 三弘建築事務所       | 株式会社 浅沼組    | 平成19年8月1日～平成20年2月29日   |
| 関西センターセラミック実験棟耐震改修（電気設備）工事 |                    | 株式会社 クリハラント | 平成19年8月1日～平成20年2月29日   |
| 関西センターセラミック実験棟耐震改修（機械設備）工事 |                    | 三建設備工業 株式会社 | 平成19年8月1日～平成20年2月29日   |
| 関西センター無機化学実験棟耐震改修その他工事     |                    | コーナン建設 株式会社 | 平成19年10月31日～平成20年3月28日 |

## ○排ガス処理設備改修

## 1. 改修目的

排ガス処理設備等は、老朽化による処理効率低下の改善と排気系統の漏洩を防止するため改修を行った。

## 2. 整備費用（老朽化対策） 2.7億円（平成19年度施設整備費補助金）

| 工事発注・設計・監理            | 産業技術総合研究所 研究環境整備部門 |                   |                       |
|-----------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|
| 工事件名                  | 設計                 | 施 工               | 工 期                   |
| つくば東事業所排ガス処理設備改修その他工事 | 株式会社 フケタ設計         | 新日本空調 株式会社        | 平成19年9月28日～平成20年3月28日 |
| つくば西事業所排ガス処理設備改修その他工事 |                    | 株式会社 日立プラントテクノロジー | 平成19年9月28日～平成20年3月28日 |

## 5.9億円（平成18年度施設整備費補助金）

| 工事発注・設計・監理              | 産業技術総合研究所 研究環境整備部門 |           |                       |
|-------------------------|--------------------|-----------|-----------------------|
| 工事件名                    | 設計・監理              | 施 工       | 工 期                   |
| つくば中央5-1棟排ガス処理設備改修その他工事 | 株式会社 総合設備コンサルタント   | 三機工業 株式会社 | 平成18年9月28日～平成19年9月14日 |
| つくば中央7-1棟排ガス処理設備改修その他工事 |                    | 株式会社 大気社  | 平成19年7月5日～平成19年11月30日 |

## ○空調設備改修

## 1. 改修目的

空調設備改修は、老朽化の著しい空調機本体、温度及び湿度制御を行う空調用自動制御設備・配管系の改修を行った。

## 2. 整備費用（老朽化対策） 3.7億円（平成19年度施設整備費補助金）

| 工事発注・設計・監理               | 産業技術総合研究所 研究環境整備部門     |             |                       |
|--------------------------|------------------------|-------------|-----------------------|
| 工事件名                     | 設計                     | 施 工         | 工 期                   |
| つくば中央5-2棟機械設備（空調）改修その他工事 | 株式会社 エヌ・ティ・ティ ファシリティーズ | 新菱冷熱工業 株式会社 | 平成19年6月11日～平成20年2月29日 |
| 5-2棟石綿吹き付け材除去その他工事       |                        | 小田急建設 株式会社  | 平成19年7月5日～平成20年2月29日  |

| 工事発注・設計・監理                 | 産業技術総合研究所 研究環境整備部門 |              |                       |
|----------------------------|--------------------|--------------|-----------------------|
| 工事件名                       | 設計・監理              | 施 工          | 工 期                   |
| 九州センター本館庁舎他機械設備（空調）改修その他工事 | 株式会社 綜企画設計         | 大橋エアシステム株式会社 | 平成19年9月12日～平成20年2月29日 |

## ○廃水処理設備改修

## 1. 改修目的

廃水処理設備改修は、老朽化による研究排水埋設管からの漏水による土壌汚染等を未然に防止するため改修を行った。

## 2. 整備費用（老朽化対策） 2.2億円（平成18年度施設整備費補助金）

| 工事発注・設計・監理                    | 産業技術総合研究所 研究環境整備部門 |            |                       |
|-------------------------------|--------------------|------------|-----------------------|
| 工事件名                          | 設計・監理              | 施 工        | 工 期                   |
| つくば中央北廃水処理施設系統研究廃水配管改修工事      | 株式会社 オリジナル設計       | 株式会社 森本組   | 平成18年9月28日～平成19年5月31日 |
| つくば中央5-1棟エリア研究廃水他埋設配管（開削）改修工事 |                    | 小田急建設 株式会社 | 平成19年9月3日～平成20年2月29日  |



### 3. 地域拠点

<凡 例>

地域拠点名 (English Name)

所在地：住所

代表窓口：TEL：，FAX：

人 員：常勤職員数（研究職員数）

概 要：部門概要

機構図

(3/31現在の役職者名)

#### (1) 東京本部 (AIST Tokyo Headquarters) つくば本部 (AIST Tsukuba Headquarters)

所在地：

(東京本部)

〒100-8921 東京都千代田区霞ヶ関1-3-1

(つくば本部)

〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1

概 要：産業技術総合研究所は、東京及びつくばに本部機能を集中した2本部体制をとり、それぞれの地理的な特長を生かした活動を行い効率的な運営を行っている。

東京を行政との接点、情報収集、広報活動の拠点として産総研の機動的な活動に有効に活用するとともに、つくばには補完する本部機能として、産学官連携、国際、研究業務推進等を研究現場と隣接して配置し、より効率的な組織運営を行っている。

また、テレビ会議システムの活用により、東京・つくば両本部の有機的・効率的連携を図っている。

機構図 (2008/3/31現在)

東京本部

役員

企画本部

業務推進本部

法務室

情報公開・個人情報保護推進室

監査室

ベンチャー開発センター

技術情報部門東京分室

研究業務推進部門総務室

つくば本部

役員

企画本部

業務推進本部

評価部

環境安全管理部

広報部

情報公開・個人情報保護推進室

男女共同参画室

次期情報システム研究開発推進室

イノベーション推進室

技術情報部門

産学官連携推進部門

知的財産部門

国際部門

研究業務推進部門

能力開発部門

財務会計部門

研究環境整備部門

#### (2) 北海道センター (AIST Hokkaido)

所在地：〒062-8517 札幌市豊平区月寒東2条17丁目2-1

代表窓口：TEL：011-857-8400、FAX：011-857-8900

サイト：札幌大通りサイト

(住所：〒060-0042 札幌市中央区大通西5丁目8

電話：011-219-3359、FAX：011-219-3351)

人 員：74名 (52名)

概 要：産業技術総合研究所北海道センターは、地域における中核研究機関として、「バイオテクノロジーを使ったもの作り」を研究目標とするゲノムファクトリー研究部門を中心とした研究拠点の構築とともに、北海道経済産業局が推進する「北海道スーパークラスター振興戦略」と連携して、産総研全体の研究成果を活用した北海道バイオ産業の活性化や、新産業創出に資するための地域連携拠点の構築を目指している。

### 1) 研究拠点化の推進

遺伝子組換え植物や微生物によるバイオプロセスの開発、高機能タンパク質等の生産を目的としたゲノムファクトリー研究部門を中心とした研究拠点化を推進している。平成19年度には、「完全密閉型植物工場システム」のグッドデザイン賞金賞受賞、「ビタミン D 製剤生産コストの大幅削減法の開発」が、日本経済新聞が行った第3回技術トレンド調査において、実用性＋市場性で第5位にランクされる等、外部からの高い評価が得ることができた。

### 2) 産学官連携・地域連携拠点の強化

北海道大学、室蘭工業大学、北見工業大学、公設・独法研究機関、経済産業局、自治体、経済団体等16機関と協力して企業等の技術相談に対するワンストップサービスを行うなど、企業の技術開発、新事業創出のための各種相談、セミナー・交流会等の人的交流を促進する場である札幌大通サテライトを中心に、産業界と産総研・研究ユニットとの連携の強化を図った。平成19年度のサテライトの利用者数は、約4,000人、技術相談の件数は、約300件であった。また、技術相談や、企業訪問時の参考資料として、月別に各種支援制度を纏めた、「テクノサポートカレンダー」を制作し、9,000部を配付した。

北海道大学との間では、包括的な連携協定に基づく連携分野での協力の他、連携大学院による教授、准教授を派遣する等連携の強化に努めた。

### 3) ベンチャー企業等道内バイオ産業振興への支援

産総研自らの技術シーズに基づく起業、産総研の技術ポテンシャルを活用したバイオベンチャーの支援を目的とした「バイオベンチャー育成センター」において、入居ベンチャー企業5社に対する支援を行うと共に、新たに共同研究型1社を受け入れた。

また、「バイオジャパン2007」、「IT&BIO ビジネスマッチング（横浜、神戸、大阪）」等に、これらベンチャー企業と共に出席し、販路開拓やマッチングなど、ビジネス支援の強化に努めた。

さらに、専門学校生を技術研修員として受け入れ、バイオ技術者としての技術・資質の向上を図る「バイオテクニシャン育成事業」を実施しており、平成19年度は4名の研修生の受入を行った。

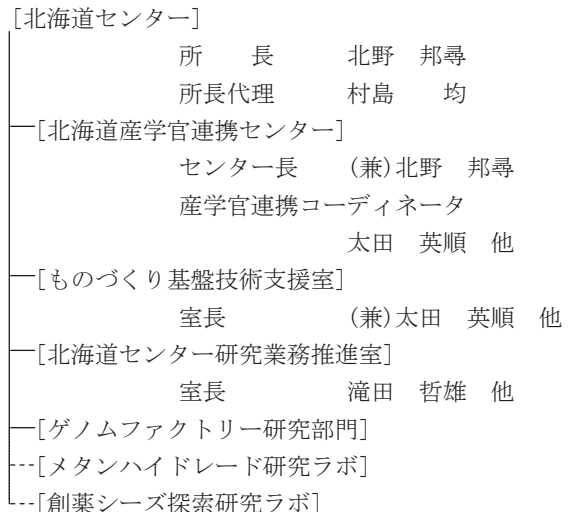
### 4) 広報を含む産学官連携センター業務の円滑な推進

外部研究機関との共同研究、受託・委託研究、技術研修、研究助成金等に係わる契約業務、フェローシップや研究交流等の手続きを円滑に行うと共に、小中学生の夏休み期間中に一般公開、全国から選抜された10名の高校生を対象とするサイエンスキャンプを行った。1月には、北海道内の地域産業界に、産総研北海道センターのバイオ研究の技術・成果を広く紹介・提供し、地域経済の発展に寄与することを目的として「産総研技術フェアin北海道ー北の地に生まれた生物の力によ

るモノづくりー」を開催した。

道央圏以外への研究成果のシーズ発信や、地域ニーズの把握を目的として、産学官連携コーディネータ等が、北見、釧路、帯広、旭川、室蘭、苫小牧、函館の自治体、工業技術センター、大学を訪問すると共に、経済産業局が道内6カ所で開催した施策説明会にも同行し、産総研の研究成果を活用した地域振興の可能性を検討した。

-----  
機構図（2008/3/31現在）



### (3) 東北センター（AIST Tohoku）

-----  
所在地：〒983-8551 宮城県仙台市宮城野区苦竹4-2-1  
代表窓口：TEL:022-237-5211 FAX：022-236-6839  
(サイト)

仙台青葉サイト（東北サテライト）  
 〒980-0811 仙台市青葉区一番町4-7-17  
 TEL：022-726-6030 FAX：022-224-3425

人 員：46名（33名）

概 要：産業技術総合研究所東北センターは、東北経済産業局が推進する産業クラスター計画「TOHOKU ものづくりコリドー」とも連携しながら地域産業の振興に向けて、東北地域における研究拠点および連携拠点として、先端的な低環境負荷型化学プロセス分野の COE 化を目指すとともに、東北6県の公設研との連携を基軸にした広域連携のハブ機能としての役割を果たしている。当センターには、環境負荷の小さい機能性材料の開発と、環境負荷の少ない且つ省エネルギー型の化学プロセス技術の開発研究を集中的に実施している「コンパクト化学プロセス研究センター」が置かれている。

また、化学産業分野におけるエネルギー多消費型化学プロセスから、省エネルギー・省資源・低環境負荷型化学プロセスへの革新的転換を目指した技術開発と、実用化及び新しい産業創出を目的として「グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム（GIC）」を組織し、

産学官連携活動による産業ニーズと研究シーズのマッチングの促進を図っている。GIC には企業会員88社が参加している。具体的な活動としては、隔月にシーズ毎の講演会を開催し、研究情報の交流促進に努めており、その結果、会員企業との共同研究は21件に達し、研究ユニットのシーズを核とした関連企業との連携強化が図られている。

この他、産学官の連携活動として、国立大学法人東北大学と独立行政法人産業技術総合研究所が組織的連携協力に係わる協定を平成18年1月に締結し、昨年度に引き続き、平成19年度の連絡協議会では6分野（ライフサイエンス、環境・エネルギー、MEMS、情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造、地質）での研究交流の推進を確認し、また、6月に東北大学の研究シーズ紹介の講演会をつくばで開催した。

外部研究機関との共同研究、受託・委託研究、技術研修、研究助成金等に係わる契約業務、JSPS 等によるフェローシップや研究交流（派遣・招聘）等の手続きの円滑化、さらには質の高い特許取得のための弁理士相談を積極的に推進した。

さらに、(独)中小企業基盤整備機構東北支部と協同  
して、技術開発や事業化に関する相談をワンストップで  
提供する窓口として、また東北6県の公設試験研究機関  
との広域連携および情報ネットワークを活用して、地域  
産業の活性化と新産業の創出を目指した東北サテライト  
を平成19年4月に開設した。

4月に東北6県の公設試験研究機関と産総研東北センターからなる産業技術連携推進会議（産技連）東北地域部会の事務局を東北サテライトに設置し、広域連携の強化を図ることで機動的且つ実効性のある産学官連携活動を推進し、地域の中小企業支援や産業振興に対してより一層積極的な役割を果たせる体制を築いた。8月に東北センターの一般公開（来場者558名）を行い、10月に東北地域における航空機産業の振興を目的として、東北航空宇宙産業研究会を産技連東北地域部会内に設立した。

12月には、21世紀における喫緊の課題である持続的発展可能な循環型社会基盤の構築に向けて、新たな産学官連携のプラットフォームの創出を目的としたネイチャーテクノロジー&グリーンプロセスルネッサンス“連携シンポジウム”（参加者189名）を、東北大学大学院環境科学科、循環型社会対応産業クラスター委員会、経済産業省東北経済産業局と共同で開催した。また産学官連携フェア、エコプロダクツ東北等を経済団体等と共催した。企業情報交換会等各種展示会に出展し、研究成果の紹介や技術相談を通して成果普及に努めた。

高温高圧実験室、防塵室、除振室を備えた東北産学官連携研究棟（とうほく OSL）では、平成19年度末で32実験・研究室が使用され、東北地域における新たな産業技術創生のための研究開発が行われている。

業務報告データ：

○刊行物

|                               |      |           |
|-------------------------------|------|-----------|
| 名 称 (Vol. No.)                | 刊行区分 | 発行部数      |
| 産総研東北 Newsletter<br>No. 19~24 | 定 期  | 900~1000部 |

○主催（共催）行事

| 開催年月日              | 名 称                                                              |
|--------------------|------------------------------------------------------------------|
| 19. 04. 23         | 産業技術連携推進会議東北地域部会総会                                               |
| 19. 04. 23         | 東北サテライトオープン記念講演会                                                 |
| 19. 06. 05         | 中小企業産学官連携推進フォーラム                                                 |
| 19. 06. 13         | 産総研－東北大学包括協定記念講演会                                                |
| 19. 08. 25         | 産総研東北センター一般公開                                                    |
| 19. 10. 04<br>～05  | 産業技術連携推進会議東北地域部会秋季<br>合同分科会                                      |
| 19. 10. 05         | 産学官連携フェア2007みやぎ<br>－研究成果発表・交流の集い－                                |
| 19. 10. 11<br>～ 13 | エコプロダクツ東北2007                                                    |
| 19. 10. 12<br>～ 13 | 岩手県工業技術センター一般公開                                                  |
| 19. 10. 16         | 航空宇宙産業研究会設立総会                                                    |
| 19. 10. 25<br>～26  | 知的財産権セミナー                                                        |
| 19. 12. 11         | ネイチャーテクノロジー&グリーンプロ<br>セスルネッサンス “連携シンポジウム”<br>－自然に学ぶ21世紀の環境調和型技術－ |

東北センター 機構図 (2008/3/31現在)

所 長：吉田 忠

所長代理：板橋 修

「東北産学官連携センター」

センター長：(兼)吉田 忠

産学官連携コーディネータ：(兼)板橋 修

総括主幹：倉田 良明、米谷 道夫 他

「ものづくり基盤技術支援室」

室 長：高橋 裕平

—「東北センター研究業務推進室」

室長：富樫 猛 他

「コンパクト化学プロセス研究センター」

(4) つくばセンター (AIST tsukuba)

所在地：〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1

人 員：2,299名（1,815名）

概要：産総研つくばセンターは、産総研全体の研究機能の中核として、およそ70パーセントの施設や研究者が集積した大規模研究拠点である。その特徴を生かし、幅広い研究分野をカバーするとともに、分野を融合した、これまでにない新規研究分野の創出を目指している。また、それらの研究ユニットとともに研究関連・管理部門



の大部分が集中配置され、東京本部及びつくば本部との密な連携によって、産総研の中核を担う役割を持っている。

つくばセンターは、全国に展開する地域センターと連携して、また、その立地する茨城県やつくば市そして首都圏の大学・研究機関・民間企業とも密接な連携を進め、研究人材の供給や研究成果の移転を促進する役割を果している。地域から国際社会までを視野に入れて、社会や産業界が直面している困難な問題について、科学技術の立場から解決策を提供している。

つくばセンターは、つくば地域に展開する最大規模の研究所の一つとして、地域の環境と安全への取り組みも行っている。

#### 機構図（2008/3/31現在）

|                          |                                         |
|--------------------------|-----------------------------------------|
| [つくばセンター]                | 所長 曾良 達生                                |
| —[つくば中央第1]               | 管理監 伊ヶ崎 文和<br>管理監補佐 金田 孝雄               |
| —[つくば中央第2]               | 管理監 石井 格<br>管理監補佐 岡野 宏司                 |
| —[つくば中央第3]               | 管理監 岩本 晃一<br>管理監補佐 矢島 照清                |
| —[つくば中央第4]               | 管理監 岩本 晃一<br>管理監補佐 遠藤 玲子                |
| —[つくば中央第5]               | 管理監 伊ヶ崎 文和<br>管理監補佐 新井 良一               |
| —[つくば中央第6]               | 管理監 伊ヶ崎 文和<br>管理監補佐 寺平 豊                |
| —[つくば中央第7]               | 管理監 伊ヶ崎 文和<br>管理監補佐 渡邊 修治               |
| —[つくば西]                  | 管理監 岩本 晃一<br>管理監補佐 廣瀬 全孝<br>管理監補佐 玉上 康弘 |
| —[つくば東]                  | 管理監 岩本 晃一<br>管理監補佐 後藤 隆司                |
| ---[企画本部]                |                                         |
| ---[業務推進本部]              |                                         |
| ---[イノベーション推進室]          |                                         |
| ---[評価部]                 |                                         |
| ---[環境安全管理部]             |                                         |
| ---[広報部]                 |                                         |
| ---[情報公開・個人情報保護推進室]      |                                         |
| ---[男女共同参画室]             |                                         |
| ---[次期情報システム研究開発推進室]     |                                         |
| ---[監査室]                 |                                         |
| ---[活断層研究センター]           |                                         |
| ---[化学物質リスク管理研究センター]     |                                         |
| ---[ライフサイクルアセスメント研究センター] |                                         |

|                           |
|---------------------------|
| ---[パワーエレクトロニクス研究センター]    |
| ---[ヒューマンストレスシグナル研究センター]  |
| ---[強相関電子技術研究センター]        |
| ---[界面ナノアーキテクニクス研究センター]   |
| ---[グリッド研究センター]           |
| ---[生物情報解析研究センター]         |
| ---[近接場光応用工学研究センター]       |
| ---[固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター] |
| ---[コンパクト化学プロセス研究センター]    |
| ---[水素材料先端科学技術研究センター]     |
| ---[年齢軸生命工学研究センター]        |
| ---[ダイヤモンド研究センター]         |
| ---[バイオニクス研究センター]         |
| ---[太陽光発電研究センター]          |
| ---[ナノカーボン研究センター]         |
| ---[デジタルものづくり研究センター]      |
| ---[糖鎖医工学研究センター]          |
| ---[新燃料自動車技術研究センター]       |
| ---[次世代半導体研究センター]         |
| ---[デジタルヒューマン研究センター]      |
| ---[バイオマス研究センター]          |
| ---[計測標準研究部門]             |
| ---[地圏資源環境研究部門]           |
| ---[知能システム研究部門]           |
| ---[エレクトロニクス研究部門]         |
| ---[光技術研究部門]              |
| ---[人間福祉医工学研究部門]          |
| ---[脳神経情報研究部門]            |
| ---[ナノテクノロジー研究部門]         |
| ---[計算科学研究部門]             |
| ---[生物機能工学研究部門]           |
| ---[計測フロンティア研究部門]         |
| ---[セルエンジニアリング研究部門]       |
| ---[先進製造プロセス研究部門]         |
| ---[地質情報研究部門]             |
| ---[環境管理技術研究部門]           |
| ---[環境化学技術研究部門]           |
| ---[エネルギー技術研究部門]          |
| ---[情報技術研究部門]             |
| ---[メタンハイドレート研究ラボ]        |
| ---[超高速光信号処理デバイス研究ラボ]     |
| ---[器官発生工学研究ラボ]           |
| ---[シグナル分子研究ラボ]           |
| ---[バイオセラピューティック研究ラボ]     |
| ---[先端情報計算センター]           |
| ---[ベンチャー開発センター]          |
| ---[特許生物寄託センター]           |
| ---[地質調査情報センター]           |
| ---[計量標準管理センター]           |
| ---[技術情報部門]               |

---[産学官連携推進部門]  
 ---[知的財産部門]  
 ---[国際部門]  
 ---[研究業務推進部門]  
 ---[能力開発部門]  
 ---[財務会計部門]  
 ---[研究環境整備部門]

## (5) 臨海副都心センター (AIST Tokyo Waterfront)

所在地：〒135-0064 東京都江東区青海二丁目41番地6号  
 人 員：92名（75名）

概 要：産業技術総合研究所臨海副都心センターは、文部科学省及び経済産業省の連携協力によって整備された国際研究交流大学村に、産学官連携の役割を担う研究拠点として、平成13年4月1日に設置された。当センターは国内外産学官各分野の一線級研究者による多様な研究に対応できるフレキシビリティの高い空間を設けている。

そして9つの研究ユニット（生命情報工学研究センター、生物情報解析研究センター、デジタルヒューマン研究センター、ダイヤモンド研究センター、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター、セルエンジニアリング研究部門、情報技術研究部門、ナノテクノロジー研究部門、計測フロンティア研究部門）が、新産業の創出や市場拡大につながる独創的かつ先端的技術シーズの研究開発とともに国内外の研究者との交流や研究成果の情報交換を行っている。

平成17年4月からは、産学官連携の研究拠点を拡張し、新たにバイオテクノロジーと情報工学の融合研究のための施設として、バイオ・IT 融合研究施設の運用を開始した。

当センターへは、平成19年度に内外の大学・企業・政府関係者等約340名が視察に訪れており、国際的な産学官による研究交流拠点としての役割を果たしている。

平成19年度における外部機関と行った連携研究は、共同研究93件、受託研究23件、委託研究4件である。

さらに、御茶の水女子大学との教育研究協力に関する協定（連携大学院）を締結した。

また、展示コーナーの休日特別公開を3回実施するなどの広報活動を行っている。

-----  
 機構図（2008/3/31現在）

[臨海副都心センター] 所長 守谷 哲郎  
 所長代理 在職者なし  
 [臨海副都心産学官連携センター]  
 センター長 (兼)守谷 哲郎  
 副センター長 (兼)橋本 信善  
 総括主幹 東 晴彦

総括主幹 西澤 良教  
 [臨海副都心センター研究業務推進室]  
 室 長 黒羽 義雄  
 総括主幹 樹神 謙三  
 総括事務マネージャー 宮本 哲  
 室長代理 飯田 和治  
 生命情報工学研究センター  
 生物情報解析研究センター  
 デジタルヒューマン研究センター  
 ダイヤモンド研究センター  
 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター  
 セルエンジニアリング研究部門  
 情報技術研究部門  
 ナノテクノロジー研究部門  
 計測フロンティア研究部門

## (6) 中部センター (AIST Chubu)

-----  
 所在地：〒463-8560  
 愛知県名古屋市中区大字下志段味字穴ケ洞  
 2266-98

代表窓口：TEL:052-736-7000、FAX:052-736-7400

サイト：瀬戸サイト：

〒489-0884愛知県瀬戸市西茨町110番地

TEL：0561-82-2141～2

人 員：162名（130名）

概 要：産業技術総合研究所中部センターは、ものづくり産業が高度に集積した中部地域における学術研究開発ゾーンの一つである「なごやサイエンスパーク」に立地し、その中核的研究機関となっている。当センターは、地域における歴史的なものづくりである窯業あるいは機械金属に関わる技術の開発を基盤として発展し、ファインセラミックスや金属などの工業材料の創製・部材化とそのプロセス技術を軸として研究開発を行い、新産業の創生と産業競争力強化に寄与してきた。当センターは、現在、先進製造プロセス研究部門、サステナブルマテリアル研究部門及び計測フロンティア研究部門を擁し、持続的発展可能な社会の構築に貢献できる産業技術を確認するため、材料・プロセス・評価標準に関わる高度な研究を展開している。また、中部における産業政策の展開に貢献するため産業クラスター計画、中小企業のものづくり基盤技術の高度化支援事業等に協力・支援するとともに、さらに地域の企業・大学・公設研と連携し各種研究開発事業への提案を行った。連携・協力提携協定を締結した名古屋大学および名古屋工業大学と記念シンポジウムや技術交流会を開催し、連携強化の糸口を作った。地域の公設試験研究機関とは産業技術連携推進会議の活動を通じ、産総研を中核とした連携を構築するための活動を展開している。平成19年度の代表的な活動状況を以下に示す。

中部センター所属の研究ユニット合同により「産業技

術総合研究所中部センター研究発表会」を開催し、「サステナブルマテリアル研究部門」「先進製造プロセス研究部門」「計測フロンティア研究部門」より5件の研究成果を発表した。100名の参加者があり、中部センターの研究動向をアピールした。また「産学交流テクノフロンティア2007」（来場者9,006名）において、産総研中部センターならびに中部地域の公設試験研究機関が、各機関の紹介やシーズ・連携成果等の展示を合同で行う「中部地域公設研テクノフェア2007」を開催し好評を得た。

技術普及講演会を石川県（参加者45名）で開催した。また、光触媒に関する技術シンポジウムを5月（参加者のべ約600名）にポートメッセなごやで行った。

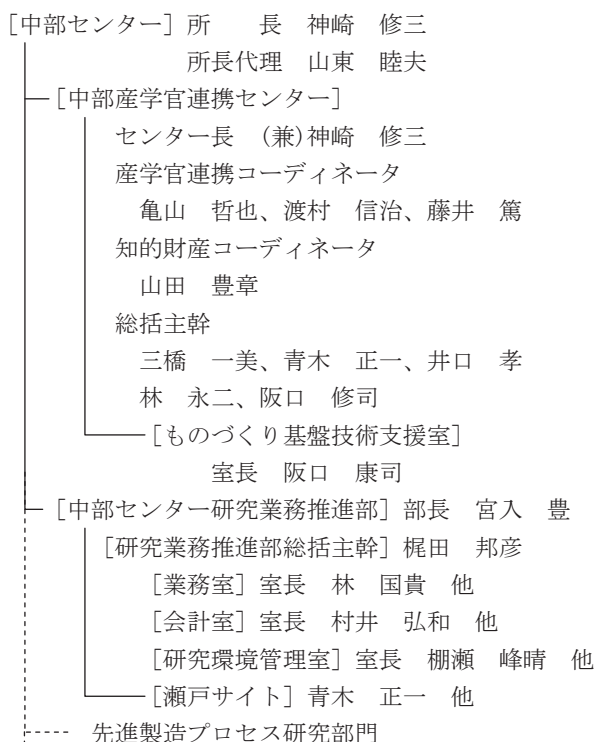
一般公開を8月（来場者1,685名）に開催した。これらの行事以外に、本年度の延べ見学者は527名に達している。

知的財産権の取得を積極的に推進し、国内特許87件、外国特許33件を出願した。

技術相談件数は278件あった。

産業界をはじめとする外部機関との連携も積極的に展開し、共同研究244件、委託研究6件、受託研究42件を行った。大学とは、連携大学院の拡充強化に努め、8大学（名古屋工業大学、岐阜大学、大同工業大学、名城大学、中部大学、愛知工業大学、長岡技術科学大学、上智大学）に13名の教授と4名の准教授が就任している。東海ものづくり創生プロジェクト及び北陸ものづくり創生プロジェクト関連の会議・研究会に職員を派遣した。また、平成19年度は、地域新生コンソーシアム研究開発事業14テーマ及び地域資源活用型研究開発事業5テーマに参加した。

機構図(2008/3/31現在)



----- サステナブルマテリアル研究部門  
----- 計測フロンティア研究部門

## (7) 関西センター (AIST Kansai)

所在地：〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31

代表窓口：TEL：072-751-9601 FAX：072-754-1939

サイト：

尼崎事業所：〒661-0974 兵庫県尼崎市若王寺3-11-46

TEL：06-6494-7854

大阪扇町サイト：〒530-0025 大阪府大阪市北区

扇町2-6-20、TEL：06-6312-0521

千里サイト：〒560-0083 大阪府豊中市

新千里西町1-2-14、TEL：06-4863-5025

人 員：208名 (169名)

概 要：産業技術総合研究所関西センターは、旧大阪工業技術研究所、旧電子技術総合研究所大阪ライフエレクトロニクス研究センター、旧計量研究所大阪計測システムセンター、旧地質調査所大阪地域地質センターの4所を母体としている。

現在、当センターには、3研究センター（ヒューマンストレスシグナル研究センター、ダイヤモンド研究センター、システム検証研究センター）、7研究部門（セルエンジニアリング研究部門、ユビキタスエネルギー研究部門、光技術研究部門、人間福祉医工学研究部門、環境化学技術研究部門、計測標準研究部門、ナノテクノロジー研究部門）及び関西産学官連携センター内の2連携研究体が置かれている。

関西センターは、持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化、地域産業の発展への貢献を目指し、健康な暮らしを支える技術、豊かな暮らしを創る技術、安心・安全な暮らしを守る技術の生活に密着する研究開発を推進している。

関西地域は、産業界とアカデミアが集積し産学官連携が組みやすい構造にある。この特徴を活かし、産総研の研究ポテンシャルを地域産業の振興に役立たせる連携活動も積極的に展開している。

近畿経済産業局をはじめ、企業、大学、公的研究機関、自治体、企業団体や研究開発支援団体などとの交流・連携を深めている。

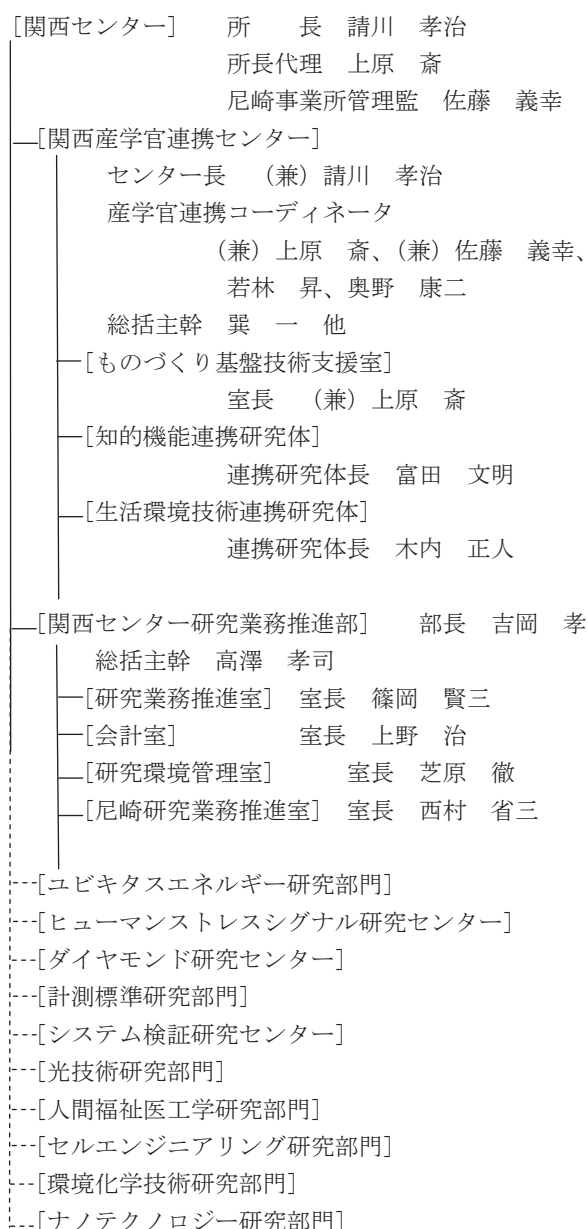
産総研の研究活動を紹介するため、産総研技術シーズ発表会（京都市：130名、福井市：83名）、第2回ナノテクフォーラム（豊中市：148名）、第3回 UBIQEN フォーラム「リチウム電池の新展開」（大阪市：224名）、研究成果発表会「ストレスシグナルと健康産業」（豊中市：138名）、次世代技術講演会「自動車の次世代技術」（大阪市：201名）等を開催した。

連携業務の平成19年度実績（共同研究222件、技術研修96件、受託研究47件、国内特許出願（単願59件、共願53件）は活発な産学官連携の実態が表われている。



また、科学技術の啓蒙普及を主眼に開催した研究所一般公開（尼崎7月27日、454名）、池田市教育特区事業による市内小学校への科学教室や、全国の科学館や地方自治体等の要請による科学教室を95回（参加者5718名）実施した。これらの参加者数からもみられるように関西センターに寄せられている期待は大きい。

-----  
機構図（2008/3/31現在）



知的機能連携研究体

（Collaborative Research Team of Intelligent Functions）

連携研究体長：富田 文明（関西センター）

概要：19年度計画

少子高齢化と産業空洞化が懸念される社会的背景において、産業技術総合研究所が長年にわたって独自に研究

開発している高機能3次元視覚技術を革新的な基盤技術として、多くの分野において、多数の企業が共通的に利用できる産学官連携を推進し、これまでない高度な人間の活動を支援または代行する多様な応用システムを開発し、実用化することにより、産業の改革とともに、生活の向上に貢献する。

#### 1) 基盤技術の研究開発

一般的なニーズの緊急性に基づいて基礎研究の重点課題を設定し、即応的な成果をはかる。

#### 2) 民間共同研究の推進

当該技術の実用化を目指して、関西の企業を中心として共同研究、技術指導を実施する。

#### 3) 産学官連携コンソーシアムの設立

3次元視覚技術の需要の急増に対処するために、多くの企業が協力してグローバルな共同研究を実施する産学官連携コンソーシアムの設立を検討する。

#### 4) AIST 技術移転認定ベンチャー企業の設立

事業規模として大きな FA 分野（生産工程の自動化）に特化して、関西大手企業とのジョイントベンチャー企業を設立する。

#### 19年度成果

1) 遠近両用カメラキャリブレーション、光沢物体用多重偏光画像に関しては新規アルゴリズムを開発しその有効性を実証できた。

2) 自動車部品認識の共同研究の拡大的継続、微小物体認識の技術指導から事業化を目指した共同研究への進展、農水産物形状計測に関する中小企業支援型研究開発制度の（採択）推進、ハンドアイシステムに関する戦略的基盤技術高度化支援事業の（採択）推進など、極めて順調に展開できている。

3) 産学官の新しい連携の試みであり、コンソーシアムに関するアンケートを関連企業に実施し、コンソーシアムの設立は総論賛成、各論慎重という予想通りの結果を得た。今後は、まずは研究会を発足させ、相互の理解を深めるとともに、当該コンソーシアムの是非を含めてそのあり方を議論する。

4) （株）ファクトリビジョンソリューションを発足することができ、特に自動車会社からの大規模な委託に対応する準備ができた。

#### 生活環境技術連携研究体

（Collaborative Research Team for Green Life Technology）

連携研究体長：木内 正人（関西センター）

概要：19年度計画

関西地域では、人の暮らしに役立つ産業が集積している。本連携研究体では、これまでに蓄積した、水処理、空気処理、表面処理技術の核である、バイオ・触媒・プラズマ・イオンビーム・分析の各技術の高度化と融合化

により、人のくらしに関与する商品のグリーン化を実現し製造プロセスのグリーン化を図りつつ、実用化する。具体的には、微生物応用による廃水処理技術を核としながら、省エネルギーに配慮しながら快適空間を創出する技術の実用化と普及を行う。ニーズの探索とシーズの融合により迅速な対応を行う。

#### 19年度成果

水処理技術を中心として、企業との共同研究を3件実施した。技術相談を4件行った。活性化化石炭を利用し、微生物処理による水処理技術の普及に努め、金属加工業排水処理プラントへの応用、漬物廃水処理の実証プラントへの応用、酪農廃水プラントへの応用など、実証試験を展開した。

### (8) 中国センター (AIST Chugoku)

所在地：〒737-0197 広島県呉市広末広2-2-2

代表窓口：電話：0823-72-1111、FAX：0823-73-3284、  
人 員：39名（28名）

概 要：独立行政法人産業技術総合研究所中国センターは、中国地域における中核的な研究機関として、基礎から応用に到る連続的な研究フェーズを有する「本格研究」の確立を目指しつつ、積極的な産学官連携と、基礎研究の成果を産業技術へ橋渡しする「第二種基礎研究」の推進に鋭意取り組んでいる。

中国センターには「バイオマス研究センター」が設置され、木質系バイオマスからのエタノール・ETBE 製造、ディーゼル燃料製造及びシミュレーションによるシステム評価等を行うことによって、石油を中心とする化石資源代替を促進し、循環型エネルギー社会の構築に貢献できる実用化バイオマス転換プロセスの開発を目指している。

また、沿岸海洋研究分野においては、瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体を設置し、環境修復産業の創出を目指して、環境エンジニアリングの研究開発に努めている。

さらに、ものづくり技術分野においては、ものづくり基盤技術の支援を推進すると共に、レーザ応用機能信頼性予測連携研究体を設置し、予測診断技術の研究を進めている。

産学官連携センターは、「中国地域産総研技術セミナー」等を通して産総研の研究開発の成果を中国地域に紹介するとともに、産学官連携による技術開発をコーディネートするべく、努力している。

機構図（2008/3/31現在）

[中国センター]所 長 松永 烈  
| 所長代理 池田 正樹  
| [中国産学官連携センター]

センター長（兼）松永 烈  
産学官連携コーディネータ 大谷 敏昭  
ものづくり基盤技術支援室  
室 長（兼）大谷 敏昭  
レーザ応用機能信頼性予測連携研究体  
体 長（兼）大谷 敏昭

— [中国センター研究業務推進室]

室 長 近森 茂憲

--- [バイオマス研究センター]

水熱・成分分離チーム

エタノール・バイオ変換チーム

BTL トータルシステムチーム

バイオマスシステム技術チーム

--- [地質情報研究部門]

沿岸海洋研究グループ

瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体

レーザ応用機能信頼性予測連携研究体

（Collaborative Research Team of Advanced LASER Non-Destructive Reliability Estimation Technology：略称 LANDRET）

連携研究体長：大谷 敏昭（中国センター）

概 要：レーザ応用機能信頼性予測連携研究体は、中国センターにおいて長年にわたって培ってきたレーザ光回折法に基づく非破壊検査技術及び画像診断技術に関する研究成果を民間企業との共同研究を通じて実用化、事業化することを目的とする。

産総研中国センターの研究シーズである、レーザ光回折法に基づく非破壊検査技術及び画像診断技術に関する研究成果を基盤として、(1)自動車用エンジンシリンダーブロックの高品位加工曲面の品質検査システムの開発、(2)産業機械部品の小径加工穴内面の微小傷・欠陥およびねじ山形状の検査システムの開発、(3)異形・非円筒形状部品の表面欠陥高速検査技術の開発、(4)検査画像の知的画像解析・診断技術の開発に関して、革新的な検査システムの開発試作と性能及び機能評価を行うとともに異常部自動検出のための知的画像診断アルゴリズムの開発と検査画像による性能評価を行う。

### (9) 四国センター (AIST Shikoku)

所在地：〒761-0395 香川県高松市林町2217番地14号

人 員：38名（29名）

概 要：独立行政法人産業技術総合研究所の四国拠点としての四国センターは、'94.7月に香川県が技術・情報・文化の複合拠点として旧高松空港跡地に整備した「香川インテリジェントパーク」内に位置している。本パーク内には、先端技術・ソフトウェア開発などを行う県内外企業の研究所、香川大学工学部、香川県における総合的な支援事業を行うかがわ産業支援財団とその附属

の研究所、総合コンベンション施設などが集積している。

四国センターの産学官連携等においては、四国経済産業局、中小企業基盤整備機構四国支部、四国工業研究会等と協力し、四国内外の広域連携による民間企業などとの産学官連携活動、技術開発やコーディネート等の支援活動を活発に行い、地域の産業振興・社会ニーズに応えて貢献している。

研究拠点としての四国センターでは、四国経済産業局の四国テクノブリッジ（産業クラスター）計画の重点課題である健康関連産業を中心とした産業の育成・振興に向けた取組を強化するなど特定の領域で、世界的に高いポテンシャルを有する先端融合研究を推進している。

また、四国センターでは「持続可能な循環型社会の実現に向けて」を旗印に、ISO14001の認証を2004. 1. 23に取得、2008年3月31日現在、認証継続中である。

平成19年度における四国センターの主な業務実績等は次のとおりである。

#### (1) 健康工学研究センター

健康な長寿社会の構築を見据え、人間生活における人体の健康維持管理に関する工学的技術開発の推進を目的として、平成17年4月に「健康工学研究センター」を設立。産総研の全研究ユニットや四国の行政・企業・大学・研究機関等と緊密に連携しつつ、健康予知診断技術および健康リスク削減技術を中心とした研究開発並びに健康産業創出を推進するわが国における健康工学研究の中核拠点を目指している。

#### (2) 四国産学官連携センター

平成19年度の連携拠点としての取組と実績は次のとおりである。

##### ① 産学官連携プロジェクトの発掘・立案・実施

- ・四国経済産業局と連携したテクノキャラバンを実施（相談件数26件）。
- ・連携プロジェクト発掘、企業ニーズ調査のための企業訪問を実施（訪問企業数 延べ116社）。
- ・地域新生コンソーシアム研究開発事業に新規参画1件、前年度からの継続案件3件、計4件に参画。
- ・地域中小企業支援型研究開発事業に民間企業と共同提案し、2件採択。
- ・徳島県が実施している知的クラスター創成事業に参画。
- ・戦略的基盤技術高度化支援事業（サポーティングインダストリー）に参画。
- ・共同研究10件（四国内2件、資金提供型3件）、受託研究19件、技術研修8件を実施。

##### ② 広域連携を目指した活動

- ・平成17年度に締結した四国6大学（国立5大学＋高知工科大学）との包括連携協定に基づき、定期的に「大学・産総研四国連絡協議会」を開催。連携すべき案件、研究課題等を検討し、競争的資金の獲得や関係機関との連携拡大・強化に積極的に取

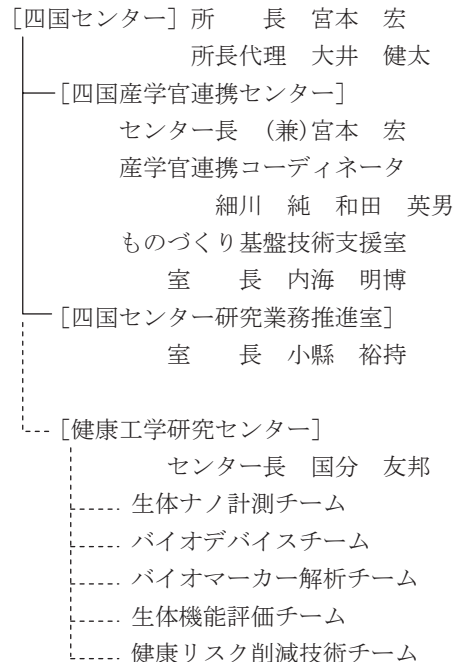
り組んでいる。

- ・昨年度に引き続き（財）四国産業・技術振興センター等と連携し、「第2回四国食品健康フォーラム」を開催した（約130名参加）。
- ・テレビ会議システムを活用して、（独）中小企業基盤整備機構四国支部とのネットワークを形成し、業務に関する連携を強化・推進した。
- ・産業技術連携推進会議四国地域部会の事務局として、公設試研究者の交流と研鑽を目的として「四国地域公設試験研究機関研究者合同研修会」を実施した。

#### ③ 広報活動

- ・地域への技術シーズの提供として、研究講演会（産総研四国センター研究講演会、四国工業研究会・次世代バイオナノ研究会）5回、産総研技術セミナー1回、溶接・表面改質フォーラム3回等開催した。
- ・四国センター一般公開（650名）、見学者受け入れ10団体（延べ61名）を実施。
- ・産業技術総合研究所四国センターや四国産業技術研究のホームページ、2ヶ月毎に企業会員宛メールマガジンで情報発信。

機構図（2008/3/31現在）



#### (10) 九州センター（AIST Kyushu）

所在地：〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町807-1

代表窓口：TEL：0942-81-3600 FAX：0942-81-4089

福岡サイト：〒812-0038 福岡市博多区祇園町4番2号

博多祇園 BLDG. 3F



TEL : 092-282-0283 FAX : 092-282-0281

直方サイト : 〒822-0002 福岡県直方市頓野1541

TEL : 0949-26-5511 FAX : 0949-26-5518

福岡西事業所 : 〒819-0395 福岡市西区元岡744

TEL : 092-802-0260 FAX : 092-802-0259

人 員 : 61名 (46名)

概 要 : 産業技術総合研究所九州センターは、佐賀県鳥栖市を拠点とし、福岡市にも研究拠点（福岡西事業所：水素材料先端科学技術センター）と連携拠点（福岡サイト）を構えている。

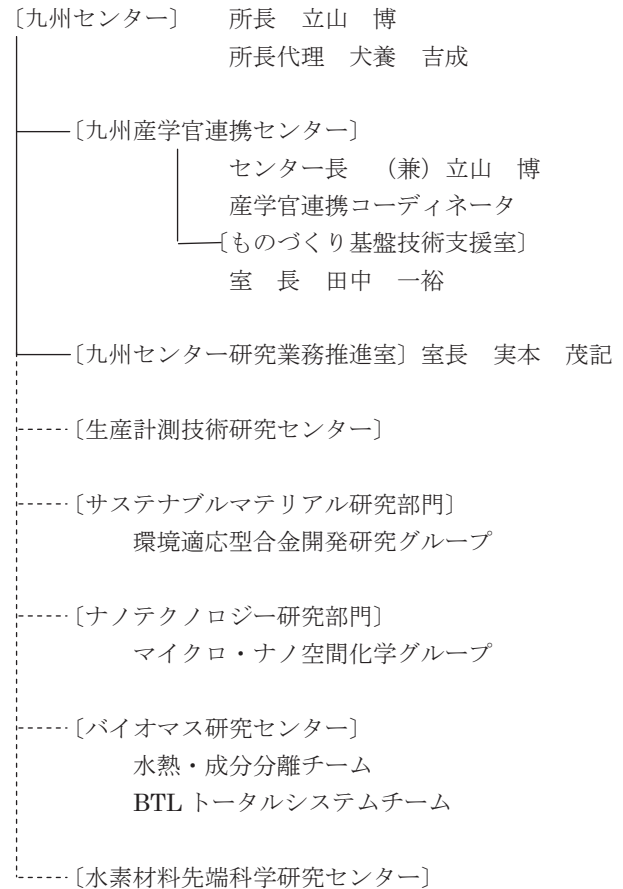
平成19年9月29日には九州センターを一般公開し、青少年に科学の楽しさ、作る喜びを体験させた。「体験型サイエンスショー」や「体験コーナー」に子供たちは興味を示し、「チョロメテ」、「筋電」等の展示にも人気が集まった。前日に行った鳥栖市内中学生600名の見学が功を奏し、一般公開当日の来場者数は858名を記録した。

平成19年8月に「生産計測技術研究センター」が設立され、「生産現場の技術革新を目指す計測技術」と題して九州センター研究講演会を平成20年2月15日に開催した。「イノベーション政策と九州の研究開発の方向」について九州経済産業局長の講演、「新研究センターの役割と産総研における位置づけ」について新研究センター長の講演等があった。また、当センターの研究成果発表もあり、活発な交流会で幕を閉じた。研究講演会の参加者は156名であった。

九州センター産学官連携推進事業（講演会、セミナー等）として、九州・沖縄地域公設試&産総研合同成果発表会（10月24日、参加者198名）、産総研テクノショップ in 九州（11月29日、参加者158名）等を開催した。福岡サイトの移転に伴う開所式及びセミナーを中小企業基盤整備機構九州支部（同ビルに同居）と共同開催した。また、産総研コンソーシアム「実環境計測・診断システム協議会」が主催する講演会およびその傘下の研究会による講演会を11回開催した。

商談会インフォネットフェスティバル2007（5月18～19日）、福岡ナノテク NOW（5月21～23日）、エコテクノ2007（10月17～19日）、ものづくりフェア（10月24～26日）、北九州学研都市産学連携フェア（10月31～11月2日）、西日本国際福祉機器展（11月16～18日）等の地域イベントに試作品やパネル等を出展し、オール産総研の研究成果普及活動を行った。

機構図（2008/3/31現在）



## 4. 総合センター

&lt;凡 例&gt;

総合センター名 (English Name)

所在地：住所

概 要：部門概要

関連組織：

業務報告データ（表等で報告）

(1) 地質調査総合センター  
(Geological Survey of Japan)

所在地：〒305-8567 つくば市東1-1-1 中央第7 他  
 概 要：産業技術総合研究所地質調査総合センターは、以下に示すように地質調査総合センター代表である研究コーディネータのもとに研究ユニット及び関連部署からなる産総研内の「地質の調査」に関連する組織の総称である。この組織はほぼ旧地質調査所を引き継いでおり、対外的には“Geological Survey of Japan”を名乗って、各国地質調査所に対して我が国を代表する窓口となっている。

「地質の調査」は、産総研のミッションの一つとして位置付けられている。地質学及び関連科学の幅広い分野にわたる研究者からなる地質調査総合センターは、学際的・境界領域的研究分野の積極的開拓を目指した連携体制を構築し、国の知的基盤整備の一翼をになうとともに、地震・火山噴火等の突発的地質災害発生時の緊急調査・観測体制に対応する機能を持っている。また、地質調査総合センターは、構成する研究ユニットの地質分野における研究成果を一つの出口としてまとめ、旧地質調査所の出版物刊行を引き継いだ出版活動及び成果普及活動を実施している。さらに、産学官連携活動の一環として、経済産業省知的基盤課との定期連絡会、関連業界団体である（社）全国地質調査業協会連合会、地方公共団体等との定期懇談会、産総研コンソーシアム「地質地盤情報協議会」、産技連知的基盤部会等を実施している。

地質調査総合センターでは、各ユニット及び関連部署間の意思の疎通を図るために、隔週の連絡会議を開催し、情報交換・意見交換等を行っている。

-----  
関連組織（2008/3/31現在）

[地質調査総合センター]

代表・研究コーディネータ 佃 栄吉

産学官連携コーディネータ 古宇田 亮一

研究ユニット

[活断層研究センター]

センター長 杉山 雄一 他

[地圏資源環境研究部門]

部門長 矢野 雄策 他

[地質情報研究部門]

部門長 富樫 茂子 他

[深部地質環境研究コア]

コア代表 渡部 芳夫 他

関連部署

[地質調査情報センター]

センター長 栗本 史雄 他

[広報部 地質標本館]

館長 青木 正博 他

地域拠点等

[産学官連携推進部門 北海道産学官連携センター]

中川 充 他

[産学官連携推進部門 東北産学官連携センター]

高橋 裕平 他

[産学官連携推進部門 関西産学官連携センター]

寒川 旭

事務局

[地質調査情報センター]

業務報告データ

日付 地質調査総合センター行事

H19. 4. 3 地質調査総合センター新人研修 ～4.6

H19. 4. 17 科学技術週間と春の地質標本館特別展  
「つくばの自然再発見」ーフィールドに行こう！ー

H19. 4. 18 CCOP 第49回管理理事会（マレーシア） ～4.20

H19. 4. 21 地質標本館普及講演会「つくばの地形環境」

H19. 4. 24 能登半島地震速報

H19. 4. 24 第16回知的基盤課ー地質調査総合センタ

|             |                                                             |             |                                                                      |
|-------------|-------------------------------------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------|
|             | 一連絡会                                                        | H19. 10. 22 | 地質調査研修 ～10. 26                                                       |
| H19. 5. 9   | 鉱物資源課ー地質調査総合センター懇談会                                         | H19. 10. 29 | APEC 科学技術 WG (シンガポール) ～10. 30                                        |
| H19. 5. 15  | 中国地質調査局との MOU 締結                                            | H19. 11. 10 | 地質標本館 第19回自分で作ろう!!化石レプリカ「デスモスチルスの歯」                                  |
| H19. 5. 15  | APEC 科学技術 WG (ウラジオストク) ～5. 16                               | H19. 11. 15 | COV-5 (雲仙) (ブース展示) ～11. 23                                           |
| H19. 5. 19  | 地球惑星科学関連学会 (幕張メッセ) (ブース出展) ～5. 24                           | H19. 11. 26 | APEC 研修 ～12. 15                                                      |
| H19. 5. 21  | GEO Grid 連携会議                                               | H19. 11. 30 | 産技連知的基盤部会総会                                                          |
| H19. 5. 23  | 第1回「震災対策技術展／地域防犯技術展」(大阪会場) (ブース出展) ～5. 24                   | H19. 12. 2  | 地質標本館特別展示「地質情報展2007北海道 探検! 熱くゆたかなぼくらの大地」                             |
| H19. 5. 27  | 地質標本館 野外観察会「地形を見る目をつくばで磨こう」                                 | H19. 12. 19 | 第9回地質調査総合センターシンポジウム「地質学的手法による火山活動予測ー火山災害の軽減を目指してー」(秋葉原ダイビル)          |
| H19. 5. 29  | 地質地盤情報協議会総会・講演会                                             | H20. 1. 5   | 未来館地下展講演会 ～1. 6                                                      |
| H19. 6. 11  | 第7回地質調査総合センターシンポジウム「地質学から地震の予測を目指すー産総研における地震研究ー」(秋葉原ダイビル)   | H20. 1. 7   | 「地質資源の新たな展開ー身近な資源・アジアの資源ー」(産総研中央第2ロビー展示) ～1. 15                      |
| H19. 6. 19  | 渋谷区温泉施設爆発事故速報                                               | H20. 1. 8   | 第18回知的基盤課ー地質調査総合センター連絡会議                                             |
| H19. 7. 6   | 第3回 CCOP 国内支援委員会                                            | H20. 1. 11  | 本格研究ワークショップ                                                          |
| H19. 7. 16  | 新潟県中越沖地震速報                                                  | H20. 1. 15  | 野外調査・観測におけるリスク管理に関するタスクフォース作業部会                                      |
| H19. 7. 21  | 地質標本館特別展 三宅島火山ーその魅力と噴火の特訓ー                                  | H20. 1. 16  | 埼玉県地震対策セミナー                                                          |
| H19. 7. 21  | 地質標本館特別講演会「火山噴火に備えてー2000年三宅島噴火を体験してー」                       | H20. 1. 16  | 地質分野アウトリーチ委員会                                                        |
| H19. 7. 21  | 産総研つくばセンター一般公開                                              | H20. 1. 17  | タイ王国鉱物資源局と MOU 締結                                                    |
| H19. 7. 25  | 第8回地質調査総合センターシンポジウム「公共財としての地質地盤情報ーボーリングデータの整備と活用ー」(秋葉原ダイビル) | H20. 1. 17  | モンゴル地質調査所と MOU 締結                                                    |
| H19. 7. 30  | アジア・オセアニア地球科学会 (AOGS) 第4回年会 (タイ) (ブース出展) ～8. 4              | H20. 1. 21  | CCOP-AIST GEO Grid 研修 ～1. 24                                         |
| H19. 8. 3   | 第17回知的基盤課ー地質調査総合センター連絡会                                     | H20. 1. 22  | 第2回 GEO Grid ワークショップ                                                 |
| H19. 8. 9   | 第5回火山都市国際会議 (島原市) (ブース出展)                                   | H20. 1. 22  | 第2回 GEO Grid 推進会議                                                    |
| H19. 8. 24  | 地質標本館「化石のクリーニング」                                            | H20. 1. 31  | 第12回「震災対策技術展／自然災害対策技術展 (横浜会場)」(ブース出展) ～2. 1                          |
| H19. 8. 25  | 地質標本館「夏休み地球何でも相談」                                           | H20. 2. 5   | ジオパーク関連省庁連絡会                                                         |
| H19. 9. 7   | 地質情報展2007北海道「探検! 熱くゆたかなぼくらの大地」 ～9. 10                       | H20. 2. 8   | 自治体・産総研地盤情報連絡会                                                       |
| H19. 9. 22  | 「地下展ー空想と科学がもたらす闇の冒険ー」(日本科学未来館) (出展協力) ～H20. 1. 28           | H20. 2. 14  | 研究職つくば見学会                                                            |
| H19. 9. 26  | 地質標本館「デスモスチルス歌登標本世界一の全身化石発見から30年」                           | H20. 2. 19  | 全地連ー地質調査総合センター第7回懇談会                                                 |
| H19. 10. 14 | 地質標本館普及講演会「謎の絶滅哺乳類デスモスチルスの復元」                               | H20. 2. 20  | 第4回 CCOP 国内支援委員会                                                     |
| H19. 10. 16 | CPC (中国) ～10. 18                                            | H20. 2. 27  | 地質情報展支援委員会                                                           |
| H19. 10. 22 | CCOP 第44回総会・第50回管理理事会 (フィリピン) ～10. 28                       | H20. 3. 11  | 地質地盤情報協議会総会                                                          |
|             |                                                             | H20. 3. 11  | 第10回地質調査総合センターシンポジウム「地質リスクとリスクマネジメントー地質事象の認識における不確実性とその対応ー」(秋葉原ダイビル) |
|             |                                                             | H20. 3. 19  | 第11回地質調査総合センターシンポジウム「地下水のさらなる理解に向けてー産総研のチャレンジー」(秋葉原ダイビル)             |



- H20. 3. 19 地質標本館特別展示「青柳鉤物標本の世界」  
H20. 3. 22 地質標本館 「第20回自分で作ろう!!化石レプリカ」  
H20. 3. 27 APEC 科学技術 WG（香港）～3. 29

## (2) 計量標準総合センター (National Metrology Institute of Japan)

所在地：〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 中央第3

概要：産業技術総合研究所内の計測標準研究部門と計量標準管理センターの2つの部署等を一括して、計量標準総合センター（National Metrology Institute of Japan：NMIJ）と総称している。計量標準総合センターは、この2部署等が互いに連携を取りながら、経済産業省が企画立案する政策のもと、計量標準や計測分析技術に関する先導的な研究開発を行っていくとともに、質の高い標準供給を行い、我が国のトレーサビリティ制度と法定計量制度の発展に貢献をしている。また、計量標準総合センターは、外部からは産総研の計量に関わる活動の中核的な組織として位置付けられ、国際的にはメートル条約などにおいて日本の代表機関として位置付けられている。

計量に関わる活動を円滑に進めるために、企画本部と首席評価役を交えて毎週1回の定期的な連絡会を開催しており、その事務局を計量標準計画室が担っている。

具体的な、主な活動は以下の通りである。

- 1) 標準整備計画に基づく、既存の計量標準の維持・改善と新しい標準の研究・開発
- 2) 高品質な標準の供給、共同研究・技術指導、広報活動等による成果の普及
- 3) 計量標準の需要動向の調査と、それに基づく標準整備計画や研究課題への反映
- 4) メートル条約、OIML 条約などの国際条約に基づく活動（計量標準の国際相互承認 [MRA]、各国の国家計量機関 [NMI] との研究協力・技術協力など）
- 5) 計量や計測に関する人材の育成
- 6) 計量法に基づく計量器の型式承認試験、基準器検査等

関連組織（2008/3/31現在）

[計量標準総合センター] 代表 田中 充  
[計測標準研究部門]  
部門長 田中 充 他  
[計量標準管理センター]  
センター長 三戸 章裕 他

業務報告データ

- ・計量標準総合センター全体会合 2回  
(4月11日、1月4日)
- ・計量標準総合センター連絡会 41回
- ・2007年度供給開始標準項目  
物理標準 19、 標準物質 12
- ・ピアレビュー及び ASNITE-NMI 認定審査

技術ピアレビュー・ASNITE-NMI 認定の合同審査を通じて、8種類の校正サービス・標準物質供給について認定を取得した

- ・JCSS 審査等への技術専門家の派遣  
延べ97件、技術専門家の派遣を実施した
- ・講演会等 6回

1. TEST2007特別セミナー：第19回 NMIJ セミナー～NMIJ における『マテリアルメトロロジー』への取り組み～（NMIJ、日本試験機工業会主催）4月4日 東京ビッグサイト
2. 国際計量標準シンポジウム～「未来を拓くものさし・光コム」～（NMIJ、国際度量局(BIPM)共催）5月18日 つくば国際会議場
3. 第20回 NMIJ セミナー：一確かな分析に必要な標準物質～ 8月30日 幕張メッセ
4. 計測標準フォーラム第5回合同講演会（NMIJ、日本 NCSLI 主催）11月22日 大田区産業プラザ PiO
5. 計量標準総合センター第12回成果発表会 12月13日～14日 3-9棟会議室
6. 計量標準総合センター第13回成果発表会 1月17日～18日 3-9棟会議室

- ・イベント参加等 5回

1. 「TEST2007（第9回総合試験機器展）」ブース出展  
4月6～8日 東京ビッグサイト
2. 「2007分析展」ブース出展 8月29日～30日 幕張メッセ
3. 「計測展2007 TOKYO」 ブース出展 11月7日～9日 東京ビッグサイト
4. 「PITTCON 2008」ブース出展 3月3日～6日 米国ルイジアナ州ニューオーリンズ市 Morial Convention Center
5. 「Car Testing Japan 2008」ブース出展 3月11日～12日 東京有明 TFT ホール

- ・出版物発行 4回

1. 産総研計量標準報告 Vol. 6 No. 1 発刊（2007. 3）
2. 産総研計量標準報告 Vol. 6 No. 2 発刊（2007. 5）
3. 産総研計量標準報告 Vol. 6 No. 3 発刊（2007. 9）
4. 産総研計量標準報告 Vol. 6 No. 4 発刊（2008. 2）

## ① 物理標準

## 法定計量

| 種 類    | 受理個数  | 検査・試験個数 | 不合格個数 | 不合格率 (%) |
|--------|-------|---------|-------|----------|
| 検定     | 169   | 14      | 0     | 0.0      |
| 型式承認試験 | 90    | 85      | 14    | 16.5     |
| 基準器検査  | 2,474 | 2,437   | 32    | 1.3      |
| 比較検査   | 53    | 53      | 0     | 0.0      |

## 校正・試験等

| 種 類                     | 受理個数 | 校正・試験個数 |
|-------------------------|------|---------|
| 特定標準器による校正<br>(特定二次標準器) | 365  | 319     |
| 特定標準器による校正<br>(特定副標準器)  | 13   | 14      |
| 依頼試験                    | 376  | 388     |
| 技能試験等校正                 | 22   | 15      |
| 部門内・所内校正                | 98   | 143     |
| 研究開発品                   | 31   | 31      |

## イ. 検 定

当所で現在行われている計量法に基づいた検定業務は、精度の極めて高いものと高度の検定設備能力を必要とするものなどの機種だけがその対象となっている。

| 種 類                |                        | 項目<br>実施場所 | 受理個数 | 検査個数 | 不合格<br>個 数 | 不合格率<br>(%) |
|--------------------|------------------------|------------|------|------|------------|-------------|
| 温<br><br><br><br>度 | ベックマン温度計               | つくばセンター    | 0    | 0    | 0          | 0.0         |
|                    |                        | 大阪扇町サイト    | 14   | 14   | 0          | 0.0         |
|                    |                        | 小 計        | 14   | 14   | 0          | 0.0         |
|                    | ベックマン温度計以外の<br>ガラス製温度計 | つくばセンター    | 0    | 0    | 0          | 0.0         |
|                    |                        | 大阪扇町サイト    | 155  | 0    | 0          | 0.0         |
|                    |                        | 小 計        | 155  | 0    | 0          | 0.0         |
| 合 計                |                        | つくばセンター    | 0    | 0    | 0          | 0.0         |
|                    |                        | 大阪扇町サイト    | 169  | 14   | 0          | 0.0         |
| 総 計                |                        |            | 169  | 14   | 0          | 0.0         |



## ロ、型式承認試験

計量器の構造（性能及び材料の特性を含む。）をあらかじめ十分に試験して、一定の基準に適合するものに「型式の承認」を与え、同一構造のものについては、その後の計量器の検定に際し、構造の検定を省略（一部残るものもある）し、検定の適正化と効率化を図る制度である。

型式承認試験統計表

| 種 類         |            | 項目<br>実施場所 | 受 理 件 数 |    |    | 試 験<br>件 数 | 承 認<br>件 数 | 不承認<br>件数 | 不承認率<br>(%) |
|-------------|------------|------------|---------|----|----|------------|------------|-----------|-------------|
|             |            |            | 新規      | 追加 | 計  |            |            |           |             |
| タクシメーター     |            | つくばセンター    | 2       | 0  | 2  | 1          | 0          | 1         | 100.0       |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 2       | 0  | 2  | 1          | 0          | 1         | 100.0       |
| 質<br>量<br>計 | 非自動はかり     | つくばセンター    | 13      | 8  | 21 | 25         | 18         | 7         | 28.0        |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 13      | 8  | 21 | 25         | 18         | 7         | 28.0        |
| 温<br>度<br>計 | ガラス製体温計    | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 抵抗体温計      | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 5       | 0  | 5  | 4          | 4          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 5       | 0  | 5  | 4          | 4          | 0         | 0.0         |
| 体<br>積<br>計 | 水道メーター     | つくばセンター    | 13      | 0  | 13 | 7          | 1          | 6         | 85.7        |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 13      | 0  | 13 | 7          | 1          | 6         | 85.7        |
|             | 温水メーター     | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 燃料油メーター    | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 液化石油ガスメーター | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | ガスメーター     | つくばセンター    | 4       | 0  | 4  | 3          | 3          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 4       | 0  | 4  | 3          | 3          | 0         | 0.0         |
| 圧<br>力<br>計 | アネロイド型圧力計  | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | アネロイド型血圧計  | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 38      | 0  | 38 | 36         | 36         | 0         | 0.0         |
| 計           | 38         | 0          | 38      | 36 | 36 | 0          | 0.0        |           |             |
| 熱<br>量<br>計 | ボンベ型熱量計    | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 積算熱量計      | つくばセンター    | 2       | 0  | 2  | 6          | 6          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
| 計           | 2          | 0          | 2       | 6  | 6  | 0          | 0.0        |           |             |
| 騒<br>音<br>計 | 普通騒音計      | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 精密騒音計      | つくばセンター    | 1       | 0  | 1  | 1          | 1          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
| 計           | 1          | 0          | 1       | 1  | 1  | 0          | 0.0        |           |             |
| 照度計         |            | つくばセンター    | 1       | 1  | 2  | 1          | 1          | 0         | 0.0         |
|             |            | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |            | 計          | 1       | 1  | 2  | 1          | 1          | 0         | 0.0         |

| 種 類         |                      | 項目<br>実施場所 | 受 理 件 数 |    |    | 試 験<br>件 数 | 承 認<br>件 数 | 不承認<br>件数 | 不承認率<br>(%) |
|-------------|----------------------|------------|---------|----|----|------------|------------|-----------|-------------|
|             |                      |            | 新規      | 追加 | 計  |            |            |           |             |
| 濃<br>度<br>計 | ジルコニア式酸素濃<br>度計      | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 溶液導電率式二酸化<br>硫黄濃度計   | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 磁気式酸素濃度計             | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 紫外線式二酸化硫黄<br>濃度計     | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 紫外線式窒素酸化物<br>濃度計     | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 非分散型赤外線式<br>二酸化硫黄濃度計 | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 非分散型赤外線式<br>窒素酸化物濃度計 | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | 非分散型赤外線式<br>一酸化炭素濃度計 | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 1       | 0  | 1  | 1          | 1          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 計          | 1       | 0  | 1  | 1          | 1          | 0         | 0.0         |
|             | 化学発光式窒素<br>酸化物濃度計    | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | ガラス電極式水素<br>イオン濃度検出器 | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 計          | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             | ガラス電極式水素<br>イオン濃度指示計 | つくばセンター    | 0       | 0  | 0  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 1       | 0  | 1  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
|             |                      | 計          | 1       | 0  | 1  | 0          | 0          | 0         | 0.0         |
| 合 計         |                      | つくばセンター    | 36      | 9  | 45 | 44         | 30         | 14        | 31.8        |
|             |                      | 大阪扇町サイト    | 45      | 0  | 45 | 41         | 41         | 0         | 0.0         |
| 総 計         |                      |            | 81      | 9  | 90 | 85         | 71         | 14        | 16.5        |

## ハ、基準器検査

計量器の構造、修理などの事業を行う者及び計量関係行政機関等が、検定、定期検査、立入検査などを行う場合には、その標準として基準器検査に合格して基準器検査成績書が交付された基準器を用いることになっている。基準器検査の対象機種の大半については、当所が検査をおこなっており、これらの業務は、計量法に基づいて行う重要な標準供給業務となっている。なお、基準器検査は検定手数料の関係から次の二つに大別される。

(1) 手数料を徴収する検査（計量器メーカー等が使用するもの）

(2) 手数料を伴わない検査（計量行政機関等が使用するもの）

基準器検査統計表

| 種 類   |            | 項 目<br>実施場所 | 受理個数  | 検査個数  | 不合格個数 | 不合格率<br>(%) |
|-------|------------|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| 長さ    | 基準巻尺       | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 26    | 26    | 2     | 7.7         |
|       |            | 小 計         | 26    | 26    | 2     | 7.7         |
|       | 合 計        |             | 26    | 26    | 2     | 7.7         |
| 質量基準器 | 基準手動天びん    | つくばセンター     | 121   | 123   | 2     | 1.6         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 137   | 146   | 4     | 2.7         |
|       |            | 小 計         | 258   | 269   | 6     | 2.2         |
|       | 基準台手動はかり   | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 小 計         | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       | 基準直示天びん    | つくばセンター     | 4     | 4     | 0     | 0.0         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 9     | 9     | 1     | 11.1        |
|       |            | 小 計         | 13    | 13    | 1     | 7.7         |
|       | 特級基準分銅     | つくばセンター     | 463   | 432   | 3     | 0.7         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 553   | 524   | 1     | 0.2         |
|       |            | 小 計         | 1,016 | 956   | 4     | 0.4         |
|       | 合 計        |             | 1,287 | 1,238 | 11    | 0.9         |
| 温度基準器 | 基準ガラス製温度計  | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 493   | 495   | 9     | 1.8         |
|       |            | 小 計         | 493   | 495   | 9     | 1.8         |
|       | 基準ベックマン温度計 | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 1     | 1     | 0     | 0.0         |
|       |            | 小 計         | 1     | 1     | 0     | 0.0         |
|       | 合 計        |             | 494   | 496   | 9     | 1.8         |
| 体積基準器 | 基準フラスコ     | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 5     | 5     | 0     | 0.0         |
|       |            | 小 計         | 5     | 5     | 0     | 0.0         |
|       | 基準ビュレット    | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 8     | 8     | 0     | 0.0         |
|       |            | 小 計         | 8     | 8     | 0     | 0.0         |
|       | 基準ガスメーター   | つくばセンター     | 67    | 70    | 2     | 2.9         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 小 計         | 67    | 70    | 2     | 2.9         |
|       | 基準水道メーター   | つくばセンター     | 71    | 71    | 4     | 5.6         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 小 計         | 71    | 71    | 4     | 5.6         |
|       | 基準燃料油メーター  | つくばセンター     | 83    | 81    | 0     | 0.0         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 小 計         | 83    | 81    | 0     | 0.0         |
|       | 基準タンク      | つくばセンター     | 120   | 123   | 0     | 0.0         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 小 計         | 120   | 123   | 0     | 0.0         |
|       | 基準体積管      | つくばセンター     | 26    | 27    | 1     | 3.7         |
|       |            | 大阪扇町サイト     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |            | 小 計         | 26    | 27    | 1     | 3.7         |
|       | 合 計        |             | 380   | 385   | 7     | 1.8         |



| 種 類   |                     | 項 目<br>実施場所 | 受理個数  | 検査個数  | 不合格個数 | 不合格率<br>(%) |
|-------|---------------------|-------------|-------|-------|-------|-------------|
| 密度基準器 | 基準密度浮ひょう            | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 34    | 34    | 0     | 0.0         |
|       |                     | 小 計         | 34    | 34    | 0     | 0.0         |
|       | 液化石油ガス用<br>浮ひょう型密度計 | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 67    | 68    | 2     | 2.9         |
|       |                     | 小 計         | 67    | 68    | 2     | 2.9         |
| 合 計   |                     |             | 101   | 102   | 2     | 2.0         |
| 圧力基準器 | 基準液柱型圧力計            | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 54    | 56    | 0     | 0.0         |
|       |                     | 小 計         | 54    | 56    | 0     | 0.0         |
|       | 基準重錘型圧力計            | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 96    | 99    | 1     | 1.0         |
|       |                     |             | 小 計   | 96    | 99    | 1           |
| 合 計   |                     |             | 150   | 155   | 1     | 0.6         |
| 熱量基準器 | 基準流水型熱量計            | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 小 計         | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       | ユンケルス式流水型<br>熱量計    | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     |             | 小 計   | 0     | 0     | 0           |
| 合 計   |                     |             | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
| 騒音    | 基準静電型<br>マイクロホン     | つくばセンター     | 11    | 12    | 0     | 0.0         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 小 計         | 11    | 12    | 0     | 0.0         |
|       | 合 計                 |             |       | 11    | 12    | 0           |
| 振動    | 基準サーボ式ピック<br>アップ    | つくばセンター     | 6     | 4     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 小 計         | 6     | 4     | 0     | 0.0         |
|       | 合 計                 |             |       | 6     | 4     | 0           |
| 濃度    | 基準酒精度浮ひょう           | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 1     | 1     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 小 計         | 1     | 1     | 0     | 0.0         |
|       | 合 計                 |             |       | 1     | 1     | 0           |
| 比重基準器 | 基準比重浮ひょう            | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 18    | 18    | 0     | 0.0         |
|       |                     | 小 計         | 18    | 18    | 0     | 0.0         |
|       | 基準重バネ式<br>浮ひょう      | つくばセンター     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 0     | 0     | 0     | 0.0         |
|       |                     |             | 小 計   | 0     | 0     | 0           |
| 合 計   |                     |             | 18    | 18    | 0     | 0.0         |
| 合 計   |                     | つくばセンター     | 972   | 947   | 12    | 1.3         |
|       |                     | 大阪扇町サイト     | 1,502 | 1,490 | 20    | 1.3         |
| 総 計   |                     |             | 2,474 | 2,437 | 32    | 1.3         |

## 二、比較検査

比較検査は、検定と同様に合否の判定を行うが、具体的な器差を明らかにして成績書を交付し、精密な計量に奉仕する制度である。

### 比較検査

| 種 類     | 項目      | 受理個数 | 検定個数 | 不合格<br>個 数 | 不合格率<br>(%) |
|---------|---------|------|------|------------|-------------|
|         | 実施場所    |      |      |            |             |
| 酒精度浮ひょう | つくばセンター | 0    | 0    | 0          | 0.0         |
|         | 大阪扇町サイト | 53   | 53   | 0          | 0.0         |
| 総 計     |         | 53   | 53   | 0          | 0.0         |

ホ、特定標準器による校正試験

## 特定標準器による校正（特定二次標準器）

| 種 類                 | 受 理 個 数     |             |     | 校 正 個 数     |             |     |
|---------------------|-------------|-------------|-----|-------------|-------------|-----|
|                     | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計   | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計   |
| 01. 長さ              | 4           | 0           | 4   | 5           | 0           | 5   |
| よう素安定化ヘリウムネオンレーザ    | 4           | 0           | 4   | 5           | 0           | 5   |
| 02. 幾何学量            | 2           | 0           | 2   | 2           | 0           | 2   |
| ロータリーエンコーダ          | 2           | 0           | 2   | 2           | 0           | 2   |
| 03. 時間              | 53          | 0           | 53  | 36          | 0           | 36  |
| 周波数発振器              | 53          | 0           | 53  | 36          | 0           | 36  |
| 04. 質量              | 132         | 0           | 132 | 109         | 0           | 109 |
| 標準分銅                | 132         | 0           | 132 | 109         | 0           | 109 |
| 05. 力               | 20          | 0           | 20  | 22          | 0           | 22  |
| ビルトアップ式力基準機         | 0           | 0           | 0   | 2           | 0           | 2   |
| 実荷重式、こうかん式又は油圧式力基準機 | 20          | 0           | 20  | 20          | 0           | 20  |
| 06. トルク             | 4           | 0           | 4   | 4           | 0           | 4   |
| 参照用トルクメータ           | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 参照用トルクレンチ           | 4           | 0           | 4   | 4           | 0           | 4   |
| 07. 圧力              | 17          | 0           | 17  | 17          | 0           | 17  |
| ピストン重錘型圧力計          | 17          | 0           | 17  | 17          | 0           | 17  |
| 07. 圧力              | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 粘性真空計               | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 10. 流量              | 6           | 0           | 6   | 4           | 0           | 4   |
| ISO 型トロイダルスロート音速ノズル | 1           | 0           | 1   | 2           | 0           | 2   |
| レーザー流速計             | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 液体流量校正装置            | 2           | 0           | 2   | 0           | 0           | 0   |
| 気体流量校正装置            | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 石油用流量計              | 3           | 0           | 3   | 2           | 0           | 2   |
| 超音波流速計              | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 微風速校正風洞             | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 11. 密度              | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| シリコン単結晶             | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 14. 音響              | 5           | 0           | 5   | 5           | 0           | 5   |
| 標準マイクロホン            | 5           | 0           | 5   | 5           | 0           | 5   |
| 16. 振動加速度           | 2           | 0           | 2   | 0           | 0           | 0   |
| レーザー干渉式振動測定装置       | 2           | 0           | 2   | 0           | 0           | 0   |
| 振動加速度計              | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 19. 直流・低周波          | 22          | 0           | 22  | 22          | 0           | 22  |
| 交流抵抗器               | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 電圧発生装置              | 5           | 0           | 5   | 5           | 0           | 5   |
| 標準キャパシタ             | 4           | 0           | 4   | 4           | 0           | 4   |
| 標準抵抗器               | 11          | 0           | 11  | 11          | 0           | 11  |
| 誘導分圧器               | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 20. 高周波             | 32          | 0           | 32  | 32          | 0           | 32  |
| ピストン減衰器             | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 固定長エレメント型ダイポールアンテナ  | 2           | 0           | 2   | 2           | 0           | 2   |
| 光パワー測定装置            | 7           | 0           | 7   | 7           | 0           | 7   |
| 光電検出器               | 2           | 0           | 2   | 2           | 0           | 2   |
| 高周波雑音（同軸）           | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 高周波電圧               | 2           | 0           | 2   | 2           | 0           | 2   |
| 高周波電力 2.9 mm 同軸     | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 高周波電力 7 mm 同軸       | 11          | 0           | 11  | 11          | 0           | 11  |
| 同軸可変減衰器             | 6           | 0           | 6   | 6           | 0           | 6   |
| 21. 測光量・放射量         | 5           | 0           | 5   | 5           | 0           | 5   |
| 分光応答度               | 5           | 0           | 5   | 5           | 0           | 5   |
| 22. 放射線             | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 放射線線量計              | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |



総合センター

| 種 類            | 受 理 個 数     |             |     | 校 正 個 数     |             |     |
|----------------|-------------|-------------|-----|-------------|-------------|-----|
|                | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計   | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計   |
| 23. 放射能        | 15          | 0           | 15  | 13          | 0           | 13  |
| ガンマ線スペクトロメーター  | 14          | 0           | 14  | 12          | 0           | 12  |
| 液体シンチレーションカウンタ | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 荷電粒子測定装置       | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 標準線源付加圧型電離箱    | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 25. 温度         | 9           | 0           | 9   | 7           | 0           | 7   |
| 貴金属熱電対         | 5           | 0           | 5   | 5           | 0           | 5   |
| 白金抵抗温度計        | 4           | 0           | 4   | 2           | 0           | 2   |
| 26. 湿度         | 14          | 0           | 14  | 13          | 0           | 13  |
| 露点計            | 14          | 0           | 14  | 13          | 0           | 13  |
| 28. 硬さ         | 22          | 0           | 22  | 22          | 0           | 22  |
| ビッカース硬さ基準機     | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| ビッカース硬さ表標準片    | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| ロックウェル硬さ基準機    | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| ロックウェル硬さ標準片    | 22          | 0           | 22  | 22          | 0           | 22  |
| 合 計            | 365         | 0           | 365 | 319         | 0           | 319 |

へ、依頼試験

依頼試験統計表

| 種 類                   | 受 理 個 数     |             |    | 校 正 個 数     |             |    |
|-----------------------|-------------|-------------|----|-------------|-------------|----|
|                       | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計  | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計  |
| 01. 長さ                | 3           | 3           | 6  | 2           | 5           | 7  |
| デジタルスケール (1 m まで)     | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| ブロックゲージ (遠隔校正)        | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| ブロックゲージ絶対測定           | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| よう素安定化                | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 干渉測長器                 | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 距離計                   | 3           | 0           | 3  | 2           | 0           | 2  |
| 特殊ブロックゲージ絶対測定         | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 内径外径                  | 0           | 3           | 3  | 0           | 5           | 5  |
| 標準尺絶対測定 (指定線間)        | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 標準尺比較測定               | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 02. 幾何学量              | 16          | 0           | 16 | 18          | 0           | 18 |
| AFM 方式段差測定            | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| CMM (遠隔校正)            | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| CMM による幾何形状測定         | 1           | 0           | 1  | 2           | 0           | 2  |
| オートコリメータ              | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| ステップゲージ               | 3           | 0           | 3  | 4           | 0           | 4  |
| ボールバー                 | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| ボールプレート・ホールプレート       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| ロータリーエンコーダ            | 1           | 0           | 1  | 0           | 0           | 0  |
| 一次元グレーティング            | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 光学式段差測定 (0.02~0.3 μm) | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 歯形・歯すじ                | 3           | 0           | 3  | 3           | 0           | 3  |
| 触針式段差・深さ              | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 真円度                   | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 真直度                   | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 多面鏡                   | 2           | 0           | 2  | 3           | 0           | 3  |
| 二次元グレーティング            | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 表面粗さ測定                | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 平面度                   | 4           | 0           | 4  | 4           | 0           | 4  |
| 03. 時間                | 72          | 0           | 72 | 73          | 0           | 73 |
| YAG レーザ周波数            | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 広帯域光周波数               | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 周波数 (遠隔校正)            | 60          | 0           | 60 | 60          | 0           | 60 |
| 周波数発振器 原子発振器・商用発振器    | 9           | 0           | 9  | 9           | 0           | 9  |
| 通信帯光周波数               | 1           | 0           | 1  | 2           | 0           | 2  |
| 04. 質量                | 39          | 0           | 39 | 45          | 0           | 45 |
| 特性試験                  | 0           | 0           | 0  | 6           | 0           | 6  |
| 分銅又はおもり               | 39          | 0           | 39 | 39          | 0           | 39 |
| 06. 力                 | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 高精度力計                 | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 06. トルク               | 6           | 0           | 6  | 6           | 0           | 6  |
| トルクメータ                | 6           | 0           | 6  | 6           | 0           | 6  |
| 参照用トルクレンチ             | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 07. 圧力                | 10          | 0           | 10 | 15          | 0           | 15 |
| 液体                    | 4           | 0           | 4  | 9           | 0           | 9  |
| 気体                    | 6           | 0           | 6  | 6           | 0           | 6  |
| 08. 重力加速度             | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 重力加速度                 | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 09. 真空計               | 3           | 0           | 3  | 2           | 0           | 2  |
| リーク                   | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 真空計                   | 3           | 0           | 3  | 2           | 0           | 2  |
| 副標準用電離真空計管球           | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 10. 流量                | 3           | 0           | 3  | 10          | 0           | 10 |

| 種 類                        | 受 理 個 数     |             |    | 校 正 個 数     |             |    |
|----------------------------|-------------|-------------|----|-------------|-------------|----|
|                            | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計  | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計  |
| 液体大流量及び中流量                 | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 気体小流量                      | 0           | 0           | 0  | 6           | 0           | 6  |
| 気体中流速                      | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2  |
| 気体中流量                      | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 石油大流量（軽油・灯油）               | 0           | 0           | 0  | 1           | 0           | 1  |
| 11. 密度                     | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| シリコン単結晶                    | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 固体材料                       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 12. 粘度・動粘度                 | 27          | 0           | 27 | 22          | 0           | 22 |
| 粘度計校正用標準液                  | 27          | 0           | 27 | 22          | 0           | 22 |
| 13. 体積（衡量法）                | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| タンク（容量 100 L を超え 200 L 以下） | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| タンク（容量 10 L）               | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| タンク（容量 50 L 以上 100 L 以下）   | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| ビュレット（出用）                  | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| フラスコ（出用）                   | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 14. 音響                     | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 音場感度（Ⅰ形、Ⅱ形マイクロホン）          | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 15. 超音波                    | 24          | 0           | 24 | 24          | 0           | 24 |
| 音場感度（ハイドロホン）               | 24          | 0           | 24 | 24          | 0           | 24 |
| 超音波パワー                     | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 14. 振動加速度                  | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 低周波振動加速度                   | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 18. 音速                     | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 音速                         | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 19. 直流・低周波                 | 9           | 0           | 9  | 7           | 0           | 7  |
| インダクタ                      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| テラオームメータ                   | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 交流電流比較器                    | 4           | 0           | 4  | 1           | 0           | 1  |
| 直流分圧器の分圧比の校正               | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 電力計                        | 0           | 0           | 0  | 1           | 0           | 1  |
| 電力量計                       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 標準抵抗器                      | 3           | 0           | 3  | 3           | 0           | 3  |
| 標準電圧発生器                    | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 20. 高周波                    | 14          | 0           | 14 | 15          | 0           | 15 |
| アンテナ係数試験                   | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| ピストン減衰器                    | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| レーザエネルギー                   | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| レーザパワー                     | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| レーザ減衰量                     | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 光ファイバパワー                   | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 高周波インピーダンス                 | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 高周波雑音                      | 9           | 0           | 9  | 9           | 0           | 9  |
| 高周波雑音（同軸）                  | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 高周波電力                      | 2           | 0           | 2  | 3           | 0           | 3  |
| 電磁界強度                      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 同軸可変減衰器                    | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 導波管可変減衰器                   | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 利得（ホーンアンテナ）                | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 21. 測光量・放射線量               | 25          | 0           | 25 | 29          | 0           | 29 |
| 分光応答度                      | 17          | 0           | 17 | 20          | 0           | 20 |
| 分光拡散反射率（可視域）               | 6           | 0           | 6  | 6           | 0           | 6  |
| 分光放射照度（紫外）                 | 2           | 0           | 2  | 3           | 0           | 3  |
| 22. 放射線                    | 30          | 0           | 30 | 28          | 0           | 28 |
| β線                         | 3           | 0           | 3  | 3           | 0           | 3  |
| 照射線量測定器                    | 9           | 0           | 9  | 9           | 0           | 9  |



| 種 類                                        | 受 理 個 数     |             |     | 校 正 個 数     |             |     |
|--------------------------------------------|-------------|-------------|-----|-------------|-------------|-----|
|                                            | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計   | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計   |
| 照射線量率測定器                                   | 18          | 0           | 18  | 16          | 0           | 16  |
| 放射光軟 X 線フルエンス                              | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 放射線量検出素子（バッジ用フィルム、線量計用ガラス、熱ルミネセンス、線量計用素子等） | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 23. 放射能                                    | 4           | 0           | 4   | 4           | 0           | 4   |
| γ線核種放射能                                    | 2           | 0           | 2   | 2           | 0           | 2   |
| 環境レベル放射能                                   | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 放射能試料                                      | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 放射能測定器                                     | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 放射能濃度                                      | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 放射能面密度                                     | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 24. 中性子                                    | 18          | 0           | 18  | 17          | 0           | 17  |
| 中性子源校正試験                                   | 4           | 0           | 4   | 4           | 0           | 4   |
| 中性子測定器校正試験                                 | 14          | 0           | 14  | 13          | 0           | 13  |
| 25. 温度                                     | 6           | 0           | 6   | 4           | 0           | 4   |
| カプセル型白金抵抗温度計                               | 1           | 0           | 1   | 2           | 0           | 2   |
| ガラス製温度計                                    | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| ステム型白金抵抗温度計                                | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 貴金属熱電対                                     | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 非接触温度計・校正装置                                | 4           | 0           | 4   | 1           | 0           | 1   |
| 26. 湿度                                     | 4           | 0           | 4   | 4           | 0           | 4   |
| 露点計（範囲 露点-10℃～+95℃）                        | 4           | 0           | 4   | 4           | 0           | 4   |
| 露点計（範囲 露点-70℃～-10℃）                        | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 27. 固体物性                                   | 15          | 0           | 15  | 13          | 0           | 13  |
| 熱拡散率                                       | 0           | 0           | 0   | 4           | 0           | 4   |
| 熱膨張率（線膨張係数）                                | 9           | 0           | 9   | 3           | 0           | 3   |
| 薄膜熱拡散率測定                                   | 5           | 0           | 5   | 5           | 0           | 5   |
| 比熱容量測定                                     | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 29. 衝撃値                                    | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 衝撃試験機                                      | 1           | 0           | 1   | 1           | 0           | 1   |
| 30. 粒子・粒子特性                                | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 粒径                                         | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 粒子質量                                       | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 31. 有機分析                                   | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 純度測定                                       | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 51. 計量器の構成要素及び検査装置の試験                      | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| ガソリン量器用空気分離器                               | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| はかり・制温ばね等の温度による試験                          | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| はかりの制温装置（試験温度-10℃～60℃）                     | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 試験装置の認定試験                                  | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 伸縮率、増加率、減少率（ガスメーター用膜）                      | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 特定計量器外部接続装置の性能試験                           | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| その他                                        | 44          | 0           | 44  | 44          | 0           | 44  |
| 体積                                         | 14          | 0           | 14  | 14          | 0           | 14  |
| 流量                                         | 30          | 0           | 30  | 30          | 0           | 30  |
| OIML 適合証明書                                 | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| ロードセル                                      | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 自動車等給油メーター                                 | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 電子体温計                                      | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 非自動はかり                                     | 0           | 0           | 0   | 0           | 0           | 0   |
| 合 計                                        | 373         | 3           | 376 | 383         | 5           | 388 |

技能及び特殊試験統計表

| 種 類         | 受 理 個 数     |             |    | 校 正 個 数     |             |    |
|-------------|-------------|-------------|----|-------------|-------------|----|
|             | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計  | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計  |
| 01. 長さ      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 実用安定化レーザ    | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 04. 質量      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 高精度分銅       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 05. 力       | 3           | 0           | 3  | 3           | 0           | 3  |
| はかり         | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 一軸試験機       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 力計          | 3           | 0           | 3  | 3           | 0           | 3  |
| 07. 圧力      | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2  |
| 気体          | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2  |
| 10. 流量      | 5           | 0           | 5  | 2           | 0           | 2  |
| 気体小流量       | 3           | 0           | 3  | 2           | 0           | 2  |
| 気体中流速       | 2           | 0           | 2  | 0           | 0           | 0  |
| 気体中流量       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 微風速         | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 11. 密度      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 密度標準液       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 密度浮ひょう      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 14. 音響      | 1           | 0           | 1  | 0           | 0           | 0  |
| サウンドレベルメータ  | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 音響校正器       | 1           | 0           | 1  | 0           | 0           | 0  |
| 16. 振動加速度   | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 振動加速度計      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 19. 直流・低周波  | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| キャパシタ       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 交直変換器       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 交流抵抗器       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 標準抵抗器       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 誘導分圧器       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 20. 高周波     | 10          | 0           | 10 | 7           | 0           | 7  |
| アンテナ係数試験    | 4           | 0           | 4  | 0           | 0           | 0  |
| レーザパワー校正    | 3           | 0           | 3  | 3           | 0           | 3  |
| 高周波電圧       | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 高周波電力       | 3           | 0           | 3  | 4           | 0           | 4  |
| 21. 測光量・放射量 | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 光度          | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 照度          | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 全光束         | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 分光放射照度      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 分布温度        | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 25. 温度      | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 貴金属熱電対      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 白金抵抗温度計     | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 非接触温度計・校正装置 | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 28. 硬さ      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| ビッカース硬さ標準片  | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| ブリネル硬さ標準片   | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| ロックウェル硬さ標準片 | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 合 計         | 22          | 0           | 22 | 15          | 0           | 15 |

## 特定標準器による校正（特定副標準器）

| 種 類              | 実施場所 | 受 理 個 数     |             |    | 校 正 個 数     |             |    |
|------------------|------|-------------|-------------|----|-------------|-------------|----|
|                  |      | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計  | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計  |
| 19. 直流・低周波       |      | 7           | 0           | 7  | 7           | 0           | 7  |
| ジョセフソン効果電圧測定装置   |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 交直差測定装置          |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 交流電圧用交直変換器       |      | 3           | 0           | 3  | 3           | 0           | 3  |
| 交流電流用交直変換器       |      | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 抵抗測定装置           |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 電圧測定装置           |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 電圧発生装置           |      | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1  |
| 標準抵抗器            |      | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2  |
| 標準分圧器            |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 21. 測光量・放射量      |      | 0           | 0           | 0  | 4           | 0           | 4  |
| コイル M 字型光度標準電球   |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| コイル M 字型分布温度標準電球 |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 全光束標準電球          |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 単平面型照度標準電球       |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 分光放射照度標準電球       |      | 0           | 0           | 0  | 4           | 0           | 4  |
| 25. 温度           |      | 6           | 0           | 6  | 3           | 0           | 3  |
| 温度計用             |      | 3           | 0           | 3  | 1           | 0           | 1  |
| 放射温度計校正用         |      | 3           | 0           | 3  | 2           | 0           | 2  |
| 合 計              |      | 13          | 0           | 13 | 14          | 0           | 14 |



部門内及び所内校正統計表

| 種 類                 | 実施場所 | 受 理 個 数     |             |    | 校 正 個 数     |             |     |
|---------------------|------|-------------|-------------|----|-------------|-------------|-----|
|                     |      | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計  | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計   |
| 01. 長さ              |      | 5           | 0           | 5  | 6           | 0           | 6   |
| ブロックゲージ絶対測定         |      | 3           | 0           | 3  | 3           | 0           | 3   |
| よう素安定化              |      | 0           | 0           | 0  | 1           | 0           | 1   |
| 内径外径                |      | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2   |
| 02. 幾何学量            |      | 2           | 0           | 2  | 3           | 0           | 3   |
| CMM による幾何形状測定       |      | 1           | 0           | 1  | 2           | 0           | 2   |
| 平面度                 |      | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1   |
| 04. 質量              |      | 23          | 0           | 23 | 69          | 0           | 69  |
| 分銅又はおもり             |      | 23          | 0           | 23 | 69          | 0           | 69  |
| 07. 圧力              |      | 8           | 0           | 8  | 8           | 0           | 8   |
| 気体                  |      | 8           | 0           | 8  | 8           | 0           | 8   |
| 13. 体積（衡量法）         |      | 0           | 2           | 2  | 0           | 2           | 2   |
| フラスコ（出用）            |      | 0           | 2           | 2  | 0           | 2           | 2   |
| 19. 直流・低周波          |      | 5           | 0           | 5  | 5           | 0           | 5   |
| 誘導分圧器               |      | 3           | 0           | 3  | 3           | 0           | 3   |
| 標準抵抗器               |      | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2   |
| 20. 高周波             |      | 40          | 0           | 40 | 40          | 0           | 40  |
| 高周波電力               |      | 36          | 0           | 36 | 36          | 0           | 36  |
| 高周波インピーダンス          |      | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2   |
| 同軸可変減衰器             |      | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2   |
| 24. 中性子             |      | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1   |
| 中性子測定器校正試験          |      | 1           | 0           | 1  | 1           | 0           | 1   |
| 25. 温度              |      | 10          | 0           | 10 | 7           | 0           | 7   |
| 白金抵抗温度計             |      | 8           | 0           | 8  | 5           | 0           | 5   |
| 非接触温度計・校正装置         |      | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2   |
| 26. 湿度              |      | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2   |
| 露点計（範囲 露点-10℃～+95℃） |      | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2   |
| 合 計                 |      | 96          | 2           | 98 | 141         | 2           | 143 |

ト、研究開発品

| 種 類                  | 実施場所 | 受 理 個 数     |             |    | 校 正 個 数     |             |    |
|----------------------|------|-------------|-------------|----|-------------|-------------|----|
|                      |      | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計  | つくば<br>センター | 大阪扇町<br>サイト | 計  |
| 1. 熱拡散率試験片 (4 枚)     |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 2. 白金パラジウム熱電対        |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 3. 音速試験片             |      | 0           | 0           | 0  | 0           | 0           | 0  |
| 4. 熱膨張率標準物質(単結晶シリコン) |      | 26          | 0           | 26 | 26          | 0           | 26 |
| 5. 熱膨張率標準物質(ガラス状炭素)  |      | 2           | 0           | 2  | 2           | 0           | 2  |
| 6. 熱拡散率標準物質(等方性黒鉛)   |      | 3           | 0           | 3  | 3           | 0           | 3  |
| 合 計                  |      | 31          | 0           | 31 | 31          | 0           | 31 |

## ② 認証標準物質

計量標準総合センターでは品質システムを整備し、生産計画に基づいて、標準物質の生産を行っている。特性値は、安定性と均一性を確認し、妥当性が確かめられた測定方法とトレーサビリティの確立された計測標準を用いている。また、不確かさを算出した上で、内部の標準物質認証委員会にて審議され、認証標準物質（NMIJ CRM）を随時、頒布している。

## 認証標準物質の一覧表

(NMIJ 認証標準物質)

| 識別記号           | 名 称                 | 頒 布 数 |
|----------------|---------------------|-------|
| NMIJ CRM1001-a | 鉄－クロム合金 (Cr 5 %)    | 1     |
| NMIJ CRM1002-a | 鉄－クロム合金 (Cr 15 %)   | 1     |
| NMIJ CRM1003-a | 鉄－クロム合金 (Cr 20 %)   | 1     |
| NMIJ CRM1004-a | 鉄－クロム合金 (Cr 30 %)   | 1     |
| NMIJ CRM1005-a | 鉄－クロム合金 (Cr 40 %)   | 1     |
| NMIJ CRM1006-a | 鉄－ニッケル合金 (Ni 5 %)   | 1     |
| NMIJ CRM1007-a | 鉄－ニッケル合金 (Ni 10 %)  | 1     |
| NMIJ CRM1008-a | 鉄－ニッケル合金 (Ni 20 %)  | 1     |
| NMIJ CRM1009-a | 鉄－ニッケル合金 (Ni 40 %)  | 1     |
| NMIJ CRM1010-a | 鉄－ニッケル合金 (Ni 60 %)  | 1     |
| NMIJ CRM1011-b | 鉄－炭素合金 (C 0.1 %)    | 4     |
| NMIJ CRM1012-b | 鉄－炭素合金 (C 0.2 %)    | 4     |
| NMIJ CRM1013-b | 鉄－炭素合金 (C 0.3 %)    | 4     |
| NMIJ CRM1014-b | 鉄－炭素合金 (C 0.5 %)    | 4     |
| NMIJ CRM1015-b | 鉄－炭素合金 (C 0.7 %)    | 4     |
| NMIJ CRM1016-a | 鉄－クロム合金 (Cr 40 %)   | 0     |
| NMIJ CRM1017-a | EPMA用ステンレス鋼         | 1     |
| NMIJ CRM1018-a | EPMA用Ni(36 %)-Fe合金  | 0     |
| NMIJ CRM3001-a | フタル酸水素カリウム          | 33    |
| NMIJ CRM3401-a | 一酸化窒素               | 0     |
| NMIJ CRM3402-a | 二酸化硫黄               | 0     |
| NMIJ CRM3403-a | 亜酸化窒素／窒素標準ガス(高濃度)   | 0     |
| NMIJ CRM3404-a | 酸素                  | 0     |
| NMIJ CRM3407-a | 二酸化炭素               | 0     |
| NMIJ CRM4001-a | エタノール               | 2     |
| NMIJ CRM4002-a | ベンゼン                | 1     |
| NMIJ CRM4003-a | トルエン                | 1     |
| NMIJ CRM4004-a | 1,2-ジクロロエタン         | 0     |
| NMIJ CRM4011-a | <i>o</i> -キシレン      | 0     |
| NMIJ CRM4012-a | <i>m</i> -キシレン      | 0     |
| NMIJ CRM4013-a | <i>p</i> -キシレン      | 0     |
| NMIJ CRM4019-a | ブロモホルム (トリブロモメタン)   | 0     |
| NMIJ CRM4020-a | ブロモジクロロメタン          | 0     |
| NMIJ CRM4021-a | エチルベンゼン             | 0     |
| NMIJ CRM4022-b | フタル酸ジエチル            | 0     |
| NMIJ CRM4030-a | ビスフェノールA            | 0     |
| NMIJ CRM4036-a | ジブロモクロロメタン          | 0     |
| NMIJ CRM4040-a | アクリロニトリル            | 1     |
| NMIJ CRM4041-a | 塩化ビニル               | 0     |
| NMIJ CRM4051-a | メタン                 | 1     |
| NMIJ CRM4052-a | プロパン(液化ガス)          | 0     |
| NMIJ CRM4201-a | <i>p,p'</i> -DDT標準液 | 0     |
| NMIJ CRM4202-a | <i>p,p'</i> -DDE標準液 | 1     |
| NMIJ CRM4203-a | $\gamma$ -HCH標準液    | 0     |



| 識別記号           | 名 称                                                      | 頒 布 数 |
|----------------|----------------------------------------------------------|-------|
| NMIJ CRM4204-a | <i>p,p'</i> -DDT、 <i>p,p'</i> -DDE、 $\gamma$ -HCH3種混合標準液 | 0     |
| NMIJ CRM4206-a | PCB28 (2, 4, 4'-トリクロロビフェニル) 標準液                          | 0     |
| NMIJ CRM4207-a | PCB153 (2, 2', 4, 4', 5, 5'-ヘキサクロロビフェニル) 標準液             | 0     |
| NMIJ CRM4208-a | PCB170 (2, 2', 3, 3', 4, 4', 5-ヘプタクロロビフェニル) 標準液          | 0     |
| NMIJ CRM4209-a | PCB194 (2, 2', 3, 3', 4, 4', 5, 5'-オクタクロロビフェニル) 標準液      | 0     |
| NMIJ CRM4210-a | PCB70 (2, 3' 4', 5-テトラクロロビフェニル) 標準液                      | 0     |
| NMIJ CRM4211-a | PCB105 (2, 3, 3', 4, 4'-ペンタクロロビフェニル) 標準液                 | 0     |
| NMIJ CRM4213-a | ベンゾ[a]ピレン標準液                                             | 0     |
| NMIJ CRM4215-a | 燃料中硫黄標準液                                                 | 2     |
| NMIJ CRM4403-a | SF <sub>6</sub> , CF <sub>4</sub> 混合標準ガス                 | 0     |
| NMIJ CRM5001-a | ポリスチレン2400                                               | 8     |
| NMIJ CRM5002-a | ポリスチレン500                                                | 11    |
| NMIJ CRM5003-a | ポリカーボネート46000                                            | 4     |
| NMIJ CRM5004-a | ポリスチレン1000                                               | 7     |
| NMIJ CRM5005-a | ポリエチレングリコール400                                           | 2     |
| NMIJ CRM5006-a | ポリエチレングリコール1000                                          | 4     |
| NMIJ CRM5007-a | ポリエチレングリコール1500                                          | 2     |
| NMIJ CRM5008-a | ポリスチレン (多分散)                                             | 1     |
| NMIJ CRM5201-a | GaAs/AlAs超格子標準物質                                         | 2     |
| NMIJ CRM5202-a | SiO <sub>2</sub> /Si多層薄膜標準物質                             | 2     |
| NMIJ CRM5203-a | GaAs/AlAs超格子                                             | 0     |
| NMIJ CRM5204-a | 極薄シリコン酸化膜                                                | 5     |
| NMIJ CRM5501-a | 引張弾性率標準物質                                                | 0     |
| NMIJ CRM5502-a | 動的粘弾性標準物質 (PVC)                                          | 0     |
| NMIJ CRM5503-a | 動的粘弾性標準物質 (PMMA)                                         | 2     |
| NMIJ CRM5504-a | 動的粘弾性標準物質 (PE-UHMW)                                      | 0     |
| NMIJ CRM5505-a | 動的粘弾性標準物質 (PEEK)                                         | 0     |
| NMIJ CRM5506-a | シャルピー衝撃試験標準物質 (PVC)                                      | 2     |
| NMIJ CRM5507-a | シャルピー衝撃試験標準物質 (PMMA)                                     | 3     |
| NMIJ CRM5508-a | シャルピー衝撃試験標準物質 (ABS)                                      | 3     |
| NMIJ CRM5601-a | 陽電子寿命による超微細空孔測定用石英ガラス                                    | 8     |
| NMIJ CRM6001-a | コレステロール                                                  | 12    |
| NMIJ CRM6005-a | クレアチニン                                                   | 0     |
| NMIJ CRM7201-a | 河川水(有害金属元素分析用ー無添加)                                       | 47    |
| NMIJ CRM7202-a | 河川水(有害金属元素分析用ー添加)                                        | 52    |
| NMIJ CRM7301-a | 海底質 (ブチルス分析用)                                            | 0     |
| NMIJ CRM7302-a | 海底質 (有害金属分析用)                                            | 17    |
| NMIJ CRM7303-a | 湖底質 (有害金属分析用)                                            | 14    |
| NMIJ CRM7304-a | 海底質 (PCB・塩素系農薬類分析用ー高濃度)                                  | 1     |
| NMIJ CRM7305-a | 海底質 (PCB・塩素系農薬類分析用ー低濃度)                                  | 1     |
| NMIJ CRM7306-a | 海底質 (有機スズ分析用)                                            | 1     |
| NMIJ CRM7401-a | サメ ( <i>squalus acanthias</i> ) 肝油 (塩素系農薬類分析用)           | 0     |
| NMIJ CRM7402-a | タラ魚肉粉末(微量元素／ひ素化合物／ひ素化合物分析用)                              | 20    |
| NMIJ CRM7901-a | アルセノベタイン水溶液                                              | 9     |
| NMIJ CRM7902-a | 絶縁油 (ポリクロロビフェニル分析用ー高濃度)                                  | 9     |
| NMIJ CRM7903-a | 絶縁油 (ポリクロロビフェニル分析用ー低濃度)                                  | 9     |
| NMIJ CRM7904-a | 重油 (ポリクロロビフェニル分析用)                                       | 0     |
| NMIJ CRM7905-a | 重油 (ポリクロロビフェニル分析用ーブランク)                                  | 0     |
| NMIJ CRM8001-a | ファインミックス用炭化けい素微粉末 ( $\alpha$ 形)                          | 4     |
| NMIJ CRM8002-a | ファインミックス用炭化けい素微粉末 ( $\beta$ 形)                           | 3     |
| NMIJ CRM8004-a | ファインミックス用窒化けい素微粉末 (直接窒化合成) II                            | 1     |
| NMIJ CRM8102-a | 重金属分析用ABS樹脂ペレット (Cd,Cr,Pb低濃度)                            | 20    |

総合センター

| 識別記号           | 名 称                                | 頒 布 数 |
|----------------|------------------------------------|-------|
| NMIJ CRM8103-a | 重金属分析用ABS樹脂ペレット (Cd,Cr,Pb高濃度)      | 15    |
| NMIJ CRM8105-a | 重金属分析用ABS樹脂ディスク (Cd,Cr,Pb; 低濃度)    | 20    |
| NMIJ CRM8106-a | 重金属分析用ABS樹脂ディスク (Cd,Cr,Pb高濃度)      | 21    |
| NMIJ CRM8107-a | ビスフェノールA含有ポリカーボネート                 | 6     |
| NMIJ CRM8108-a | 臭素系難燃剤含有ポリスチレン                     | 89    |
| NMIJ CRM8112-a | 重金属分析用ABS樹脂ペレット (Cd,Cr,Pb,Hg; 低濃度) | 14    |
| NMIJ CRM8113-a | 重金属分析用ABS樹脂ペレット (Cd,Cr,Pb,Hg; 高濃度) | 25    |
| NMIJ CRM8115-a | 重金属分析用ABS樹脂ディスク (Cd,Cr,Pb,Hg; 低濃度) | 10    |
| NMIJ CRM8116-a | 重金属分析用ABS樹脂ディスク (Cd,Cr,Pb,Hg; 高濃度) | 18    |
| 合 計            |                                    | 577   |

③ 外国出張・招へい

外国出張

| 出張件数 | 出張先国     | 出張目的                                                                                                   |
|------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 166件 | フランス     | 国際度量衡総会<br>国際度量衡局諮問委員会<br>国際法定計量機関委員会<br>アジア太平洋計量計画<br>アジア太平洋法定計量フォーラム<br>アジア太平洋経済協力機構<br>二国間比較<br>その他 |
|      | オーストラリア  |                                                                                                        |
|      | アメリカ     |                                                                                                        |
|      | 中国       |                                                                                                        |
|      | タイ       |                                                                                                        |
|      | ドイツ      |                                                                                                        |
|      | 韓国       |                                                                                                        |
|      | カナダ      |                                                                                                        |
|      | イギリス     |                                                                                                        |
|      | メキシコ     |                                                                                                        |
|      | スイス      |                                                                                                        |
|      | マレーシア    |                                                                                                        |
|      | ニュージーランド |                                                                                                        |
|      | スウェーデン   |                                                                                                        |
|      | フィンランド   |                                                                                                        |
|      | 南アフリカ    |                                                                                                        |
|      | ベトナム     |                                                                                                        |
|      | その他      |                                                                                                        |

外国人招へい

| 件数  | 招へい国          | 招へい目的      |
|-----|---------------|------------|
| 14件 | カナダ (2件)      | ピアレビュー その他 |
|     | 米国 (1件)       |            |
|     | 韓国 (7件)       |            |
|     | 台湾 (1件)       |            |
|     | 中国 (1件)       |            |
|     | ニュージーランド (1件) |            |
|     | オーストラリア (1件)  |            |

JICA 予算による外国人の受入及び派遣 (出張)

外国への派遣 (出張)

| テーマ名           | 人数 (人) | 派遣先 |
|----------------|--------|-----|
| タイ NIMT プロジェクト | 22     | タイ  |

## 外国人の受入

| 研 修 名          | 人数（人） | 受入相手国      |
|----------------|-------|------------|
| アジア太平洋法定計量システム | 7     | バングラデシュ(1) |
|                |       | ヨルダン(1)    |
|                |       | タイ(1)      |
|                |       | カンボジア(1)   |
|                |       | モンゴル(1)    |
|                |       | インドネシア(1)  |
|                |       | ミャンマー(1)   |

## 外国機関との研究協力覚書締結

| 題 名                               | 相手機関                                                 | 調印日        |
|-----------------------------------|------------------------------------------------------|------------|
| 計量標準総合センターとオーストラリア国立計測研究所との間の覚え書き | The National Measurement Institute, Australia (NMIA) | 2007年11月2日 |

## 国際比較

| 分野（BIPM） | 件 数 |
|----------|-----|
| 時間       | 2   |
| 長さ       | 0   |
| 質量関連量    | 6   |
| 振動・音響    | 1   |
| 温度       | 3   |
| 物質量      | 9   |
| 測光放射     | 2   |
| 放射線      | 3   |
| 電磁気      | 0   |
| 合計       | 26  |



## ④ 講習・教習

## 平成19年度計量教習実績

## 計量標準管理センター 計量研修センター

| 講習・教習名             |                                       | 対 象 者                                                                                                                                                | 期 間                             |      | 場 所  | 受講者数 |
|--------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|
| 一般計量教習             | 前 期                                   | 計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員                                                                                                                               | H19.4.2～6.29                    | 3月   | つくば  | 10   |
|                    | 後 期                                   |                                                                                                                                                      | H19.8.20～11.14                  | 3月   | つくば  | 28   |
| 一 般 計 量 特 別 教 習    |                                       | 計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員                                                                                                                               | H20.1.9～3.7                     | 2月   | つくば  | 24   |
| 環境計量特別教習           | 濃 度 関 係                               | 計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員で一般計量教習を修了した者                                                                                                                  | H20.1.9～2.29                    | 7週間  | つくば  | 6    |
|                    | 騒音・振動関係                               |                                                                                                                                                      | H20.3.3～3.18                    | 2週間  | つくば  | 6    |
| 短期計量教習             | 第一回                                   | 計量行政機関等の職員                                                                                                                                           | H19.7.10～8.7                    | 1月   | つくば  | 27   |
|                    | 第二回                                   |                                                                                                                                                      | H19.11.20～12.18                 | 1月   | つくば  | 35   |
| 特 定 教 習            | 計量検定所・計量検査所新任所長教習                     | 都道府県及び特定市の新任所長                                                                                                                                       | H19.6.6～6.8                     | 3日   | つくば  | 20   |
|                    | 指 定 製 造 事 業 者 制 度 教 習                 | 当該制度の検査に携わる都道府県等の職員                                                                                                                                  | H19.6.11～6.22                   | 2週間  | つくば  | 20   |
|                    | 計 量 検 定 所 ・ 計 量 検 査 所 幹 部 職 員 教 習     | 都道府県及び特定市の幹部計量公務員                                                                                                                                    | H19.5.16～5.18                   | 3日   | つくば  | 24   |
|                    | 環 境 計 量 証 明 事 業 制 度 教 習               | 都道府県及び特定市の職員                                                                                                                                         | H19.5.21～6.1                    | 2週間  | つくば  | 11   |
|                    | 特定計量証明事業管理者講習                         | 当該事業の環境計量士（濃度関係）であって、ダイオキシン類の実務の経験一年以下の者                                                                                                             | H19.10.22～10.26                 | 1週間  | お台場  | 7    |
|                    | 技 術 教 習<br>非自動はかりの定期検査「(検則 JIS 引用対応)」 | 都道府県・特定市の職員等                                                                                                                                         | H19.10.25～10.26                 | 2日   | 仙台   | 8    |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.11.5～11.6                   | 2日   | お台場  | 34   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.11.21～11.22                 | 2日   | 大阪   | 32   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.12.20～12.21                 | 2日   | 福岡   | 22   |
| 計 量 研 修            | 試験所・校正機関認定審査員研修                       | AIST、NITE の職員で品質システム審査員候補                                                                                                                            | H19.6.4～6.8                     | 1週間  | つくば  | 20   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H20.2.18～2.22                   | 1週間  | つくば  | 20   |
|                    | 不確かさ・エキスパート養成研修                       | 計量関係技術者                                                                                                                                              | H19.11.15～11.16                 | 2日   | つくば  | 18   |
| 環 境 計 量 講 習        | 濃 度 関 係                               | 環境計量士の国家試験に合格した者であって、施行規則第51条（登録条件）の条件を満たさない者。登録しようとする区分に係る環境計量証明事業者等に属し、かつ、計量に関する実務に1年以上従事している方については、その実務経験が認められれば環境計量士として登録することが出来るので本講習を受講することは不要 | H19.7.10～7.13                   | 各4日間 | つくば  | 30   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.7.24～7.27                   |      |      | 30   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.7.31～8.3                    |      |      | 30   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.8.21～8.24                   |      |      | 30   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.9.4～9.7                     |      |      | 30   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.9.18～9.21                   |      |      | 26   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.9.25～9.28                   |      |      | 27   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.10.9～10.12                  |      |      | 26   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.10.30～11.2                  |      |      | 26   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.11.27～11.30                 |      |      | 14   |
|                    | 騒 音 ・ 振 動 関 係                         |                                                                                                                                                      | H19.9.10～9.14                   | 1週間  | つくば  | 25   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.10.1～10.5                   |      |      | 28   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.10.15～10.19                 |      |      | 16   |
|                    |                                       |                                                                                                                                                      | H19.11.5～11.9                   |      |      | 19   |
| J I C A<br>集 団 研 修 | 『アジア太平洋法定計量システム』コース                   | 発展途上国の計量関係公務員                                                                                                                                        | H19.6.12～9.8<br>＊日数は産総研が担当の受入日数 | 22日  | つくば他 | 7    |
| 合 計 (人)            |                                       |                                                                                                                                                      |                                 |      |      | 736  |

### Ⅲ. 資 料

### Ⅲ．資 料

従来の工業技術院年報では大部分を占めていた研究発表、特許登録などのデータは、産業技術総合研究所年報からは、単に研究ユニット別の発表数を記載している。これらのデータは、産業技術総合研究所公式ホームページ（<http://www.aist.go.jp/>）からデータベースの形で提供されている。検索等が自由に行えるため、是非、公式ホームページにアクセスしていただきたい。



資 料

1. 研究発表

| ユニット名 (合計)               | 誌上  | 口頭  | 著書 | 地球 | 計量  | ソフト | DB | イベント | プレス | 合計    |
|--------------------------|-----|-----|----|----|-----|-----|----|------|-----|-------|
| 理事(1)                    | 1   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 1     |
| 監事(0)                    | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0     |
| 研究コーディネータ(0)             | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0     |
| 産業技術アーキテクト(0)            | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0     |
| 企画本部(40)                 | 16  | 23  | 1  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 40    |
| 評価部(17)                  | 3   | 13  | 1  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 17    |
| 環境安全管理部(4)               | 2   | 1   | 1  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 4     |
| 業務推進本部(0)                | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0     |
| 法務室(0)                   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0     |
| 情報公開・個人情報保護推進室(0)        | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0     |
| 男女共同参画室(3)               | 0   | 3   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 3     |
| 監査室(0)                   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0     |
| イノベーション推進室(31)           | 12  | 15  | 4  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 31    |
| 次期情報システム研究開発推進室(0)       | 0   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0     |
| 広報部(134)                 | 12  | 13  | 10 | 10 | 0   | 2   | 7  | 80   | 0   | 134   |
| 活断層研究センター(195)           | 35  | 141 | 0  | 11 | 0   | 1   | 0  | 6    | 1   | 195   |
| 化学物質リスク管理研究センター(121)     | 40  | 64  | 16 | 0  | 0   | 1   | 0  | 0    | 0   | 121   |
| ライフサイクルアセスメント研究センター(217) | 93  | 122 | 2  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 217   |
| パワーエレクトロニクス研究センター(98)    | 32  | 64  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 1    | 1   | 98    |
| 生物情報解析研究センター(248)        | 74  | 165 | 7  | 0  | 0   | 1   | 0  | 1    | 0   | 248   |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター(155) | 45  | 99  | 7  | 0  | 0   | 0   | 0  | 4    | 0   | 155   |
| 強相関電子技術研究センター(174)       | 43  | 131 | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 174   |
| 次世代半導体研究センター(162)        | 61  | 99  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 2   | 162   |
| 界面ナノアーキテクトニクス研究センター(261) | 52  | 175 | 11 | 0  | 0   | 0   | 0  | 21   | 2   | 261   |
| グリッド研究センター(170)          | 68  | 95  | 4  | 0  | 2   | 0   | 0  | 1    | 0   | 170   |
| 年齢軸生命工学研究センター(68)        | 9   | 57  | 1  | 0  | 0   | 0   | 0  | 1    | 0   | 68    |
| デジタルヒューマン研究センター(245)     | 108 | 133 | 3  | 0  | 0   | 0   | 0  | 1    | 0   | 245   |
| 近接場光応用工学研究センター(84)       | 32  | 45  | 2  | 0  | 0   | 0   | 0  | 4    | 1   | 84    |
| ダイヤモンド研究センター(82)         | 26  | 55  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 1    | 0   | 82    |
| バイオニクス研究センター(140)        | 34  | 91  | 10 | 0  | 0   | 0   | 0  | 5    | 0   | 140   |
| 太陽光発電研究センター(246)         | 94  | 136 | 13 | 0  | 0   | 0   | 0  | 2    | 1   | 246   |
| システム検証研究センター(46)         | 21  | 25  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 46    |
| ナノカーボン研究センター(112)        | 34  | 71  | 2  | 0  | 0   | 0   | 0  | 4    | 1   | 112   |
| 健康工学研究センター(170)          | 46  | 115 | 4  | 0  | 0   | 0   | 0  | 5    | 0   | 170   |
| 情報セキュリティ研究センター(274)      | 130 | 139 | 4  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 1   | 274   |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター(37) | 3   | 34  | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 37    |
| コンパクト化学プロセス研究センター(232)   | 88  | 134 | 7  | 0  | 0   | 0   | 0  | 3    | 0   | 232   |
| バイオマス研究センター(252)         | 67  | 175 | 10 | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 252   |
| デジタルものづくり研究センター(108)     | 26  | 80  | 2  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 108   |
| 水素材料先端科学研究センター(62)       | 24  | 35  | 2  | 0  | 0   | 0   | 0  | 1    | 0   | 62    |
| 糖鎖医工学研究センター(44)          | 13  | 26  | 2  | 0  | 0   | 0   | 0  | 3    | 0   | 44    |
| 新燃料自動車技術研究センター(98)       | 39  | 53  | 4  | 0  | 0   | 0   | 0  | 2    | 0   | 98    |
| 生命情報工学研究センター(156)        | 63  | 85  | 4  | 0  | 0   | 1   | 0  | 3    | 0   | 156   |
| 生産計測技術研究センター(79)         | 21  | 48  | 6  | 0  | 0   | 0   | 0  | 4    | 0   | 79    |
| 計測標準研究部門(1258)           | 320 | 658 | 39 | 0  | 228 | 1   | 0  | 10   | 2   | 1,258 |
| 地図資源環境研究部門(607)          | 166 | 326 | 67 | 22 | 1   | 2   | 0  | 23   | 0   | 607   |
| 知能システム研究部門(385)          | 114 | 229 | 10 | 0  | 0   | 4   | 0  | 24   | 4   | 385   |
| エレクトロニクス研究部門(474)        | 182 | 272 | 8  | 0  | 0   | 0   | 0  | 8    | 4   | 474   |
| 光技術研究部門(624)             | 217 | 356 | 28 | 0  | 0   | 0   | 0  | 20   | 3   | 624   |
| 人間福祉医工学研究部門(703)         | 310 | 346 | 28 | 0  | 1   | 0   | 0  | 17   | 1   | 703   |
| 脳神経情報研究部門(245)           | 117 | 120 | 2  | 0  | 0   | 0   | 1  | 5    | 0   | 245   |
| ナノテクノロジー研究部門(892)        | 266 | 577 | 27 | 0  | 2   | 0   | 0  | 17   | 3   | 892   |
| 計算科学研究部門(260)            | 63  | 194 | 3  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 260   |
| 生物機能工学研究部門(352)          | 117 | 204 | 16 | 0  | 0   | 0   | 6  | 4    | 5   | 352   |
| 計測フロンティア研究部門(507)        | 146 | 327 | 16 | 0  | 10  | 0   | 0  | 6    | 2   | 507   |
| ユビキタスエネルギー研究部門(394)      | 122 | 253 | 18 | 0  | 0   | 0   | 0  | 1    | 0   | 394   |
| セルエン지니어リング研究部門(395)      | 104 | 258 | 26 | 0  | 0   | 0   | 0  | 5    | 2   | 395   |
| ゲノムファクトリー研究部門(202)       | 57  | 127 | 8  | 0  | 0   | 0   | 0  | 9    | 1   | 202   |
| 先進製造プロセス研究部門(1335)       | 501 | 759 | 51 | 0  | 0   | 1   | 0  | 22   | 1   | 1,335 |
| サステナブルマテリアル研究部門(496)     | 171 | 285 | 22 | 0  | 0   | 0   | 0  | 17   | 1   | 496   |
| 地質情報研究部門(1089)           | 257 | 638 | 67 | 63 | 1   | 0   | 1  | 62   | 0   | 1,089 |
| 環境管理技術研究部門(856)          | 266 | 529 | 37 | 0  | 2   | 0   | 1  | 20   | 1   | 856   |
| 環境化学技術研究部門(494)          | 114 | 340 | 21 | 0  | 1   | 0   | 0  | 18   | 0   | 494   |
| エネルギー技術研究部門(934)         | 336 | 555 | 32 | 0  | 0   | 0   | 0  | 6    | 5   | 934   |
| 情報技術研究部門(376)            | 143 | 195 | 6  | 0  | 0   | 1   | 0  | 29   | 2   | 376   |
| 実環境計測・診断研究ラボ(77)         | 34  | 42  | 1  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 77    |
| メタンハイドレート研究ラボ(79)        | 28  | 46  | 2  | 0  | 0   | 0   | 0  | 3    | 0   | 79    |
| シグナル分子研究ラボ(52)           | 4   | 45  | 2  | 0  | 0   | 0   | 0  | 1    | 0   | 52    |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ(62)     | 16  | 44  | 2  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 62    |
| 器官発生工学研究ラボ(3)            | 3   | 0   | 0  | 0  | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 3     |

## 産業技術総合研究所

| ユニット名 (合計)           | 誌上    | 口頭     | 著書  | 地球  | 計量  | ソフト | DB | イベント | プレス | 合計     |
|----------------------|-------|--------|-----|-----|-----|-----|----|------|-----|--------|
| 創薬シーズ探索研究ラボ(23)      | 9     | 14     | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 23     |
| バイオセラピューティック研究ラボ(11) | 4     | 7      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 11     |
| 爆発安全研究コア(9)          | 7     | 2      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 9      |
| 深部地質環境研究コア(11)       | 8     | 3      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 11     |
| 情報化統括責任者(0)          | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 名誉フェロー(0)            | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| フェロー(12)             | 2     | 8      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 2   | 12     |
| 先端情報計算センター(0)        | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 特許生物寄託センター(8)        | 0     | 7      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 1    | 0   | 8      |
| 地質調査情報センター(72)       | 13    | 29     | 13  | 14  | 0   | 0   | 0  | 3    | 0   | 72     |
| 計量標準管理センター(11)       | 2     | 0      | 2   | 0   | 7   | 0   | 0  | 0    | 0   | 11     |
| ベンチャー開発センター(16)      | 3     | 12     | 1   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 16     |
| 技術情報部門(33)           | 10    | 19     | 4   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 33     |
| 産学官連携推進部門(70)        | 16    | 39     | 9   | 0   | 0   | 0   | 0  | 6    | 0   | 70     |
| 国際部門(0)              | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 知的財産部門(3)            | 0     | 1      | 2   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 3      |
| 研究業務推進部門(0)          | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 能力開発部門(2)            | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 2   | 2      |
| 財務会計部門(0)            | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 研究環境整備部門(0)          | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 東京本部(0)              | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 北海道センター(0)           | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 東北センター(0)            | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| つくばセンター(0)           | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 臨海副都心センター(0)         | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 中部センター(0)            | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 関西センター(0)            | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 中国センター(0)            | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 四国センター(8)            | 5     | 3      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 8      |
| 九州センター(0)            | 0     | 0      | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0    | 0   | 0      |
| 集計結果                 | 5,720 | 10,629 | 710 | 120 | 255 | 15  | 16 | 490  | 51  | 18,006 |

## ２．兼 業

## 平成19年度兼業一覧

| 所属\依頼元               | 教育機関 | 国・地方 | 公益法人 | 民間企業    | その他 | 総計       |
|----------------------|------|------|------|---------|-----|----------|
| 活断層研究センター            | 1    | 1    | 4    | 0       | 0   | 6        |
| 化学物質リスク管理研究センター      | 2    | 13   | 9    | 5       | 0   | 29       |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  | 7    | 0    | 7    | 2       | 0   | 16       |
| パワーエレクトロニクス研究センター    | 0    | 1    | 1    | 0(1)    | 0   | 2(1)     |
| 生物情報解析研究センター         | 8    | 0    | 8    | 4       | 0   | 20       |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  | 2    | 0    | 1    | 0(1)    | 0   | 3(1)     |
| 次世代半導体研究センター         | 2    | 0    | 1    | 0       | 0   | 3        |
| 界面ナノアーキテクトニクス研究センター  | 1    | 2    | 2    | 0       | 0   | 5        |
| グリッド研究センター           | 0    | 1    | 1    | 4(1)    | 0   | 6(1)     |
| 年齢軸生命工学研究センター        | 6    | 1    | 1    | 0       | 0   | 8        |
| デジタルヒューマン研究センター      | 8    | 0    | 2    | 0(3)    | 0   | 10(3)    |
| 近接場光応用工学研究センター       | 1    | 0    | 2    | 0(2)    | 0   | 3(2)     |
| ダイヤモンド研究センター         | 1    | 0    | 2    | 1       | 0   | 4        |
| バイオニクス研究センター         | 1    | 1    | 3    | 0(2)    | 0   | 5(2)     |
| 太陽光発電研究センター          | 2    | 1    | 6    | 2(1)    | 0   | 11(1)    |
| システム検証研究センター         | 2    | 0    | 1    | 4(1)    | 0   | 7(1)     |
| ナノカーボン研究センター         | 0    | 0    | 2    | 0       | 0   | 2        |
| 健康工学研究センター           | 2    | 2    | 2    | 0       | 0   | 6        |
| 情報セキュリティ研究センター       | 2    | 2    | 5    | 4       | 0   | 13       |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター | 1    | 0    | 1    | 0       | 0   | 2        |
| コンパクト化学プロセス研究センター    | 3    | 0    | 2    | 0       | 0   | 5        |
| バイオマス研究センター          | 3    | 1    | 3    | 3       | 0   | 10       |
| デジタルものづくり研究センター      | 4    | 3    | 5    | 0       | 0   | 12       |
| 糖鎖医工学研究センター          | 0    | 0    | 7    | 0(1)    | 0   | 7(1)     |
| 新燃料自動車技術研究センター       | 0    | 3    | 7    | 2       | 0   | 12       |
| 生命情報工学研究センター         | 12   | 1    | 4    | 4       | 0   | 21       |
| 生産計測技術研究センター         | 1    | 0    | 4    | 2       | 0   | 7        |
| 計測標準研究部門             | 13   | 4    | 8    | 2(1)    | 0   | 27(1)    |
| 地圏資源環境研究部門           | 7    | 9    | 9    | 4       | 0   | 29       |
| 知能システム研究部門           | 29   | 2    | 6    | 10(4)   | 1   | 48(4)    |
| エレクトロニクス研究部門         | 5    | 9    | 12   | 3(6)    | 0   | 29(6)    |
| 光技術研究部門              | 10   | 0    | 10   | 1(1)    | 0   | 21(1)    |
| 人間福祉医工学研究部門          | 18   | 3    | 9    | 3(2)    | 0   | 33(2)    |
| 脳神経情報研究部門            | 14   | 4    | 6    | 3       | 0   | 27       |
| ナノテクノロジー研究部門         | 12   | 2    | 13   | 2(2)    | 0   | 29(2)    |
| 計算科学研究部門             | 3    | 0    | 1    | 2       | 0   | 6        |
| 生物機能工学研究部門           | 8    | 4    | 12   | 1(3)    | 0   | 25(3)    |
| 計測フロンティア研究部門         | 4    | 0    | 11   | 1       | 0   | 16       |
| ユビキタスエネルギー研究部門       | 4    | 2    | 19   | 7(1)    | 0   | 32(1)    |
| セルエン지니어リング研究部門       | 12   | 12   | 25   | 11(3)   | 0   | 60(3)    |
| ゲノムファクトリー研究部門        | 6    | 2    | 5    | 0(2)    | 0   | 13(2)    |
| 先進製造プロセス研究部門         | 15   | 10   | 21   | 5(1)    | 0   | 51(1)    |
| サステナブルマテリアル研究部門      | 14   | 10   | 13   | 2(3)    | 0   | 39(3)    |
| 地質情報研究部門             | 9    | 5    | 7    | 0(1)    | 0   | 21(1)    |
| 環境管理技術研究部門           | 12   | 14   | 52   | 6(1)    | 0   | 84(1)    |
| 環境化学技術研究部門           | 11   | 6    | 19   | 1       | 0   | 37       |
| エネルギー技術研究部門          | 11   | 11   | 57   | 17(2)   | 0   | 96(2)    |
| 情報技術研究部門             | 22   | 3    | 24   | 10(8)   | 0   | 59(8)    |
| メタンハイドレート研究ラボ        | 0    | 0    | 1    | 0       | 0   | 1        |
| シグナル分子研究ラボ           | 3    | 1    | 13   | 0       | 0   | 17       |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ     | 2    | 0    | 1    | 0       | 0   | 3        |
| バイオセラピューティック研究ラボ     | 1    | 0    | 3    | 0       | 0   | 4        |
| ベンチャー開発センター          | 3    | 0    | 0    | 0       | 0   | 3        |
| 地域センター               | 4    | 11   | 11   | 1       | 0   | 27       |
| 研究関連・管理部門・その他        | 20   | 38   | 43   | 5(2)    | 0   | 106(2)   |
| 合計                   | 344  | 195  | 504  | 134(56) | 1   | 1178(56) |

( ) 内は役員兼業の数を示している。



### 3. 中期目標

独立行政法人産業技術総合研究所（以下「産総研」という。）は、旧工業技術院に置かれていた15の国立研究機関及び旧通商産業省に置かれていた計量教習所を統合し、平成13年4月に公務員型の独立行政法人として発足した。その目的は、鉱工業の科学技術に関する研究及び開発等の業務を総合的に行うことにより、産業技術の向上及びその成果の普及を図り、もって経済及び産業の発展並びに鉱物資源及びエネルギーの安定的かつ効率的な供給の確保に資することである。発足して以降これまでの間、産総研では統合と独立行政法人化したことによるメリットを活かし、研究所内の資源配分及び組織構成を研究所全体として最適化することによって、この目的の達成に努めてきた。

現下の技術を巡る状況を俯瞰すれば、我が国の経済と産業のより一層の発展を図る上では従来にない価値を新たに生み出していくことが不可欠であり、そこにおいて技術の果たす役割がこれまで以上に増大していくことは言をまたない状況にある。中長期的にも、人類社会の持続的な発展を維持していく上で技術に対する期待は非常に大きなものとなっている。こうした期待に対応し、内外を問わず研究開発における競争は活発化するとともに、産業界、学界を問わず研究開発活動はグローバル化し、また、融合化していくものと考えている。

このような状況において、産総研に課せられた目的と、その目的を達成するために現に産総研が行っている業務の重要性は、従前にも増して高まっている。こうした認識の下、第2期中期目標期間の開始に向け、産総研に期待される役割を的確に果たしていくためには、産総研が多様な人材それぞれが持てる能力を最大限発揮し得るような研究環境を実現し、研究所全体として研究能力を高めていくとともに、目的達成に効果的に資する研究分野への研究の重点化を図っていくことが必要である。同時に、いかに研究成果をあげ、それを普及させるかという観点から、企業、大学といった性格の異なる組織との間で有効な連携を進めていくことも強く求められる。

こうした基本認識を踏まえ、産総研の目的達成能力を一層高めていく上で、組織形態という観点からは、産総研は、制度的自由度がより高い非公務員型の独立行政法人に移行することが適切と考える。このため、移行に必要な法律措置を講じたところであり、産総研は平成17年4月1日、第2期中期目標期間の開始とともに非公務員型の独立行政法人へ移行する。第2期中期目標期間における産総研では、非公務員型の独立行政法人として持ち得る能力を最大限発揮し、研究開発の実施にとどまらず、人材の育成、研究成果の移転、技術情報の発信といった産総研の行うあらゆる活動を通じ、我が国におけるイノベーションの実現に多大な貢献を果たすことを期待する。

#### I. 中期目標の期間

産総研の平成17年度から始まる第2期における中期目標の期間は、5年（平成17年4月～平成22年3月）とする。

#### II. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

第2期中期目標期間において産総研は、知識の発見、現象の解明を目指す基礎的な研究を主として大学が、また、技術を製品として具現化する開発的な研究を民間企業が担う中にあって、基礎的な研究の成果である個々の知識体系を融合し、社会・経済ニーズへの適合を図る、いわば基礎的な研究と開発的な研究との間をつなぐ研究を中核に据えつつ、基礎的な研究及び開発的な研究を非公務員型移行のメリットを最大限活かして大学及び産業界と連携を図ることにより、各フェーズの連続的な研究の実施を目指す。こうした研究の実施により、新産業の創出等我が国の産業構造の変革と、これによる我が国及び世界の持続可能な発展に貢献する。また、経済産業省所管の独立行政法人として、産業技術政策をはじめとする経済産業政策に貢献するとともに、我が国の技術革新システムにおいて技術開発のプラットフォーム機能を発揮し、また、産業界に直接働きかけ得る主体的な組織としての役割を果たすことにより、産総研は、公的研究機関の改革における先導的モデルとなることを目指す。

#### 1. 質の高い研究成果の創出とその活用のために講じる方策

##### (1) 戦略的な研究開発の推進

（戦略的な研究企画及び研究資源配分の重点化）

新産業の創出や地域経済の活性化などの産総研に対するニーズを的確に把握し、これを踏まえて研究課題を戦略的に企画した上で、これに沿った研究テーマの重点化と研究資源の重点的な配分を実施する。また、地域センターにおいては、地域の技術特性を踏まえた研究からの世界最先端の研究成果の創出を目指すとの観点から、研究テーマの重点化と研究資源の重点的な配分を実施する。

（技術情報の収集・分析と発信）

国内外の科学技術の動向に関し、産総研独自の分析能力を高めることにより、技術情報の蓄積や知識の集積を行い、これを産総研における研究開発の実施に有効に活用するとともに、広く社会に発信する。

（研究組織の機動的な見直し）

社会や産業界及び地域のニーズに対応した研究成果の効率的な創出のため、研究ポテンシャル、人材、施設などの研究資源を有効に活用し得るよう、研究組織を、具体的な研究分野、研究テーマの消長、取捨選択に合わせ、また、定期的の実施している評価の結果も踏まえ、再編・改廃も含めて機動的に見直す。

（国際競争力強化のための国際連携の推進）

国際競争力のある研究成果の創出と人材の養成を目

的に、世界の有力研究機関や研究者との人材交流、共同研究などの研究交流を実施する。

（研究成果最大化のための評価制度の確立とその有効活用）

研究ユニットの評価に際しては、従来のアウトプットを中心とした評価に加え、費用対効果や実現されたアウトカムといった新たな視点も踏まえた評価制度の見直しを図り、その評価結果を研究ユニットの見直しや研究資源の配分に有効に反映させる。また、個人評価については、個々人の業務内容に応じた評価軸を設定するとともに、その結果を適切に処遇に反映し得るよう人事・給与制度を見直す。

## （2）経済産業政策への貢献

（産業技術政策への貢献）

産総研が持つ知見を活かして我が国の研究開発プロジェクトを効率的かつ効果的に推進するなど、産業技術政策の立案、実施に積極的に貢献するため、経済産業省が実施する技術戦略マップの策定や技術開発プロジェクトへの中核的研究機関としての参画及びプロジェクト実施に際しての産総研が有する研究インフラの提供などを行う。また、産業技術の発展に貢献する高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材の育成を行う。

（中小企業への成果の移転）

産業の現場を支える中小企業の技術力の向上を図るため、共同研究や受託研究の実施、技術情報の提供及び地域公設研との連携、協力などを通じ、研究開発に取り組む中小企業への成果の移転を積極的に行う。

（地域の中核研究拠点としての貢献）

産総研の研究成果等を活かして地域経済産業をより一層発展させるため、地域における研究ニーズの収集やこれに応じた研究成果の移転などの地域連携機能を強化するとともに、地域の技術特性を踏まえた産業クラスター計画への参画等を通じ、地域社会における産業技術研究を推進する中核研究拠点としての役割を果たす。

（工業標準化への取り組み）

社会からの要請の高い各種の工業標準等の確立に向け、第2期中期目標期間中には、国際提案も含めた40以上の標準化の素案を作成するなど積極的な貢献を行う。

## （3）成果の社会への発信と普及

（研究成果の提供）

知的財産権の実施許諾、共同研究や技術研修の実施、外部研究員の受け入れ、産総研研究員の外部派遣などの多様な方法を組み合わせることにより、産総研の創出した研究成果の社会への最大限の普及を目指す。また、論文などの学術的な成果についても、研究活動の遂行により得られた科学的、技術的な知見などを広く社会に公表することによって産業界、学界での科学技

術に関する活動に貢献するとの観点から、積極的に発信する。

（研究成果の適正な管理）

産総研の研究活動や外部機関との共同研究等によって得られた産総研の研究成果については、産総研の重要な経営財産であるとの認識の下、人材の交流や産学官の連携等を円滑に推進するとの観点から、これを適正に管理する。

（広報機能の強化）

産総研の活動や研究成果等が専門家だけでなく広く一般の国民にも理解されるよう、分かりやすい広報の実現を図る。また、国際展開を含めた広報活動関連施策を見直すことにより、海外における産総研の認知度の向上を目指す。

（知的財産の活用促進）

知的財産権の適切な確保と、確保した知的財産権の有効活用により、産総研の成果の社会への移転を推進するため、産総研の知的財産権関連施策を見直す。

## （4）非公務員型移行のメリットを最大限活かした連携の促進

（産業界との連携）

質の高い産業技術シーズの創出と、その社会への迅速かつ確実な移転を図るために、非公務員型への移行のメリットを最大限活かし、産業界との多様な形態の連携を積極的に推進する。

（学界との連携）

多様で優れた研究成果の創出と世界に通用する研究人材の育成を目的に、基礎研究分野に相対的な強みを有し研究体制も産総研とは大きく異なる大学等との連携を強力に推進する。

（人材の交流と育成）

非公務員型への移行により構築が可能となる柔軟な人事制度を活用し、職員の能力向上と技術革新を担う人材の育成を目的に、産業界や学界等との人材交流を積極的に行う。また、その一環として、産業界からの出向受入れと産総研から産業界への出向を新たに開始する。

（弾力的な兼業制度の構築）

産総研の研究成果の外部への移転を円滑に行うため、非公務員型への移行のメリットを最大限活かした柔軟な兼業制度を構築する。

## 2. 研究開発の計画

（鉱工業の科学技術）

【別表1】

（地質の調査）

【別表2】

（計量の標準）

【別表3】

## 3. 情報の公開

公正で民主的な法人運営を実現し、法人に対する国

民の信頼を確保するという観点から、情報の公開及び個人情報保護に適正に対応する。

#### 4. その他の業務

(特許生物の寄託業務)

特許生物の寄託制度の運営に関わることによる産業界への貢献を目的に、特許庁からの委託による特許生物株の寄託・分譲の業務を適切かつ円滑に遂行する。

(独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業)

独立行政法人製品評価技術基盤機構との標準化関係業務等に関する共同事業を適切に行う。

### Ⅲ. 業務運営の効率化に関する事項

#### 1. 研究活動を支援する業務の高度化

(経営機能の強化)

産総研に対するニーズに沿った研究を効率的に実施し、その成果の最大限の普及を図るという産総研のパフォーマンスの一層の向上の観点から、経営機能の強化を図る。また、組織の社会的責任を果たすとの観点から、法令遵守体制を一層強化する。

(研究支援業務の効率的な推進)

研究支援業務に関し、業務フローの見直しを図るとともに、旅費、給与関連等の業務のアウトソーシングなどを通じた業務量の節減を行い、研究実施部門も含めた組織運営の一層の効率化を実現する。また、研究支援業務の実施部門に対する評価制度を業務の特性を踏まえ見直すとともに、評価結果を業務運営に反映させることにより、一層の効率化を図る。

(研究支援組織体制の最適化)

業務効率化の観点から、研究支援組織体制の不断の見直しを行い、その最適化を図る。また、産総研の全職員に対する管理部門の職員の比率を、職員配置の適正な集中と分散を通じ、特に地域センターを中心に引き続き低減させる。

(業務の電子化の推進)

業務の電子処理システムを高度化することにより、研究支援業務の効率化を進める。システムの構築に当たっては、経済産業省電子政府構築計画に基づき、業務の最適化計画を作成するとともに、情報セキュリティの強化と利用者への情報提供等の利便性の向上を図る。

(施設の効率的な整備)

安全で効率的な研究環境を提供するため、アウトソーシングなどを活用しつつ、適切に自主営繕事業を推進し、施設の効率的な整備を図る。

#### 2. 職員の能力を最大化するために講じる方策

##### (1) 柔軟な人事制度の確立

(優秀かつ多様な人材の確保)

非公務員型の独立行政法人への移行を踏まえ、従来の国家公務員の採用方式によらない柔軟な採用制度を構築し、国内外から優秀かつ多様な人材を確保する。

また、女性に働きやすい職場環境の提供を行い、女性職員の採用に積極的に取り組む。

(多様なキャリアパスの確立)

職員の適性と能力にあわせた多様なキャリアパスを設定し、様々な能力を有する人材の効果的な活用を図る。

(非公務員型移行を活かした人材交流の促進)

外部人材との交流を通じた競争的な環境の中での研究水準の向上及び研究成果の産業界への円滑な移転を目的に、産業界や学界からの人材の受け入れ及び兼業も含む産総研からの人材の派遣等の人材交流を促進する。

##### (2) 職員の意欲向上と能力開発

(高い専門性と見識を有する人材の育成)

各種の研修等の能力開発制度の充実を図り、求められる業務について高い専門性と見識とを有する人材の育成に努める。

(個人評価制度の効果的活用と評価の反映)

個人の業績を多様な観点から評価し、職員の勤労意欲の向上を図る。その際には、評価結果に応じて査定を受ける業績手当の給与総額に占める比率を増加させるなど、給与制度に関しても職員個々の業績に応じた処遇の実現との観点から、必要な見直しを図る。

#### 3. 環境・安全マネジメント

(安全衛生の向上)

事故及び災害の未然防止等の安全確保策を推進するとともに、併せて、職員の健康を増進することにより、快適な職場環境造りに積極的に取り組む。

(省エネルギーの推進と環境への配慮)

研究活動にともなう環境影響に配慮するとともに、環境負荷低減に向けたエネルギーの有効利用の促進に引き続き積極的に取り組む。

#### 4. 業務運営全体での効率化

運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3 %以上の削減を達成する。

一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1 %以上の効率化を達成する。

人件費については、行政改革の重要方針（平成17年12月24日閣議決定）に基づき、国家公務員の定員の純減目標（今後5年間で5 %以上の純減）及び給与構造改革を踏まえ、国家公務員に準じた人件費の削減の取組を行う。

### Ⅳ. 財務内容の改善に関する事項

運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅲ. 業務運営の効率化に関する事項」で定めた事項に配慮した中期計画の予算を作成し、当該予算による運営を



行う。

また、積極的に外部資金の増加に努め、総予算に対する固定的経費の割合の縮減等の経営努力を行う。

(自己収入の増加)

外部資金等の自己収入の増加にこれまで以上に努める。

(固定的経費の割合の縮減)

大型機器の共通化、管理業務等の効率化を図ることなどにより、固定的経費の割合を縮減する。

## V. その他業務運営に関する重要事項

### 1. 施設及び設備に関する計画

良好な研究環境を維持するため、長期的な展望に基づき、老朽化対策を含め、業務の実施に必要な施設及び設備の計画的な整備に努める。

### 2. 人事に関する計画

非公務員型への移行のメリットを最大限活用し、多様な人材の採用及び活用を図るために、任期付き任用制度の見直しを行う。また、管理業務に関わる支出額(人件費を含む)の総事業費に対する割合を抑制する。

## 【別表1】 鉱工業の科学技術

### I. 健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発

我が国が高齢化社会に進んでいく中で、国民が将来とも健康で質の高い生活を維持、向上していくための予防医療、早期診断等の医療技術がこれまで以上に求められている。これを実現するために、ポストゲノム時代におけるバイオテクノロジーを活用した新しい健康関連産業の創出のための研究開発、画像診断技術や細胞工学技術などを活用した診断・治療関連技術の研究開発及び環境負荷の低減にも資する新規生物機能の探索とそれを活用したバイオプロセス技術に関する研究開発を実施する。

#### 1. 早期診断技術の開発による予防医療の促進とゲノム情報に基づいたテーラーメイド医療の実現

予防医療の実現を促進するため、疾患特異的バイオマーカーの探索技術や検知技術などの早期診断や創薬に資する基盤技術の研究開発を実施する。また、バイオインフォマティクス技術を発展させ、テーラーメイド医療への応用を目指した研究開発を実施する。

##### 1- (1) ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発

疾患等特定の生体反応に関与する遺伝子及びタンパク質等の生体分子の網羅的な解析によってバイオマーカーの探索と同定を行い、これらマーカー分子の検出・評価技術を基盤とする早期診断・予防医療技術に関する研究開発を実施する。

##### 1- (2) テーラーメイド医療の実現を目指した創薬支援技術の開発

薬の効き易さの個人差など、個々人の特質を考慮し

たテーラーメイド医療を実現するため、ゲノム情報の迅速な解析に基づく創薬・診断支援技術に関する研究開発を実施する。

#### 2. 精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

安全かつ効果的な医療の実現に向け、生体を分子レベルでイメージングする精密診断・治療技術及び組織再生や人工臓器等の機能代替技術に関する研究開発を実施する。

##### 2- (1) 高度診断及び治療支援機器技術の開発

迅速で正確な検査診断システム及び低侵襲の治療システムの実現に向けた生体の分子レベルでのイメージング技術に関する研究開発及び安全かつ効果的な医療の実現に向けた手術訓練の支援システムに関する研究開発を実施する。

##### 2- (2) 喪失機能の再生及び代替技術の開発

喪失した身体機能を生体組織レベルで再生、代替する再生医療技術及び長期生体適合性を有する人工臓器技術に関する研究開発を実施する。

#### 3. 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

社会の高齢化が進展する中で健康で質の高い生活の実現に資するため、脳機能、認知行動特性及び身体調節系特性等を客観的に評価する技術を確立するとともに、低下した身体機能の回復及び健康増進等に関する技術の研究開発を実施する。

##### 3- (1) 脳機能障害の評価及び補償技術の開発

脳損傷患者の治療効果を高めるため、脳機能の評価技術を開発するとともに評価結果に基づいた効果的な治療方法やリハビリ手法に関する研究開発を実施する。また、事故及び疾患等による機能欠損を補うための脳機能補償技術に関する研究開発を実施する。

##### 3- (2) 身体機能の計測・評価技術の開発

運動動作や循環器機能等に関する計測及びその相互関係の総合的評価技術に関する研究開発を実施する。また、生活習慣病の予防に向け、動作調節系及び循環調節系の機能改善の支援に関する研究開発を実施する。

##### 3- (3) 認知行動特性の計測・評価及び生活支援技術の開発

個々の人間特性に適合した安全・安心な生活環境の実現に向け、認知行動特性の計測技術及びその特性の解明技術を開発する。また、日常生活での安全確保等の支援技術の研究開発を実施する。

#### 4. 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産

新規有用生物や遺伝子資源の効率的探索及び生物機能を活用した有用物質の生産に関する技術の研究開発を実施する。

##### 4- (1) 新規な遺伝子資源の探索

バイオプロセスの高度化や新規高付加価値製品の開

発に利用可能な微生物及び遺伝子の効率的な探索技術の研究開発を実施する。

#### 4-(2) 高効率バイオプロセス技術の開発

バイオプロセスにより、有用物質を低コスト、高効率かつ高純度で生産するための技術の研究開発を実施する。

#### 4-(3) 遺伝子組み換え植物を利用した物質生産プロセスの開発

遺伝子組換え植物を用い、生理活性物質等を効率的に生産する技術の研究開発を実施する。

#### 4-(4) 天然物由来の機能性食品素材の開発

生理活性をもつ天然物を探索し、その構造と機能の解析を行うことにより、これら天然物を機能性食品に利用する技術の研究開発を実施する。

### 5. 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

新しい医療機器の開発に関する技術評価ガイドライン策定に貢献し、優れた医療機器の開発と実用化を促進するとともに、福祉に関連した製品の規格体系を整備する。また、我が国のバイオ産業の競争力強化を図るため、技術融合によるバイオテクノロジー関連計測技術に関する研究開発を実施するとともにその標準化を進める。

#### 5-(1) 医療機器開発の促進と高齢社会に対応した知的基盤の整備

医療機器の技術評価ガイドライン作成に資するため、機器の評価に関する基盤研究を実施する。また、高齢者・障害者に配慮した設計指針の国際及び国内規格制定に向けて、感覚・動作運動・認知分野を中心とした関連規格を体系的に整備する。

#### 5-(2) バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した計測・解析機器の開発

バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーの融合により新たな分析機器を開発する。また、これを用いて細胞の情報を迅速かつ網羅的に計測し解析する技術に関する研究開発を実施する。

#### 5-(3) 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

DNA、タンパク質及び酵素等のバイオテクノロジーの共通基盤となる生体分子の計測技術に関する研究開発を実施し、その国際標準化を目指す。

#### 5-(4) 環境中微生物等の高精度・高感度モニタリング技術の開発

遺伝子組換え生物が環境に与える影響を評価するため、環境中の特定の微生物や遺伝子を対象とした高精度・高感度モニタリング技術の研究開発を実施する。また、生活環境中の有害物質の評価及び管理技術の研究開発を実施する。

## II. 知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスを創出する研究開発

情報サービスや情報機器の高度化による情報化社会への進展の中で、産業活動や社会生活における情報サービス提供の利便性向上、提供される情報サービスを安全かつ安心して利用できる社会の実現が求められている。このため、知的資源のネットワーク化と情報の質や価値を高めるための大容量データサービス技術の研究、ロボットと情報家電を始めとする生活創造型サービス創出に向けた研究及び情報のセキュリティ、信頼性、生産性を向上する情報通信の基盤技術に関する研究開発を実施する。また、新たな情報産業の創出に向けた技術の研究開発を実施する。

### 1. 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

人間の知的活動の飛躍的な高度化を目指し、多様なユーザ毎に必要な情報を抽出する技術やネットワークを介した地球規模での知識の蓄積及び高度利用技術の研究開発を実施する。さらに、人間及び社会から得られる情報をデジタル化して有効利用する技術の研究開発を実施する。

#### 1-(1) 意味内容に基づく情報処理を用いた知的活動支援技術の開発

加速度的に増大する情報の中から必要な情報を効率よく得るために、あらゆるデータをその意味内容に基づいて構造化して取り扱うための技術及びそれを利用して知的活動を支援する技術の研究開発を実施する。

#### 1-(2) グローバルな意味情報サービスを実現する技術の開発

地球規模で蓄積された知識の自由で容易な利用を可能とするため、多くの情報システム上で動作する情報処理ソフトウェアを効率的に作成するとともに、その動作安定性を向上させる情報技術の研究開発を実施する。

#### 1-(3) 人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発

人間の身体機能及び行動等に関する情報ははじめとして、社会・生活環境から得られる大規模な情報をデジタル情報として蓄積し、それに基づいた分析・予測によって、個人から社会全体までを対象とした行動の意志決定支援などを実現する情報処理技術の研究開発を実施する。

### 2. ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出

誰もが IT を活用した創造的な生活の実現を目指し、ロボットや情報家電が人間の生活空間にとけ込み、使っていることを意識させない自然なインターフェースを通じて、個々の生活状況に応じた支援サービスを創出するための研究開発を実施する。

#### 2-(1) 人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術の開発

人間と共存・協調して人間の活動を支援するロボッ

トの実現を目指し、それに必要となる要素技術として、移動や作業機能だけでなく、案内、運搬、見守り、補助等の機能の実施に際しての安全性の確保及びシステム全体の統合的動作に関する技術の研究開発を実施する。

2-(2) 情報家電と人間の双方向インタラクションを実現するインターフェース技術の開発

多様で高機能な情報家電の実現を目指し、ユビキタス情報ネットワークと人や環境との接点となるディスプレイ及びセンサ等の入出力デバイスの性能向上に関する技術の研究開発を実施する。また、誰もが情報家電を容易に使いこなすためのユーザインターフェース技術の研究開発を実施する。

2-(3) 電子機器を高機能化・低消費電力化するデバイス技術の開発

ユビキタス情報社会を支えるモバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの長時間使用及び多機能化を目指し、2010年以降の LSI 微細化ロードマップに対応する超高集積・超高速・超低消費電力デバイス技術の研究開発を実施する。

3. 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

社会のライフラインである情報通信ネットワークの信頼性を確立するため、情報セキュリティ技術、ソフトウェア検証技術及び大容量情報の高速通信・蓄積技術に関する研究開発を実施する。

3-(1) 情報セキュリティ技術の開発

不正行為にも安全に対処でき、誰もが安心して利便性を享受できる IT 社会を実現するために、情報漏洩対策やプライバシー保護などを目的とした暗号、認証、アクセス制御などの情報セキュリティ技術及びそこで用いられる運用技術の研究開発を実施する。

3-(2) ソフトウェアの信頼性・生産性を向上する技術の開発

情報処理システムソフトウェアの不具合を効率的に検出するなど、利用者が安心して安全に使用できる信頼性の高いソフトウェアの開発生産性を向上させる技術の研究開発を実施する。

3-(3) 大容量情報の高速通信・蓄積技術の開発

通信ネットワーク上の情報量の高速大容量化に向けて、光デバイス技術や光信号処理技術などの高速通信技術と、大容量光ディスク技術に関する研究開発を実施する。

3-(4) 自然災害予測のための情報支援技術の開発

自然災害の予測及び災害被害の軽減を目的に、多様な地球観測データを統合するとともに、大規模シミュレーションを行うための情報処理支援システム技術の研究開発を実施する。

4. 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

次世代の情報産業創出の核となる技術を生み出すために、従来とは異なる動作原理に基づく情報処理デバイス技術及びバイオ分野への IT の新たな応用技術などに関する研究開発を実施する。

4-(1) 電子・光フロンティア技術の開発

コンピュータ性能を革新するための新機能材料等を利用した電子・光デバイス技術及び光情報処理によるバイオ・医用計測技術の研究開発を実施する。

4-(2) 超伝導現象に基づく次世代電子計測・標準技術の開発

超伝導現象を利用することにより、高精度かつ低雑音を実現する電子計測技術の研究開発を実施する。

III. 産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発

地球温暖化防止等の国際的な環境意識の高まりの中で、我が国の産業競争力の源泉であるものづくり産業の競争力を環境と調和させながら強化していくことが求められている。これを実現するため、我が国の産業競争力の中核である製造分野の強化を図るためのナノテクノロジーによる先端ものづくり産業の創出につながる研究、情報通信、環境、医療等の産業に革新的な進歩をもたらすナノテクノロジーの基盤技術研究及び環境負荷低減化のための機能性材料に関する研究開発を実施する。

1. 低環境負荷型の革新的なものづくり技術の実現

省資源・省エネルギー型ものづくり産業の創出を目指し、電子機器の高密度基板実装、高集積化学センサ等、高機能・高付加価値を最小限の原料とエネルギーの投入で実現する革新的なものづくり技術の研究開発を実施する。

1-(1) 省資源と高機能化を実現する製造プロセス技術の開発

材料資源をリサイクルも含め有効利用することにより原材料の投入と廃棄物の発生を最小限に抑え、また、多品種少量生産及び製品機能の仕様変更への容易な対応が可能な製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

1-(2) 省エネルギー型製造プロセス技術の開発

従来と比較して著しい低温若しくは小型装置により製造・加工を行うことで実現される省エネルギー型製造プロセス技術の研究開発を実施する。

2. ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

分子及び超微粒子等の相互作用による自己組織化プロセスに基づくナノスケールデバイスの製造技術及びナノシミュレーション技術等に関する研究開発を実施する。

2-(1) ナノ構造を作り出す自己組織化制御技術の開発

ナノスケールの特異な物性を利用して機能的ナノ構



造を作り出すための理論的基盤を構築するとともに、自己組織的な構造形成及び機能発現の制御により飛躍的な省エネルギー・省資源を実現するナノ材料、ナノデバイス及びナノ製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

#### 2-(2) ナノスケールデバイスを構成する微小部品の作製及び操作技術の開発

ナノチューブ、有機半導体分子等の機能性ナノ材料を微小部品として利用するため、ナノ材料の作製・操作技術の研究開発を実施する。また、分子デバイス、磁性半導体デバイス等のナノ構造デバイスを実現するために必要な超微細加工技術の研究開発を実施する。

#### 2-(3) 飛躍的性能向上をもたらす新機能材料及びそのデバイス化技術の開発

スイッチング及び発光等の機能の飛躍的向上が期待される新材料の作製及びそのデバイス化技術の研究開発を実施する。

#### 2-(4) ナノ現象解明のためのシミュレーション技術の開発

ナノスケールデバイスの動作原理を解明するため、ナノ物質の構造・物性・反応やナノ現象の解析・予測を行う基盤的シミュレーション理論及びナノスケールデバイスの設計・作製を支援する統合的なナノデバイスシミュレーション技術の研究開発を実施する。

### 3. 機能部材の開発による輸送機器及び住環境から発生するCO<sub>2</sub>の削減

自動車等の輸送機器のエネルギー消費の大きな要因となっている車体重量の軽量化を目指し、軽量合金部材の研究開発を実施する。また、住宅におけるエネルギー消費の削減に有効な断熱及び調湿機能を持つ建築部材に関する研究開発を実施する。

#### 3-(1) 耐熱特性を付与した軽量合金部材の開発

エンジン等への使用を可能とする耐熱性に優れた軽量合金の鋳鍛造部材に関する研究開発を実施する。

#### 3-(2) 軽量合金材料の大型化と冷間塑性加工を可能とする部材化技術の開発

自動車等の輸送機器の軽量化に向け、軽量合金を大型構造部材として実用化するために必要となる冷間塑性加工による薄板材製造技術及び低コストな素形材生産技術の研究開発を実施する。

#### 3-(3) 快適性及び省エネルギー性を両立させる高機能建築部材の開発

居住者の快適性を確保しつつ省エネルギー化を実現するために、窓、壁及び屋根等の高断熱及び調湿等の機能を持つ建築部材並びにそれらの低コスト化技術の研究開発を実施する。

### 4. ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

国内のものづくり産業の国際競争力強化を支援するため、ナノテクノロジー・材料・製造に関する技術の

研究開発力の強化に必要な共通技術基盤としてのインフラを整備する。

#### 4-(1) 先端計測及びデータベース等の共通基盤技術の開発

先端技術のものづくり産業への円滑な導入を図るため、共通に必要な機能性部材の作製、加工、計測、分析及び評価のための技術を開発する。また、産業界及び大学の利用が可能となる加工技術等のデータベース等の整備と運用を行う。ほか、ナノテクノロジーの社会的意義と技術に内在するリスクに関し調査・研究を行う。

#### 4-(2) 先端微細加工用共用設備の整備と公開運用

産業界及び大学の外部研究者及び技術者の利用が可能な最先端微細加工用の共同利用施設を整備する。

### 5. ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

機能性部材の作製、加工、計測、分析及び評価の基盤技術を医療等へ応用展開するため、横断的研究を推進する。

#### 5-(1) バイオテクノロジーとの融合による新たな技術分野の開拓

ナノ材料の化学特性を利用したドラッグデリバリシステム等ナノテクノロジーとバイオテクノロジーの融合技術の研究開発を実施する。

## IV. 環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を実現するための研究開発

環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を将来とも実現していくため、産業活動や社会生活の環境への負荷を低減するとともに、これらの活動や生活の源になるエネルギーの需要や供給をCO<sub>2</sub>の排出量を削減しながら安定的かつ効率的なものとしていくことが求められている。このため、我が国における産業活動に伴い発生する環境負荷の低減を目的として、環境評価・保全技術、環境に調和した国土の有効利用及び化学産業の環境負荷低減技術に関する研究開発を実施する。また、CO<sub>2</sub>排出量の削減及びエネルギーの安定供給確保を目的として、再生可能エネルギー、燃料電池等の分散エネルギー源とそのネットワーク化技術及び産業・運輸・民生部門の省エネルギー技術に関する研究開発を実施する。

### 1. 環境予測・評価・保全技術の融合による環境対策の最適解の提供

種々の環境変化に対応した環境対策の最適解の提案を目指し、環境計測、リスク評価、環境負荷評価及び環境浄化・修復・保全に関する技術の統合的な研究開発を実施する。

#### 1-(1) 化学物質の最適なリスク管理を実現するマルチプルリスク評価手法の開発

社会、行政及び産業のニーズに対応し、30種類以上

の化学物質に関する詳細なリスク評価を実施する。また、代替物質や新技術による生産物等の評価手法及び複雑なリスクの相互依存関係に対応できる多面的なリスク評価手法に関する研究開発を実施する。

#### 1-(2) 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

生産と消費に係わる諸活動の環境、経済及び社会への影響を統合的に評価するライフサイクルアセスメント技術に関する研究開発を実施するとともに、その結果の普及と利用を推進する。

#### 1-(3) 環境問題の発生を未然に防止する診断・予測技術の開発

環境汚染を早期に発見し、汚染の拡大を防止するとともに、環境浄化・修復の効果を評価するため、環境負荷物質の極微量検出を可能とする計測技術の研究開発を実施する。また、CO<sub>2</sub>等の産業活動に起因する温暖化関連物質の排出源対策技術の評価に関する研究開発を実施する。

#### 1-(4) 有害化学物質リスク対策技術の開発

汚染された大気・水・土壌の浄化、修復及び保全を目指し、揮発性有機化合物（VOC）、難分解性化学物質及び重金属等の汚染物質の処理技術に関する研究開発を実施する。また、廃棄物の集中する都市域における最終処分量の削減と資源循環の適正化に有効なリサイクル技術に関する研究開発を実施する。

### 2. 地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土の有効利用の実現

自然と経済活動の共生を目指した地下深部の利用に向け、地圏における水の循環システムを解明するとともに、低環境負荷資源開発、土壤汚染リスクの評価と修復、地層処分及びCO<sub>2</sub>地中固定に関する研究開発を実施する。

#### 2-(1) 地圏における流体モデリング技術の開発

地球環境に配慮した地下深部の利用を実現するため、地圏内部に含まれる流体の挙動に関するモニタリング及びシミュレーション等の技術の研究開発を実施する。また、低環境負荷資源開発に関する研究開発、土壤汚染リスクの評価及び地層処分に関する環境評価を実施する。

#### 2-(2) CO<sub>2</sub>地中貯留に関するモニタリング技術及び評価技術の開発

大気中のCO<sub>2</sub>濃度を削減することを目的として、地中の帯水層にCO<sub>2</sub>を固定するCO<sub>2</sub>地中貯留システムの実現に向け、CO<sub>2</sub>の挙動に関するモニタリング技術及び帯水層のCO<sub>2</sub>貯留可能ポテンシャル評価に関する研究開発を実施する。

#### 2-(3) 沿岸域の環境評価技術の開発

都市沿岸域において海水流動や水質・底質の調査を行い、産業活動や人間生活に起因する環境負荷物質の評価技術の高度化を図る。

### 3. エネルギー技術及び高効率資源利用による低環境負荷型化学産業の創出

化学製造プロセスにおける環境負荷の低減を目指し、バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の研究開発を実施する。また、副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術、気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

#### 3-(1) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

バイオマスの化学製品原料としての長期的な利用の拡大を目指し、高性能かつ高機能なバイオマスベース化学製品の製造技術及び低品位バイオ生産物からの基礎化学品の生産プロセス技術に関する研究開発を実施する。

#### 3-(2) 副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術の開発

高付加価値ファインケミカルズ製造のための高選択性反応技術の研究開発を実施する。また、製造時における環境負荷が大きい高機能化学製品の製造プロセスにおいて、廃棄物の発生を極小化することにより環境負荷を低減する技術に関した研究開発を実施する。

#### 3-(3) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

燃料電池の燃料として需要拡大が見込める水素等を、省エネルギーかつ安価に供給するプロセスを実現するため、水素や酸素等の高性能な気体分離膜及びその利用システムに関する研究開発を実施する。

### 4. 分散型エネルギーネットワーク技術の開発によるCO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上

CO<sub>2</sub>の削減とエネルギー自給率の向上を可能とする電力の低コストかつ安定的な供給の実現を目指し、太陽エネルギー、水素エネルギー及び燃料電池等の分散型エネルギー源並びに分散型エネルギーネットワークの運用技術に関する研究開発を実施する。

#### 4-(1) 分散型エネルギーの効率的な運用技術の開発

個々の分散型エネルギー源をネットワーク化されたシステムとして機能させるため、高効率エネルギー管理技術、電気・熱・化学エネルギーの統合運用技術及びモバイル機器等への応用可能な可搬型エネルギー源技術に関する研究開発を実施する。

#### 4-(2) 小型高性能燃料電池の開発

小型高性能燃料電池の普及促進に向け、固体高分子形燃料電池の信頼性向上、電解質・電極触媒の革新的性能向上及び低価格化のための技術に関する研究開発を実施する。また、固体酸化物形燃料電池に関し、性能評価技術及び規格・標準化技術の研究開発を実施する。

#### 4-(3) 太陽光発電の大量導入を促進するための技術開発 再生可能エネルギーである太陽エネルギーの大量導

入を促進するために、薄膜シリコン系多接合太陽電池の開発など、太陽光発電の高効率化・低コスト化技術に関する研究開発を実施する。

#### 4-(4) 水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術の開発

水素エネルギーの利用に際しての安全性の確保を図るため、その製造、貯蔵及び輸送技術の研究開発を実施する。また、炭化水素系資源から水素、メタン及び新合成燃料等のクリーン燃料を製造し、利用する技術の研究開発を実施する。

#### 5. バイオマスエネルギーの開発による地球温暖化防止への貢献

バイオマスの利用により地球温暖化防止へ貢献するため、木質系バイオマスからの液体燃料製造技術及び最適なバイオマス利用に向けての評価技術に関する研究開発を実施する。

#### 5-(1) 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

大気中の  $\text{CO}_2$  濃度を低レベルで安定化させるために、特に  $\text{CO}_2$  固定効果の大きな木質系バイオマスを原料として、運輸用液体燃料などを高効率・低環境負荷で製造するエネルギー転換技術に関する研究開発を実施する。

#### 5-(2) バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

アジアに大量に賦存するバイオマス資源の利用を推進し、その市場への導入を図るため、経済価値の高い素材から経済価値の低いエネルギーに至るまでバイオマスの総合的な利用を推進する技術の研究開発を実施する。

#### 6. 省エネルギー技術開発による $\text{CO}_2$ 排出の抑制

$\text{CO}_2$  の排出抑制のため、省電力型パワーデバイスの開発及び分散型エネルギーネットワークの構築など、エネルギー供給における省エネルギー化を実現する技術の研究開発を実施する。また、エネルギー消費の大きい化学産業におけるエネルギー消費の低減をはじめ、輸送機器の軽量化及び情報通信機器の省電力化など、製品の製造及び利用の両面において省エネルギー化を実現する研究開発を実施する。

#### 6-(1) 省電力型パワーデバイスの開発

民生及び運輸部門の省エネルギー化を目指し、材料・デバイス技術の統合によるパワーデバイスの高パワー密度化、低コスト化及び汎用化のための基盤技術を確立し、エネルギー損失を大幅に低減するパワーデバイスの研究開発を実施する。

#### 6-(2) 省エネルギー化学プロセス技術及び環境浄化技術の開発

化学プロセスの省エネルギー化を実現するための熱交換技術、蒸留技術及び反応技術の研究開発を実施する。また、環境浄化及びリサイクルの実施に際しての投入エネルギーの低減を図るため、省エネルギー型の

水処理技術及び金属再生技術に関する研究開発を実施する。

#### 6-(3) 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発

個々の分散型エネルギー源をネットワーク化されたシステムとして機能させるため、高効率エネルギー管理技術、電気・熱・化学エネルギーの統合運用技術に関する研究開発を実施する。（Ⅳ．4-(1)を一部再掲）

#### 6-(4) 輸送機器及び住居から発生する $\text{CO}_2$ の削減のための機能部材の開発

自動車等の輸送機器のエネルギー消費の大きな要因となっている車体重量の軽量化を目指し、軽量合金部材の研究開発を実施する。また、住宅におけるエネルギー消費の削減に有効な断熱及び調湿機能を持つ建築部材に関する研究開発を実施する。（Ⅲ．3を再掲）

#### 6-(5) 電子機器を低消費電力化するデバイス技術の開発

ユビキタス情報社会を支えるモバイル情報機器及びロボットに搭載され CPU 及び入出力デバイスの長時間使用を目指し、2010年以降の LSI 微細化ロードマップに対応する超低消費電力デバイス技術の研究開発を実施する。（Ⅱ．2-(3)を一部再掲）

### V. 産業基盤を構築する横断技術としての計測評価技術の研究開発

計測技術は、観測、実験及び生産等全ての科学研究や産業活動の発展の基盤をなすものであり、様々な分野における共通の基盤技術として広く利用されている。広範囲にわたる産業活動を横断的・共通的に支援し、産業技術の信頼性を向上させるため、計測評価技術の研究開発を実施するとともにデータベースの構築や試験評価方法の標準化を推進する。

#### 1. 計測評価技術の開発と知的基盤構築の推進

広範な先端技術分野において新たな知見を獲得するためのツールとなる計測評価技術を開発するとともに、それらの標準化に貢献する。また、新技術や新製品の国内外市場の開拓を促進するため、製品の機能及び特性等を評価する技術を開発する。

#### 1-(1) 先端的な計測・分析機器の開発

新たな産業技術の発展を促進するため、光・量子ビーム源の開発及び高感度検出技術の開発など先端的な計測・分析機器に関する研究開発を実施するとともに、それらの標準化に貢献する。

#### 1-(2) 計測評価のための基盤技術の開発

材料・部材及び構造物における損傷及び劣化現象等の安全性及び信頼性の評価に関わる計測技術の研究開発を実施するとともに、それらの標準化に貢献する。さらに、バイオテクノロジー等の先端産業技術における信頼性の高い計測評価技術を開発することにより、産業と社会の信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の



構築に資する。

## 2. 産業と社会の発展を支援するデータベースの構築と公開

先端産業技術の開発と社会の安全・安心のための基盤となる重要な計測評価データを蓄積し、データベースとして産業界と社会の利用に広く提供する。

### 2-(1) 産業技術の基盤となるデータベースの構築

産業技術の基盤となる物質のスペクトル特性及び熱物性等のデータベースを構築し、産業界と社会の利用に広く提供する。

### 2-(2) 社会の安全・安心に関するデータベースの構築

環境、エネルギー及び安全性等の社会の安全・安心の基盤となる計測評価データベースを構築し、産業界と社会に広く提供する。

## 【別表2】地質の調査（地球の理解に基づいた知的基盤整備）

地殻変動が活発な地域に位置する我が国において、安全かつ安心な産業活動や社会生活を実現し、また、必要な資源の確保を図るためには、国土及び周辺地域の地質に関する状況を適切に把握し、これに応じ必要な対応を行うことが求められている。このため、国の知的基盤整備計画などに沿って、国土及び周辺地域の地質情報の整備と供給及び地震・火山等の自然災害による被害の軽減に関する研究開発を実施する。また、アジアにおける国際協力の強化及び地質基盤情報整備における先導的役割の発揮に向けた取り組みを行う。

## 1. 国土及び周辺地域の地質情報の統合化と共有化の実現

国の知的基盤整備計画に基づき、国土と周辺地域において地質の調査・研究を実施し、地質情報の整備を行うとともに、大陸棚の限界に関する情報作成及び衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発に取り組む。また、地質の調査に関する研究成果を社会に普及するための体制を整備する。

### 1-(1) 地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備

地質の調査に関する研究手法・技術の高度化を進め、日本の位置する島弧を含む地球に対する理解を深め、新たな地球科学理論・モデルを確立する。また、こうした知見も活用し、長期的な計画に基づき、国土の地質情報基盤である20万分の1の地質図幅23区画、5万分の1の地質図幅25区画、20万分の1の海洋地質図15図、20万分の1の重力図5図及び空中磁気図3図の作成・改訂を行う。

### 1-(2) 地質情報の高度化と利便性の向上

20万分の1の地質図データベースを整備し、各種データベースとの統合化により、地質情報の精度を向上させるとともに、利便性の向上を図り、地質情報の標準化を実施する。また、5個の地球化学標準試料を作製するほか、地質標本の標準試料の整備及び地球化学

データベースの整備・公開を実施する。

### 1-(3) 大陸棚調査の実施

「海洋法に関する国際連合条約」に基づき、平成21年5月までに国連の「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する必要がある大陸棚の地形・地質に関するデータ等大陸棚の限界に関する情報の作成に貢献するため、必要とされる調査・分析・解析を行う。

### 1-(4) 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

自然災害、資源探査、地球温暖化、水循環等に関する地球観測の一環として、地質の調査に関する衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発を行うとともに、より効率的な石油資源の探査等に必要な衛星情報の整備を図る。

### 1-(5) 地質情報の提供

地質の調査に関わる研究成果を社会に普及するため、地質図類、報告書等を出版するとともに、電子媒体やWebによる地質情報の普及体制を整備する。また、地質標本館の有効活用を図るとともに、地質相談業務に積極的に取り組む。

## 2. 環境に配慮した資源利用のための地質の調査・研究

環境問題や将来的な資源問題の解決のため、地球における長期的かつ大規模な物質循環を視野に入れた地質の調査・研究を実施するとともに、データベースなどの基本地質情報を整備する。

### 2-(1) 地球環境を支配する水と炭素の循環システムの解明

陸域での水循環及び海洋における物質循環に関する地質の調査を行い、水文環境図の作成、データベースの整備及び循環モデルの提案等を行うことにより、環境負荷影響及び環境対策技術適用に関する基本情報を提供する。

### 2-(2) 地圏における物質の循環・集積メカニズムの解明と評価

地圏における土壌汚染の原因や資源生成の要因となる物質の循環と集積メカニズムの解明のため、土壌汚染情報に基づく土壌環境リスクマップの作成及び資源情報データベースの整備と公開を行う。また、環境・資源評価のための調査手法を開発し、産業界への普及を図るとともに、政策への反映を目指し提言を行う。

## 3. 地質現象の解明と将来予測に資する地質の調査・研究

地震、火山等の自然災害による被害の軽減及び高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全性の確保を目的として、活断層、地震発生や火山噴火のメカニズム及び地下水変動などに関する調査・研究を実施する。

### 3-(1) 地震及び活断層の調査・研究の実施

調査の必要性が高い15以上の活断層及び近い将来発生が懸念される海溝型地震に関する調査・研究を行うとともに、地震前兆現象を把握するための地下水等の

変動観測などを実施する。

### 3-(2) 火山の調査・研究の実施

火山噴火予知及び火山防災のための調査・研究を行い、火山に関する地質図5図を作成するとともに、火山関連情報をデータベース化して提供する。

### 3-(3) 深部地質環境の調査・研究の実施

高レベル放射性廃棄物地層処分事業の安全規制に係る国の施策に資するため、地質現象の長期変動及び地質環境の隔離性能に関する地質学的、水文地質学的知見を取りまとめ、技術情報として規制当局に提供するとともに、長期的視点から地層処分研究の基盤を確保する。

### 3-(4) 都市及び沿岸域の地質環境の調査・研究の実施

人口密集地における自然災害による被害の軽減を目的に、都市平野部から沿岸域の総合的な地質環境の調査・研究を行い、その結果を国及び地方公共団体等に提供する。

## 4. 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火をはじめとする自然災害に対応して、緊急の調査・研究を実施する。

### 4-(1) 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火をはじめとする自然災害発生に際して、社会的な要請等に機動的に対応して緊急の調査・研究を実施するとともに、必要な関連情報の発信を行う。

## 5. 国際協力の実施

地質に関する各種の国際組織、国際研究計画に参画するとともに、産総研が有する知見を活かし、国際的な研究協力を積極的に実施する。

### 5-(1) 国際協力の実施

アジア太平洋地域を中心に、地質情報の整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際研究協力を実施する。

### 【別表3】計量の標準（知的基盤の整備への対応）

産業、通商、社会で必要とされる試験、検査や分析の結果に国際同等性を証明する技術的根拠を与え、先端技術開発や産業化の基盤となる計量の標準を整備するとともに、計量法で規定されている法定計量業務を適確に実施することにより、我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持・強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全かつ安心の確保に貢献する。

#### 1. 国家計量標準システムの開発・整備

計量標準の中核機関として他省庁及び民間企業との協力の下、我が国の総力を結集し、2010年度までに計量標準の供給サービスの水準を米国並みに高めるために必要な国家計量標準（標準物質を含む。以下同じ。）を早急に整備し、供給を開始する。そのうち国際通商に必要な基本的な計量標準については、国際基

準に適合した計量標準の供給体制を構築して、我が国の円滑な通商を確保する。国内の先端産業技術の国際市場獲得に必要な客観的な技術評価及び国民の安全・安心の確保のための戦略的な計量標準については、産業界や社会の要請に即応して整備し、多様な供給の要請に対して柔軟に対応する。また、経済産業省に対して国家計量標準システムの企画・立案に関する技術的支援を行う。

#### 1-(1) 国家計量標準の開発・維持・供給

我が国経済及び産業の発展等の観点から、新たに140種類の計量標準を整備して供給を開始する。また、供給を開始した計量標準のうち150種類の標準について供給範囲の拡大等を図り、より高度な社会ニーズに対応するとともに、計量標準の適確な維持・供給を実施する。さらに、136種類の計量標準について国際基準に適合した品質システムを整備して計量標準の供給体制をゆるぎないものとし、メートル条約のもと国家計量標準と国家計量標準機関が発行する校正証明書に関する相互承認協定（グローバル MRA）の枠組みを通して、計量標準の供給体制の国際統合化を進める。

#### 1-(2) 計量標準政策の提言

我が国の計量標準の開発の方向性と供給制度の高度化・合理化の方策を経済産業省及び関係機関へ提言する。

#### 1-(3) 計量標準の供給・管理体制の強化

適確な標準供給を確保できる体制を構築して、計量標準供給の信頼性・安定性をゆるぎないものとする。

#### 1-(4) 計量法に基づく認定技術審査への協力

高精度の校正サービスを行う校正事業者に対して、国の政策により行う計量法校正事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援する。また、極微量物質の分析を行う事業者に対して、国の政策により行う計量法特定計量証明事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援する。

## 2. 特定計量器の基準適合性の評価

計量法で定められた特定計量器の検定に関する業務を、新たな技術課題を解決しつつ適確に行うとともに、法定計量体系の高度化・合理化・国際化等の政策課題に関して経済産業省の法定計量政策を支援する。

#### 2-(1) 法定計量業務の実施

計量法に基づき産総研に委任された法定計量業務を適正に実施する。

#### 2-(2) 適合性評価技術の開発

計量器の最新技術動向を法定計量に取り入れるため、適合性評価技術の研究開発を実施する。

#### 2-(3) 法定計量政策の提言

我が国の法定計量体制の中の諸機関との連携を促進し、政府の法定計量政策の企画・立案を支援する。

#### 2-(4) 法定計量体系の設計

我が国の法定計量体系の高度化のために政府に協力

して調査を行い、効率的な法定計量体系の設計を支援する。

### 3. 次世代計量標準の開発

次世代の計量標準を世界に先駆けて開発し、国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮する。また計量標準に関する先導的な技術開発を主体的、戦略的に行って、産業界や大学のニーズに機動的に対応する。

#### 3- (1) 革新的計量標準の開発

革新的な計量標準技術を世界に先駆けて開発し、我が国の優れた標準技術を国際標準に反映させて優位性を確保するとともに、それらを先端技術開発に反映させる。

#### 3- (2) 産業界ニーズに対応した先導的开发

IT 技術等を積極的に活用することにより計量標準の供給技術を高度化し、産業界や大学への標準供給の効率を飛躍的に向上させ、また供給の精度を向上させる。

### 4. 国際計量システムの構築

計量標準、法定計量に関連する国際活動に主導的に参画し、我が国の技術を反映した計量システムを諸外国に積極的に普及させるとともに、メートル条約と法定計量機関を設立する条約のもとメンバー国と協調して国際計量システムの発展に努める。

#### 4- (1) 計量標準におけるグローバルな競争と協調

グローバル化する経済のもと、国際的計量組織の一員としての我が国のプレゼンスを強化することにより、産業の競争力強化と国民生活の安全・安心の確保という我が国の利益を増進させる。

#### 4- (2) アジアを中心とした国際協力の展開

アジアを中心とした開発途上国へ技術援助を行い、それにより開発途上国の国際相互承認への参画を促しつつ、我が国の計量標準技術を反映した国際計量標準システムを構築する。

### 5. 計量の教習と人材の育成

広範で質の高い計量業務に対応できるよう、我が国及び開発途上国の計量技術人材を育成する。

具体的には、

- ・都道府県、特定市の地方計量行政を担当する公務員のために、計量技術のレベル向上を目的とした教習を行い、計量技術レベルの向上を図る。
- ・法定計量の技術を教習し、技術レベルの高い一般計量士・環境計量士を育成して国家資格の付与に資する。
- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業者管理者講習及び分析技術者研修を行い、超微量汚染物質の計量証明に関する技術レベルの向上に資する。
- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の認定技術審査員研修、校正技術者研修を行い、当該制度の技

術レベルの向上に寄与する。

- ・アジア諸国等を対象とした国際協力研修等を外部機関との協力のもとに実施し、高い技術を持った人材を育成する。
- ・専門的な計量標準技術を民間技術者へ提供し、技術移転を効果的に行う。



#### 4. 中期計画

独立行政法人通則法第31条第1項に基づき、独立行政法人産業技術総合研究所の平成19年度の事業運営に関する計画（以下、年度計画）を次のように定める。

I. 質の高い成果の創出と提供（国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置）

1. 質の高い研究成果の創出とその活用のために講じる方策

(1) 戦略的な研究開発の推進

（戦略的な研究企画及び研究資源配分の重点化）

【中期計画（参考）】

- ・ 質の高い研究成果を戦略的に創出するため、成果の科学技術的又は社会経済的な価値が実現した状態である「アウトカム」を意識した中長期的な研究開発戦略を策定する機能を強化する。策定する戦略については、中長期的な観点を踏まえつつ、国内外の科学技術動向や政策的要請等に機動的に対応できるよう常に見直す。

《平成19年度計画》

- ・ イノベーション推進の観点から、平成18年度に設置したイノベーション推進コアを中心に分野別横断プロジェクトなど分野融合的な研究を推進する体制強化を行う。
- ・ 経済産業省のイノベーション・スーパーハイウェイ構想を推進・実現する研究実施機関として、産業政策に貢献するために、企画本部、イノベーション推進コア理事、産業技術アーキテクトおよびイノベーション推進室が連携して取り組む体制を発展・強化する。
- ・ 明瞭な政策的要請に対応するため、新たな研究推進体制における組織として研究コアを設置する。

【中期計画（参考）】

- ・ 研究開発戦略に基づき研究の重点化を進めるための研究テーマの選択と集中を図る。特に地域拠点においては、地域の特性も踏まえた研究開発の中核拠点化を目指し、研究の重点化を行う。

《平成19年度計画》

- ・ 平成18年度に実施した第2期研究戦略ブラッシュアップにより、選定された平成19年度重要研究課題について、予算、人材等の研究資源の重点配分による高い研究成果の創出を図る。
- ・ 「地域センターの今後のあり方方針」に基づき、各地域における技術的な特性、地域の技術ニーズ、産業クラスター計画からの要請も踏まえて、地域センターの研究重点化と研究機能強化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・ 予算、人員等の研究資源の配分については、中長期的な研究開発戦略及び社会、産業界のニーズに基づく機動的な政策対応の観点などから重要な研究課題及び必要な技術融合課題の設定を行い、それを踏まえて重点化する。

《平成19年度計画》

- ・ イノベーション推進コア理事およびイノベーション推進室を中心に研究ユニットと個別の意見交換を実施し、中期目標達成に向け研究戦略に基づく本格研究の実践のために必要な予算として、研究ユニットの自律的な研究に充当するユニット経営予算と理事長決定による政策的予算の配分を行う。
- ・ 長期的視点から人員の採用を行うとともに、人員計画の下、第2期研究戦略の目標達成の観点から、人員配置を実行する。
- ・ 産総研産業変革研究イニシアティブの拡充強化を図り、継続3課題の推進に加え、産業技術アーキテクトの主導により新規課題の検討および選定を行う。
- ・ 企業等において活用に至っていない研究チームを産総研に受け入れ産総研の研究者との融合を促進し、新事業の創出を図る。

【中期計画（参考）】

- ・ 研究スペースを有償の研究資源として捉え、スペース課金システムを活用し、迅速かつ適切に研究スペースの回収と配分を行う。

《平成19年度計画》

- ・ スペースの有効活用を促進させるため、課金システム及び配分審査を的確に行う。また、スペース返納促進をより一層強力に進め、安全対策及びユニット配置の集中・最適化のため前年度実績以上の留保面積を確保し、より効率的なスペース活用を図る。

【中期計画（参考）】

- ・ 研究ユニット評価結果の研究資源配分への効果的な反映、外部資金の獲得に対するインセンティブとしての研究資源配分など、研究資源の配分を競争的に行うことにより、研究活動を活性化させ研究成果の質の向上を図る。

《平成19年度計画》

- ・ 平成18年度に引き続き、研究ユニット評価・モニタリング結果をユニット経営予算または政策的予算に適切に反映し、研究成果の質の向上を図る。
- ・ 共同研究等を推進するための制度に基づいて、民間企業等からの資金提供型共同研究、受託研究に対して資金提供額に応じて研究ユニットに研究費を付与するとともに、第2期研究戦略上、重要な研究課題として位置づけられる共同研究に対しては審査を行い追加的支援を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ 地域における産業競争力の強化、新産業の創出に貢献するために、地域の技術的な特性を踏まえた世界に伍する研究への研究資源の重点配分を図る。

《平成19年度計画》

- ・ 地域産業界、地域経済産業局等との連携体制を強化し、地域の産業界、政策ニーズに合致した研究開発に対して、研究予算、人員を重点的に配分する。

【中期計画（参考）】

- ・研究開発の実施に当たっては、多重構造を排した組織において、意思決定の迅速化を図り、権限と責任を明確にした組織運営を行う。

《平成19年度計画》

- ・イノベーション推進コア理事が、イノベーション推進室と協働して、各研究分野ごとに研究ユニット長と直接対話を行い、より一層の意思決定の迅速化、責任の明確化を図り、フラットな組織構造による研究ユニット等の運営を進める制度を整備する。

（技術情報の収集・分析と発信）

【中期計画（参考）】

- ・社会情勢の変化を的確に把握するとともに中長期的な産業技術動向を俯瞰するため、外部人材ネットワークやアウトソーシングを活用しつつ組織体制と機能を充実させ、国内外の科学技術情報を収集・分析する。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度に引き続き、産業技術に関する情報の調査・分析体制の強化を図る。
- ・平成18年度に引き続き、研究ユニットの活動成果に関連する情報と、研究ユニットが取得している産業技術関連情報等の全所での共有を促進するため、技術情報部門と他の研究関連・管理部門との連携を強化するとともに、研究ユニットとのコミュニケーションの緊密化を図る。
- ・研究ユニット等の横断的な調査ニーズを把握し、協力して調査を実施する。
- ・平成18年度に引き続き定点観測的情報収集を中心に外部機関等との連携を図り、効率的に情報収集を行う。
- ・平成18年度に引き続き、産総研の研究戦略、経営戦略に資するため、研究ポテンシャル及びパフォーマンスに関する調査・分析を進める。
- ・イノベーションを創出・促進して社会への貢献を果たしていく技術戦略を明らかにするため、社会、産業及び学問の視点等の変化と相互関係等の調査研究を、内外の有識者とのネットワークを構築しつつ進める。
- ・平成18年度に引き続き、イノベーション創出を目指す公的研究機関としてのマネジメント手法に関する調査研究を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・産業技術動向等の調査・分析の成果は、月報等の情報レポート及び調査分析レポートとして内外に情報提供する。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度に引き続き、収集した情報を整理し月次レポートとして所内に定期的に配信する。併せて、内容面での一層の充実を図る。
- ・調査結果を定期的にとりまとめ、内外に発信するとともに、主要な成果について所内向けの報告会を開催する。

- ・エルゼビア社以外の購入洋雑誌（オンラインジャーナルを含む）について契約の見直しを行ない、効率的な図書の活用を図る。また、引き続き、内外学術雑誌の収集と利用及びネットワークを活用した文献情報の利用の促進を図る。

（研究組織の機動的な見直し）

【中期計画（参考）】

- ・短期的並びに中長期的な研究開発の計画を着実に達成するため、研究内容や研究フェーズの相違等を勘案し、研究センター、研究部門、研究ラボなどの研究ユニットを適切に配置する。各研究ユニットの成果に対する評価を定期的に行い、その結果及び産業動向、科学技術動向等を踏まえ、社会ニーズ、政策的要請等に適切に対応する機動的かつ柔軟な組織の見直し、再編・改廃を行う。

《平成19年度計画》

- ・ミッション遂行のための最適な組織体制の確立を目指して、研究の進展や社会ニーズ、政策的要請等に柔軟に対応した研究ユニットの設立を行う。具体的には、平成19年度初頭に2研究センター、第2四半期までに1研究センターを設立する。
- ・平成19年度に設立3年目を迎える2研究センターについて中間評価を実施し、その結果に基づいて組織の見直しを行う。また、発足2年目を迎える3研究ラボについては存続審査を実施し、研究センター、研究部門への展開・発展が可能かどうかという視点からその存続の可否について検討する。
- ・設置年限の前年度に当たる2研究センターについて最終評価を実施し、全期間を通じた研究センターの研究活動を総括し、研究センター終了後の研究展開や組織体制を検討する。
- ・設置年限を迎える9研究センターと2研究ラボについては、ユニット終了に伴う活動記録のとりまとめを行うと共に、終了後の研究の継続体制について検討を行う。
- ・研究ユニットの中間評価、最終評価においては、評価部による成果評価結果、研究ユニット長との意見交換・ヒアリング等の結果を十分に活用し、研究組織の見直し、再編・改廃に関する検討を行う。
- ・研究ラボのあり方、設置基準についての見直しを実施するとともに、研究ユニットの設立プロセスを改正し、より機動的かつ効果的な研究ユニットの設置について検討を行う。
- ・平成18年度に創設した新たな研究実施体制である研究コアについて、政策要請に基づき3研究コアを立ち上げるとともに、新たな研究コアの設立の可能性を検討する。

（国際競争力強化のための国際連携の推進）

【中期計画（参考）】

- ・研究開発資源を有効活用して国際的優位性を確保するために、世界の有力研究機関、研究者との連携を強化

し、グローバルで相互補完的な連携により研究ポテンシャルの向上を図る。

《平成19年度計画》

- ・産総研国際戦略の見直しを行いながら、アクションプランの検討と推進を行う。世界の有力研究機関とのMOU締結、ワークショップの開催、産総研フェローシップを主体とした当所研究者の派遣・海外からの招へい者受け入れによる産総研と海外研究機関とのネットワーク化の促進、国際的共同研究などにより、相互補完的な国際連携を構築・促進する。
- ・アジアについては、経済・科学技術の発展が目覚しい中国・インドを重点に据えながら、従来からのアジア環境エネルギーパートナーシップの推進を含めて、二国間では各国研究機関との相互補完的共同研究の推進、多国間についてはバイオマスアジアの促進、研究分野融合領域における連携においては Geo-Grid のテーマで取り組みを進める。
- ・欧米については、これまでの欧州戦略に基づいて、研究ユニットのニーズに応じた欧州有力研究機関との相互補完的な連携を進める。米国については、引き続き米国の産業科学技術の戦略分析及び関連情報の収集、研究者への情報提供により、相互補完的な連携を図れるよう努める。さらに、BRICS として世界の注目を集めているロシア・ブラジルに関する情報収集・分析により戦略の策定を行う。

【中期計画（参考）】

- ・国際競争力ある人材を養成するとともに、世界のCOEとの連携強化による優秀な研究者の招聘などを進めるため、国際的な人材交流の促進策に取り組む。
  - ・国際機関や国際会議での活動の強化と人的ネットワークの構築により、研究成果の効果的な発信能力と、迅速で正確な科学技術情報の収集・分析能力を強化する。
- 《平成19年度計画》
- ・「産総研フェローシップ制度」の効率的な運用を行うことにより国際人材交流プロジェクトを推進する。特に招聘に関しては、MOU締結研究機関を中心に戦略的な判断の基に強固な研究者ネットワークを構築する。また、アジアの優秀な人材が米国一極に集中している現状について問題意識を持っており、ナノ・新素材分野における「アジアナノテク・インスティテュート」及び「バイオマス・アジアフェローシップ」の検討により、アジア人材ハブの推進に努める。
  - ・産総研のイノベーション国際展開を担う人材育成の一環として、シリコンバレーにおける研修の実施に努める。
  - ・引き続き主要な国際機関の国際会議、相手国機関との個別会議等を戦略的に活用する。現地調査を含め国際機関との連携に基づき、各国並びに多国間の産業科学技術動向を把握し、産総研の国際戦略にフィードバックするとともに、国際的産業科学技術の政策・フレー

ムワークを把握し、研究ユニットの活動を支援する。

特に産総研は APEC/ISTWG（アジア太平洋経済協力会議/産業科学技術作業部会）に委員として職員を派遣しており、積極的な情報収集を行う。CCOP（東・東南アジア地球科学調整委員会）への当所職員派遣を機に、一層の情報交換を行う。ISTC（国際科学技術センター）への旧ソ連関係技術協力については、効率的な事業の実施を含めた働きかけを関係機関（外務省、経済産業省）に行う。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の安全輸出管理コンプライアンスプログラムを的確に実施する。

《平成19年度計画》

- ・海外との研究活動に伴う技術の提供並びに貨物の輸出に関する適正な法令の遵守を徹底するべく、産総研の輸出管理水準を向上させるための教育・啓蒙活動を継続して実施すると共に、輸出管理業務を適切に実施する。
- ・引き続き海外への出張、海外勤務における感染症・テロ・事故等の海外での安全管理並びに被災時の労災手続等に関する周知徹底を行うとともに、職員の業務活動に起因する様々なリスク管理の改善に努める。

（研究成果最大化のための評価制度の確立とその有効活用）

【中期計画（参考）】

- ・研究開発が効率的かつ効果的に実施され、その研究成果が社会、産業界に有効に移転、提供されているか否かを検証するため、適宜、評価制度の見直しを行う。

《平成19年度計画》

- ・平成17年度、平成18年度の評価委員会の実施により集積された全研究ユニットの評価結果を総合的に分析した上で改善すべき点を抽出し、平成19年度の評価実施に反映させる。

【中期計画（参考）】

- ・第2期中期目標期間においては、研究のアウトプットを中心とした評価に加えてアウトカムの視点からの評価を実施することとし、その結果を産総研の自己改革に適切に反映させる。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度にモニタリングを実施した研究ユニットに対してアウトカムの視点からの成果評価を実施する。また、平成18年度に成果評価またはスタートアップ評価を実施した研究ユニットに対してはモニタリングを実施する。これらの結果を研究ユニット運営、産総研経営に資するように活用すべく、分析するとともに研究ユニットと産総研経営層に提供する。

【中期計画（参考）】

- ・アウトカムの視点からの有効な評価方法を確立するために、国内外で実施されている評価方法の調査、分析を行うとともに、その結果等を踏まえた評価制度の見



直しを行う。

《平成19年度計画》

- ・国内外の研究開発評価関連会議への参加、研究開発評価のあり方に関する調査を継続し、評価制度の見直しの検討を行う。評価に関するシンポジウムを開催し、国内外の評価実務者、学識経験者とともに最新の評価の課題を議論し、評価システムへの反映を検討する。さらに、第3期における研究評価システムの構築に向けて、所外の有識者を含めた評価検討委員会を立ち上げ、提言の取りまとめに着手する。

【中期計画（参考）】

- ・評価制度の見直しに当たっては、研究成果のアウトカム実現への寄与を予測する手法の開発に加えて、評価者、被評価者双方にとって納得感の高い評価制度の確立を目指して制度見直しを行う。また、投入した研究資源の有効性を判断するための費用対効果的な視点からの評価を定期的実施するための制度見直しを行う。

《平成19年度計画》

- ・第2期から隔年度ベースで開始した研究ユニット評価が1サイクル実施されたことを踏まえ、アウトカムの視点からの評価の有効性、評価委員、被評価者（研究ユニット）ならびに経営層の意見等を総合的に分析し、評価項目の見直しに反映する。また、評価委員から費用対効果的な視点からのコメントを収集し、研究ユニット等へのフィードバックを継続する。

【中期計画（参考）】

- ・評価結果を研究課題の設定、研究資源の配分、組織の見直し又は再編・改廃に適切に活用するなど継続的な自己改革に効果的に反映させることにより、研究成果の質を高めていくとともに、より大きなアウトカムの創出を目指す。

《平成19年度計画》

- ・中期目標達成のために研究ユニットで実施する重点課題に対して、平成18年度の研究課題の評価結果を適切に反映した集中的な政策的予算配分を行い、研究の推進を加速する。

【中期計画（参考）】

- ・職員の意欲をさらに高めるとともに、職員個人の能力を最大限活用して研究成果や業務の質の向上につなげるために、職員個々に対する定期的な個人評価を実施する。

《平成19年度計画》

- ・短期評価は、職員及び契約職員の一部（ユニット長等）を対象に実施する。
- ・人材開発戦略会議の議論を踏まえて策定した「長期評価における評価の視点」に基づく長期評価については、一定の在級年数を満たした職員（任期付職員を除く）を対象に実施する。

【中期計画（参考）】

- ・個人評価にあたっては、制度の不断の見直しを行い、

評価者と被評価者とのコミュニケーションツールとしての有効活用、評価結果の給与等への適切な反映などを実施していく。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度に引き続き、職員等を対象としたアンケートを実施し、それらの結果をもとに、さらにコミュニケーションの促進、パフォーマンスの向上や給与等への適切な反映などを着実に実施していく。

(2) 経済産業政策への貢献

(産業技術政策への貢献)

【中期計画（参考）】

- ・蓄積された科学技術に関する知見や産業技術動向等の調査・分析の成果を基に、経済産業省の技術戦略マップのローリングプロセスや技術開発プロジェクト実施に際しての参画及び研究実施のためのインフラ提供を通し、経済産業省等における産業技術政策に積極的に貢献する。

《平成19年度計画》

- ・国内外の科学技術動向及び産業技術動向の調査・分析と産業界との意見交換等を通じて、経済産業省の技術戦略マップのローリングプロセスに積極的に参画する。
- ・イノベーションハブ推進機関として、サステナブル産業構造の設計に向けて貢献するとともに、経済産業省のイノベーション推進政策の企画・立案に協力する。
- ・イノベーションハブの中核として、わが国のイノベーション推進に貢献するとともに、経済産業省のイノベーション推進政策の企画立案に協力する。そのために、産総研のイノベーションモデル等を作成し、それを踏まえて政策提言を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・経済産業省等との人材交流及び非公務員型の独立行政法人のメリットを活かした民間企業との連携研究の中での人材交流を通して、プログラムオフィサー（PO）やプログラムディレクター（PD）などの高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材を育成する。

《平成19年度計画》

- ・産業界、学界と連携体による研究開発プロジェクトの主導役を果たし、NEDO等の外部機関に対してプログラムオフィサー（PO）やプログラムディレクター（PD）などの高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材を派遣する。

(中小企業への成果の移転)

【中期計画（参考）】

- ・産総研の研究成果の中から中小企業ニーズに応える技術シーズを取り上げ、中小企業への技術移転と製品開発への適用を図るとともに、中小企業の有望な技術シーズの育成と実用化を支援するため、地域公設研との連携、協力を含めた共同研究等を機動的かつ集中的に推進する。

## 《平成19年度計画》

- ・産総研内の産学官連携コーディネータを主体としたネットワークを強化し、公設研と連携した産総研支援事業の実施ならびに競争的資金を通じて、中小企業への技術移転と製品開発への適用を図ると共に、中小企業の有望な技術シーズの育成と実用化を支援する。

## 【中期計画（参考）】

- ・中小企業の技術開発レベルの向上を、中小企業人材に対する研修及び最新の産業技術情報並びにビジネス情報にアクセスできる広域ネットワークの構築等によって支援する。

## 《平成19年度計画》

- ・テレビ会議システム等を活用し、地域の経済・産業事情及び中小企業のニーズ等を把握している公設研との連携を密にする。地域産業界へのサービスの組織化とネットワークの構築を図る。
- ・地域産業活性化支援事業の実施により、中小企業の製品化研究開発等を促進する公設研との支援連携機能を強化し、推進する。
- ・産学官連携の窓口であるサテライトの共同運営等を通じて、中小企業基盤整備機構との連携を深める。  
(地域の中核研究拠点としての貢献)

## 【中期計画（参考）】

- ・地域の産業界、大学との共同研究等の実施及び地方公共団体、地域公設研との産業技術連携推進会議の活動などを通じた地域ニーズの発掘並びに地域公設研を通じた地域中小企業との連携を行うことにより、地域産業技術の中核機関としての役割を果たす。

## 《平成19年度計画》

- ・産技連を活用した情報ネットワーク事業等の提案、地域の大学とのさらなる連携を活用した新規研究開発の創出・人材育成のための支援事業の実施、さらに研究活動を支援するプラットフォームの構築を目指す。

## 【中期計画（参考）】

- ・地域経済産業局が推進する産業クラスター計画など地域産業施策への貢献による新規産業創出活動、あるいは地域の産業界、大学、地方公共団体及び官界間の全体的なコーディネート機能の発揮、ハイテクベンチャーの起業支援等による地域におけるプレゼンスの向上を図るとともに、地域における科学技術と産業の振興に取り組む。

## 《平成19年度計画》

- ・地域経済産業局、都道府県、地域公設研等との連携を通じて、第2期の産業クラスター計画への貢献、地域ニーズの発掘ならびに地域企業との共同研究等を目指した研究シーズ発表会を全国で30回以上開催する。

## 【中期計画（参考）】

- ・8地域に展開する地域センターにおいては、全国ネットワークをバックに地域における窓口としてオール産総研の成果発信や、地域のニーズを吸い上げ産総研全

体で解決するためのコーディネート機能、地域への人材供給機能を発揮する。

## 《平成19年度計画》

- ・地域産学官連携センター長会議、全国産学官連携コーディネータ会議等を積極的に開催し、オール産総研としての情報の共有化、連携強化の推進を図る。
- ・つくば本部を中核とした8地域センターの連携を強化するために、オール産総研としての窓口一本化及び産業技術指導員制度の試行による地域ニーズの発掘及び解決に取り組む。

(工業標準化への取り組み)

## 【中期計画（参考）】

- ・工業標準に対する産業界や社会のニーズ、行政からの要請等に応えるため、産総研工業標準化ポリシーに基づき、工業標準の確立を目的とする研究開発を推進するとともに、日本工業標準調査会（JISC）、国際標準化機構（ISO）・国際電気標準会議（IEC）、国際的フォーラム活動等に積極的に参画し、産総研の研究成果や蓄積されたノウハウ、データベース等を活用し、産総研の研究成果の標準化に取り組むとともに、併せて、我が国産業界発の国際標準の獲得を積極的に支援する。具体的には、第2期中期目標期間中に、新たな国際議長、幹事、コンビナーの引受を実現し、国際標準獲得のリーダーシップを発揮するとともに、産総研の成果を基にした国際提案も含めた40件以上の JIS 等標準化の素案を作成することを目指す。

## 《平成19年度計画》

- ・「産総研工業標準化ポリシー」に基づいて、産業界や社会的ニーズ、行政からの要請に対応すべく「標準基盤研究」を推進するとともに、経済産業省が実施する「基準認証研究開発事業」等の受託研究拡大を図る。
- ・日本工業標準調査会（JISC）、国際標準化機構（ISO）・国際電気標準会議（IEC）、国際的フォーラム活動等に積極的に参画し、産総研の研究成果や蓄積されたノウハウ、データベース等を活用した産総研の研究成果の標準化に取り組むとともに、併せて、我が国産業界発の国際標準の獲得を積極的に支援する。
- ・具体的には、新たに国際会議における議長、幹事、コンビナーの引受を実現し、国際標準獲得のリーダーシップを発揮するとともに、産総研の成果を基にした JIS、ISO 等の規格案にとりまとめ、国内外の標準化機関へ10件以上の提案等を行い、積極的な規格化を図る。
- ・ホームページ等を活用した所内外の標準化関係者への標準化に関する情報提供を行うと共に、所内工業標準化関係者の一元管理を行い、工業標準化のための体制を強化する。
- ・ISO 等の国際標準化活動を円滑化するために近隣諸国をはじめとする関係諸国と標準化に関する協力関係を構築し、標準専門家の招聘、派遣を企画、調整、実施する。これにより、ISO 等の国際標準の策定を目

的とした人的ネットワーク形成を支援すると共に、国際会議出席報告書、海外調査報告書を一元的に管理し、海外の標準化動向をとりまとめる。

- ・ISO/TC229ナノテクノロジー国際標準化の取りまとめ、日中韓アクセシブルデザインフォーラムの標準化にかかわる国際展開を重点支援する。また、所内の国際標準化活動を促進するため、国際標準化情報を積極的に発信する。

### (3) 成果の社会への発信と普及

(研究成果の提供)

#### 【中期計画（参考）】

- ・研究開発の成果を産業界や社会に移転するための取り組みとして、知的財産権の実施許諾、共同研究、ベンチャー起業支援、技術相談、技術研修等の多様な仕組みを活用した産業界との連携を第1期中期目標期間に引き続いて推進するとともに、第2期は新たな仕組みとして柔軟な人事制度を活用した人材交流による技術移転など実効性ある方策の導入を図る。

《平成19年度計画》

- ・研究ユニットにおいて重要研究課題と位置づけられた資金提供型共同研究を、研究開始前に審査委員会に諮ることにより、研究資金運用の効率性を高め、共同研究を効果的に推進する。
- ・技術移転を効果的に推進するために、企業との協定に基づく組織的な連携により、ポストク等を産業技術人材へと育成する取り組みをさらに推進する。
- ・研究成果をより広く普及させるために、新たな業界との連携を開拓する。具体的には、金融機関、医療機関、交通機関等サービス産業との連携を開拓する。
- ・新たな連携相手を効果的、効率的に開拓するために、参加するイベント・展示会の選択と集中的な展示を行う。
- ・法務、経営、財務、金融、販路開拓、特許、事業計画などの専門家との顧問契約を行い、産総研の研究成果に基づくベンチャー創業に必要な助言やコンサルタントの支援を研究者に対して行う。また、起業に関する事務手続きを支援することによって、起業を行う研究者の事務的負担の軽減を図り、スムーズな起業が行えるようにする。
- ・イントラネットを活用し、ベンチャー支援制度のみならずベンチャー企業の現況を紹介し、引き続き研究者の意識の高揚を図る。研究者が起業の参考とするために改正商法及びベンチャー起業にあたっての重要なポイントを整理・周知する。
- ・研究成果の産業界等での活用を推進する。また、産業界等との意識を共有する機会を設けるなど、産業界等との連携を強化する。
- ・共同研究において、産業界にとっても有益となるような共有知的財産の取扱いに関する方策を検討する。
- ・民間企業への技術移転を促進するための兼業制度の活

用や共同研究における民間企業人材の受け入れを図る。

- ・成果の総覧会をつくばで開催し、産業界の事業部門、販売部門との幅広い交流の機会を創設する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・産総研の技術シーズを活用し、波及効果が大きく企業のニーズに直結する資金提供型共同研究や受託研究の実施を強力に推進する。このことにより、民間企業等から受け取る研究資金等を、第1期中期目標期間最終年度の1.5倍以上の金額に増加させることを目指す。

《平成19年度計画》

- ・共同研究等を推進するための制度に基づいて、外部資金を獲得した研究ユニットへの資金的支援を行うとともに重要課題に対しては委員会において審査し、追加的資金を配分する。これらにより、外部研究資金の獲得額の増加を目指す。

#### 【中期計画（参考）】

- ・研究開発型ベンチャーの起業に必要な研究開発を加速し、ビジネスプランの策定を支援するなど、研究開発の成果が新産業の創出や産業構造の変革の芽につながるよう費用対効果も考慮しつつベンチャーの起業に積極的な支援を行う。第2期中期目標期間終了までに、第1期中期目標期間と通算して、産総研発ベンチャーを100社以上起業することを目指す。

《平成19年度計画》

- ・ベンチャー創出を加速するため、事業化活動に関する産業界での十分な実務経験を有するスタートアップ・アドバイザーと、ベンチャーの基盤となる特許の発明者である産総研研究員によるタスクフォースを9件以上（継続分を含む）実施し、創業・新規事業創出の準備を行うプロジェクトチームとして活動する。
- ・産総研のベンチャー創出支援機能を一層向上させるとともに、他の公的研究機関や大学の参考となるような制度とするため、スタートアップ・アドバイザーの人材獲得方法の多様化を検討するなど、制度の改善策を検討する。
- ・第2期中期目標期間終了までに、第1期中期目標期間と通算して、産総研発ベンチャーを100社以上起業するために、平成19年度に新たに10社以上の「産総研技術移転ベンチャー」を生み出すことができるよう努める。
- ・ベンチャーによる産総研研究成果の社会普及を確実なものとするため、「産総研技術移転ベンチャー」に対して、創業後支援を実施する。
- ・平成18年度に開設した産総研技術移転ベンチャー共用の活動拠点の有効活用を図る。
- ・これまで創出したベンチャーについての追跡調査及び新規案件の調査を行い、外部人材との共同作業により、第二段階に進んだベンチャー企業の分析を実行する。さらに海外調査としては、これまで日本でも取り上げられてきたにもかかわらず明確な資料がなかった米国の研究機関における「インキュベーション実例」を明



らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・企業との共同研究を前提とした社会的に波及効果の大きい大型研究プロジェクトを自律的に立案、運営する。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度に実施したフィージビリティースタディーを踏まえて立案した連携プロジェクトに基づいて、企業との新たな連携構築を目指す。

【中期計画（参考）】

- ・産総研のオープンスペースラボ（OSL）を共同研究スペースとして十分に活用し、企業との共同研究を強力に推進する。

《平成19年度計画》

- ・OSL を共同研究スペースとして有効に活用し、企業との共同研究を強力に推進する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の研究成果の普及による産業技術の向上に貢献するため、技術研修、技術相談及び外来研究員等の制度により、企業等に対する技術的な指導を実施する。

《平成19年度計画》

- ・技術研修、技術相談及び外来研究員の受入等により、企業等に対する技術的な指導を積極的に実施する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の研究開発の成果を積極的に普及するため、報告書等の作成・頒布に加え、各種のシンポジウム、講演会、イベントを開催するとともに、外部機関が催すこれらの行事に参加する。

《平成19年度計画》

- ・広報部と各研究ユニット、産学官連携推進部門、知的財産部門等との連携・支援により、産総研成果を各種イベントに積極的に出展し、産業界、学界等での研究成果の普及及び産総研の知名度向上を図る。
- ・マスコミ共催のシンポジウムを開催し、産総研の知名度向上を図る。
- ・科学技術館等でマスコミとの連携も視野に入れ、一般国民を対象とした移動展示会を開催する。
- ・対話型の科学技術社会を実現するため、出前講座、サイエンスカフェ、体験教室等の「サイエンスコミュニケーション事業」を実施する。
- ・公的研究機関によるベンチャー創出の意義や、産総研のベンチャー創出支援活動内容・成果について社会の理解を得るために、タスクフォース成果報告会の開催や外部機関が催す展示会・見本市への出展等を通じて、産総研のベンチャー創出活動の成果を発信する。

【中期計画（参考）】

- ・各種研究成果、関連データ等の研究開発活動の諸成果を知的基盤データベースとして構築し、公開データとしてホームページ上で発信する。特に、研究人材データや研究情報公開データについては、分かりやすいデータベースを構築し提供する。

《平成19年度計画》

- ・研究人材データベースについては、科学技術振興機構（JST）の ReaD（研究開発支援総合ディレクトリ）と引き続き連携をとり、ReaD のデータの定期的な更新を行う。

- ・研究情報公開データベースについては、データベースの拡充を引き続き行う。

【中期計画（参考）】

- ・研究開発の成果を科学的、技術的知見として広く社会に周知公表し、産業界、学界等に大きな波及効果を及ぼすことを目的として論文を発信する。産総研全体の論文発信量については、国際的な研究機関としての成果発信水準を確保し、年間論文総数で5,000報以上を目指す。また、産総研の成果を国際的に注目度の高い学術雑誌等に積極的に発表することとし、併せて論文の質の向上を図ることにより、第2期中期目標期間の終了年度において全発表論文のインパクトファクター（IF）総数（IF×論文数の合計）7,000を目指す。

《平成19年度計画》

- ・論文の発信数を年間5,000報、インパクトファクター（IF）総数を平成21年度に7,000を達成するため、積極的に成果発信する。

（研究成果の適正な管理）

【中期計画（参考）】

- ・産業界との連携により研究成果を社会に適正に技術移転するため、また民間企業が安心してニーズ情報等の産総研への提供をできるようにするため、産総研内において必要な体制を構築し、研究成果、研究関連情報を適切に管理する。

《平成19年度計画》

- ・発明相談、研修、説明会等を通じて、研究者の知的財産制度に対する関心と理解を高めると共に、研究成果物に関する規程類についての研究者等の周知・徹底を図り、研究成果を適切に管理する。

【中期計画（参考）】

- ・研究成果の社会への発信、提供にあたっては、公開とする情報と非公開とする情報を確実に整理及び管理するとともに、共同研究等の検討のため外部に秘密情報を開示する場合には、秘密保持契約の締結などにより知的財産を適切に保護する。

《平成19年度計画》

- ・研究ユニットからの相談を受け、公開・非公開の情報の整理等を行う。研修、説明会等を通じて、秘密保持契約や研究試料提供契約に関して周知・徹底を図り、知的財産を適切に保護する。

【中期計画（参考）】

- ・国内外の機関との人材の交流、産業界との連携等を推進していく中で、産総研の研究成果を適切に管理するという観点から、研究開発の成果のオリジナリティを証明し、かつ適切に保護するための研究ノートの使用

を促進する。

《平成19年度計画》

- ・研究ノートの使用を促進するため、研究ノートの役割、使用法に関する研修を実施する。

(広報機能の強化)

【中期計画（参考）】

- ・産総研の活動、研究成果等を専門家のみならず、広く国民にも理解されるよう産総研の広報戦略を策定し、広報活動関連施策の見直しを図る。

《平成19年度計画》

- ・広報戦略懇談会、広報評価委員会での意見を踏まえ、策定したアクションプランに基づき、産総研の存在価値を高められるような広報活動に取り組む。

【中期計画（参考）】

- ・プレス発表による最新情報のタイムリーな発信をはじめとするマスメディアを通じた広報や、展示室、地質標本館、広報誌等印刷物、一般公開、データベース、ホームページ、メールマガジン等の様々な広報手段を活用し、効率的かつ効果的な広報活動を推進する。

《平成19年度計画》

- ・産業界やマスメディアの広報担当者等の外部専門家を招いたサイエンスコミュニケーション等に関する研修を実施し、広報部内並びに研究ユニットの広報担当者等への「広報効果」の普及・醸成を図る。開催頻度を高めるとともに、講習内容の充実に努め、広報担当者のみならず、産総研職員全体のスキル向上のための研修を実施する。
- ・産総研キャッチフレーズの更なる活用を推進するとともに、業務効率化を図るための各種 CI 素材の開発と提供、産総研 CI の作成及び問い合わせに対応する。
- ・キャラクターの各種活用により産総研へのイメージ向上を図る一方、各研究ユニット、研究関連管理部門への専門的助言及びデザイン提供を行う。
- ・難解用語集の改訂版を発行。
- ・プレス発表等は、分かり易い情報発信を行うと共に、外部（マスコミ等）からの広聴を踏まえ情報を受ける側が望むような情報発信に努める。
- ・産総研ウェブサイトへの最新情報の掲載を継続的にを行い、作成環境の見直しを行うことで、効率化を図るとともに、ウェブサイトへのニーズを把握するためのモニタリング調査を実施する。
- ・ユニット等のウェブサイトについて、ガイドラインに基づいた改修を働きかけ、積極的なサポートを行い、産総研ウェブサイトを継続的にストーリーミング配信するとともに、メールマガジンの配信を継続的にを行い、読者数の拡大にも努める。
- ・「総合問い合わせ窓口」関連の業務対応について、引き続き、迅速かつ丁寧に対応する。
- ・積極的な情報収集に努め、産総研出展展示会、講演会等の情報発信を行う。

- ・つくばセンターの展示施設における展示物の入れ替えにともない、4月の科学技術週間に併せて特別展を開催し、リニューアルした展示品を紹介する。また、平成19年度は特別展のイベントとして実験ショーを新たに取り入れるなど、見学者増を図るほか、ツアーガイドの体制強化、見学者へのサービス向上に努める。地域センターの展示施設の拡充、整備についても検討する。

- ・平成18年度に引き続き、一般公開については、各研究ユニットの協力体制を推進し組織的取組みの強化及び内容の充実を図る。また、地域センター一般公開については、つくばセンターからの出展物を増やす等、サポートの強化を図る。

- ・地質標本館の展示改修、提供情報量の増強により、引き続き来館者サービスの向上に努める。

- ・地域センター一般公開に対する出展協力を継続する。

- ・広報誌については、ターゲット及び内容を明確化した上で、産総研の研究情報・成果をコンパクトにまとめ、情報発信する。また、パンフレット等については、ターゲット及び内容を明確化した上で、産総研の研究情報・成果について、単に研究成果だけでなく、研究の意義や社会への活用などを含め、広く社会に受け入れられるような内容にし、情報発信する。

- ・公的研究機関によるベンチャー創出の意義や、産総研のベンチャー創出支援活動内容・成果について社会の理解を得るために、外部機関が催す展示会・見本市への出展等を通じて、産総研のベンチャー創出活動の成果を発信する。

【中期計画（参考）】

- ・国際シンポジウムの開催や英文による国際的な情報発信を強化し、国内外における産総研のプレゼンスの向上を図る。

《平成19年度計画》

- ・国際展開の動きに呼応した英語版ホームページの充実に取り組む。

- ・広報誌などの英語版が必要と判断されるものについて、英語版を継続的に発行する。

(知的財産の活用促進)

【中期計画（参考）】

- ・知的財産に係る戦略策定機能を強化し、実用的で社会への波及効果の大きい知的財産の創出に努めるとともに、その管理を適正に行い、より有効かつ迅速に社会に移転させるための取組みを推進する。

《平成19年度計画》

- ・研究ユニット、イノベーション推進室と連携して知的財産に係る戦略的な取組みを強化し、波及効果の大きい知的財産の創出に努める。また、有効な技術移転を実現するため、IP インテグレーションを推進し、知的財産価値の増大を図る。

【中期計画（参考）】

- ・特許等の知的財産の実用性、社会への有用性を重視し、第2期中期目標期間終了時まで、600件以上の実施契約件数をを目指す。

《平成19年度計画》

- ・TLO（産総研イノベーションズ）と連携して、特許実用化共同研究を推進し、産総研の知的財産の実用化を図る。

(4) 技術経営力の強化に寄与する人材の育成  
(研究開発を通じた技術経営力の強化に寄与する人材の育成等)

【中期計画（参考）】

- ・ポストドクや企業、大学等の研究者等を、産総研の基礎から製品化に至る幅広い研究活動に従事させることにより、企業の技術経営力の強化に寄与する人材として育成するとともに、企業へ供給する等その活用を促進する。

《平成19年度計画》

- ・企業との共同研究にポストドク等を参画させ、産業技術の技術革新に貢献できる研究人材として育成し、産業界に供給する。
- ・企業等の研究者を技術シーズとともに産総研に受け入れ、人材育成を行い、新事業の創出につなげる。

【中期計画（参考）】

- ・企業等との連携を図り、産総研から産業界への人材の派遣等による産業界との交流を推進する等により、産総研において育成された技術経営力の強化に寄与する人材の活用を促進する。

《平成19年度計画》

- ・中小企業の技術シーズを、地域公設研と連携して実用化支援し、それを通じて、技術経営力の強化に寄与する人材を育成する。
- ・産業界のニーズと技術動向を踏まえた産業化シナリオを描く産業技術アーキテクトを公募により外部から採用し、市場化を見据えた研究開発プロジェクトを構築させるとともに、技術シーズの評価能力を身につけた人材の育成に当たらせる。

(5) 非公務員型移行のメリットを最大限活かした連携の促進

(産業界との連携)

【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを最大限に活かした柔軟な人事制度のもとで、産業ニーズと直結した研究開発の推進や研究成果の産業界への効率的な移転等を図るために、産業界からの人材の受け入れや産総研から産業界への人材派遣等による産業界との交流を強力に推進する。

《平成19年度計画》

- ・産業界からの人材の受け入れや産業界への人材派遣による産業界との交流をさらに推進する。
- ・研究成果をより広く普及させるため、従来連携の少な

かった自治体や金融機関、医療機関、交通・運輸等のサービス産業界での新たな連携先の開拓を推進する。

- ・大学、公的研究機関との組織的な研究協力活動を展開する。
- ・産業界及び大学・公的研究機関との **Network of Excellence** の形成を推進する。
- ・産総研の技術シーズを基にした成長性の高いベンチャー企業を創出するため、事業化活動に関する産業界での十分な実務経験を有するスタートアップ・アドバイザーを有効に活用して、有望な技術シーズの探索や適切なビジネスプランの作成等のベンチャー創出活動を行う。また、一層の人材交流を促進するために、スタートアップ・アドバイザーの人材獲得方法の多様化についても検討を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ポストドク等の若手研究者を産学官連携の大規模な研究開発プロジェクトに参画させることにより、世界に通用する産業科学技術の技術革新を担う人材として育成する。

《平成19年度計画》

- ・ポストドク等に対して「産業技術人材育成研修」を実施し、産業技術の発展の中心となって貢献する人材を育成する。
- ・企業との共同研究プロジェクトにポストドク等の若手研究者を参画させ、産業技術人材へと育成する取り組みを強化する。このために、企業との協定締結を推進する。

(学界との連携)

【中期計画（参考）】

- ・先端的分野での研究ポテンシャルの高度化や新たな技術融合分野の開拓等を図るために、包括的協力協定等において非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを活かした柔軟な人材交流制度を活用することにより、大学との連携を強化する。

《平成19年度計画》

- ・先端的分野での研究ポテンシャルの高度化や新たな技術融合分野の開拓等を図るために、包括的協力協定等において非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを活かした柔軟な人材交流制度を活用することにより、大学、公的研究機関等との連携を強化する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研に蓄積された知的資産を社会に還元するために、各種委員会、学界等への委員の派遣等を積極的に行い、社会への知的貢献を果たす。

《平成19年度計画》

- ・産総研に蓄積された知的資産を社会に還元するために、各種委員会、学界等への委員の派遣等を積極的に行う。  
(人材の交流と育成)

【中期計画（参考）】

- ・産総研のミッション遂行に必要な能力を涵養し、優秀



な人材を育成するため、各種研修制度を充実させるとともに、柔軟な人材交流制度を活用し産業界、学界等との人材交流を推進する。

《平成19年度計画》

- ・新規採用者研修等の研修内容の充実を図る。
- ・産総研、経済産業省、NEDO の交流、相互理解を目的として、研究現場見学と討論会を中心とした合同研修を行う。
- ・平成18年度に構築した外部機関とのネットワークを活用し、これまで交流実績がなかった外部機関との人材交流を実施する。
- ・ポストクに対して、キャリア相談等の機能を充実・強化し、再就職先の把握等による企業等との人材ネットワーク構築などを行う体制を整備する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研が有する多様な研究分野のポテンシャルを有効に活用し、ナノテクノロジー産業人材など新興技術分野や技術融合分野における先端的な技術革新に対応できる人材を年間100名程度育成する。また、非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限活かし、人材交流も含めた産業界との連携の下、産業界で即戦力となる高度な実用化研究のスキルを持った人材を供給する。

《平成19年度計画》

- ・産総研が有するナノテクノロジー、バイオインフォマティクス等の研究ポテンシャルを活用して、産業界で活躍できる人材の育成を行う。
- ・産業界、学界等との連携研究プロジェクトに、ポストククラスの若手研究者を参画させ、産業技術の技術革新に貢献できる研究人材として育成し、産業界に供給する。
- ・平成17年度に開始した高度専門技術者育成事業を活用して、民間企業で活躍できる研究支援者等を引き続き育成することに努める。
- ・高度専門技術者育成事業による育成年限を迎える専門技術者が、産業界において活躍の機会を得られるよう支援を行う。

（弾力的な兼業制度の構築）

【中期計画（参考）】

- ・発明者等に限定されていた研究成果活用型の役員兼業の対象を、発明者等以外にも拡大するなど、兼業をより弾力的に実施できるよう必要な制度の整備を行い、より効果的に研究成果の社会への還元を図る。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度に整備した兼業制度の活用を推進する。

## 2. 研究開発の計画

（鉱工業の科学技術） 【別表 1】

（地質の調査） 【別表 2】

（計量の標準） 【別表 3】

## 3. 情報の公開

【中期計画（参考）】

- ・産総研の諸活動の社会への説明責任を的確に果たすため、保有する情報の提供の施策の充実を図るとともに、適正かつ迅速な開示請求への対応を行う。

《平成19年度計画》

- ・情報提供について、「情報公開」「個人情報保護」のホームページ掲載の情報を常時見直し充実させる。また、情報公開窓口施設における研究成果資料の整備等を引き続き行い、情報提供の一層の推進を図る。
- ・法人文書の管理について、各部門等における文書の適正な取扱いの推進及び保存の基準をより詳細にすること等により更に改善を進める。また、情報公開窓口の円滑な運用を引き続き行うと共にオンライン請求を含め開示請求及び問い合わせ等に適切に対応する。

【中期計画（参考）】

- ・個人の権利、利益を保護するため、産総研における個人情報の適正な取扱いをより一層推進するとともに、個人情報の本人からの開示等請求や苦情処理に適切かつ迅速に対応する。

《平成19年度計画》

- ・個人情報の適切な管理維持等のために必要な措置について、教育研修の実施並びに自己監査及び点検等の評価・改善サイクルを更に充実させ自主的セキュリティレベル向上の周知徹底を図る。
- ・個人情報保護窓口及び苦情相談窓口の円滑な運用を行うとともに、開示等請求及び苦情処理の申し出等に適切に対応する。

## 4. その他の業務

（特許生物の寄託業務）

【中期計画（参考）】

- ・特許庁からの委託を受け、産業界のニーズを踏まえた寄託・分譲体制を確立し、特許生物の寄託に関する業務を行う。また、世界知的所有権機関（WIPO）ブダペスト条約により認定された国際寄託業務を行う。

《平成19年度計画》

- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、継続して国内外からの特許生物を受託し、求めに応じて分譲業務を適切に行う。

- ・日常業務における業務の効率化、均質化のための体制整備を図り、広報活動を一層充実させ、利用者へのサービス向上に努める。

- ・業務関連研究を実施して成果の業務への還元を図る。（独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業）

【中期計画（参考）】

- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構と標準化関係業務等に関する共同事業を行う。

《平成19年度計画》

- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構と工業標準基盤研究等の工業標準化を目的とした共同事業を継続して実

施するとともに、昨年度実施した3テーマから研究成果を JIS、ISO 等の具体的な規格案にとりまとめ、経済産業省関係部局に対して提案する。

## Ⅱ．業務内容の高度化による研究所運営の効率化（業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置）

### 1．研究活動を支援する業務の高度化（経営機能の強化）

#### 【中期計画（参考）】

- ・研究成果の最大化のため、経営全般にわたる意思決定機構の整備と、これによる意思決定スピードの向上、役割分担及び責任の明確化など経営機能の強化を図る。
- 《平成19年度計画》
- ・役員を所掌分担により、複数のグループに分け、各グループごとに連携を図りつつ、それぞれの責任と権限を明確化し、効率的な組織運営を推進する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・各部門ごと及び組織全体としてのリスク管理体制を強化することに加え、研修等を通じた職員一人一人の社会的責任、法令遵守に対する意識の向上を図る。
- 《平成19年度計画》
- ・平成18年度に引き続き、PDCA サイクルの適切な運用等により、各部門におけるリスク管理を徹底する。
  - ・リスク管理委員会を定期的に開催し、産総研としての対応が必要な重大なリスクを把握し、適切な措置を取ることができる体制を強化する。
  - ・リスク管理に関するカリキュラムを組み込んだ階層別研修を継続して行い、職員が社会的責任（倫理意識）や法令遵守、情報セキュリティに対する高い意識を保ち続けられるよう図る。
  - ・平成18年度に取りまとめたコンプライアンス小委員会中間報告を踏まえ、産総研におけるコンプライアンス徹底のため、コンプライアンスポリシーの策定や組織体制の整備、管理監制度の充実や環境安全管理体制の見直し、業務マニュアル類の整備や職員研修の強化等を実施する。

（研究支援業務の効率的な推進）

#### 【中期計画（参考）】

- ・財務会計、人事、研究環境の整備など研究を支援する業務については、その業務フローを見直し、業務分担の整理を行うとともに、業務運営方法の見直しを適切に行う。
- 《平成19年度計画》
- ・効率的な研究支援体制の整備のため、平成18年度に引き続き、業務フロー分析結果を踏まえた次期情報システムの開発を着実に進める。
  - ・産学官連携関連業務について、平成18年度に策定した改善方針を踏まえ、稟議者への承認依頼通知の自動メール配信機能の追加や複数のシステムを連携させ情報

共有を図る等の産学官システムの改修に着手し、効率的な研究支援体制の整備を進める。

#### 【中期計画（参考）】

- ・本部と地域センターにおける業務分担及び業務フローを明確化し、研究支援業務の効率化を図る。

《平成19年度計画》

- ・業務効率化アクションプランを着実に実施することにより、研究支援業務の効率化を図る。また、地域センターにおける業務と人員配置のあり方を検討するとともに、平成18年度までに実施した研究支援業務の効率化を引き続き推進する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・研究支援業務の継続的な業務合理化を推進しつつ、現場からの改善提案を受け付ける制度等を活用して業務内容の改善状況を常に点検し、支援業務の質の向上に努める。

《平成19年度計画》

- ・業務改善提案箱制度を活用し、その改善状況等のモニタリングを引き続き定期的に実施して、現場のニーズを的確に把握し、業務推進本部連絡会等を活用して、改善状況等に係る情報について関連部署と共有を図り、研究支援業務の質の向上につながるような施策検討を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・上記を達成するため、研修制度等の充実による職員の専門能力の向上と併せ、機動的な人員配置を行うとともに、旅費、給与、研修実施業務等に関しアウトソーシングなどを活用することにより研究支援業務の質の向上を図る。

《平成19年度計画》

- ・業務品質向上や業務効率化に関するキャンペーン等による啓蒙活動を継続的に実施することにより、業務効率化等に関する職員意識の向上と定着化を図る。また、キャンペーン実施終了後には各部門等に対してフォローアップ調査を実施し、当該活動の実効性や定着度等を把握するとともに次回以降の改善につなげる。さらに職員の業務効率化に対する企画力、実行力の向上に資するため、キャリア開発研修に業務効率化に関するカリキュラムを組み込むことにより人材育成に努める。
- ・また、平成18年度に引き続き費用対効果も踏まえつつ、定型的業務のアウトソーシングの可能性について検討する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・研究関連・管理部門等の業務効率向上に資する内部評価が可能となるよう、部門等の性格の違いを考慮した評価項目や外部有識者の活用を含め、評価方法を見直す。評価結果を部門等の人員配置、予算配分、運営や産総研の経営の改善に適切に活用し、業務効率の向上を図る。

《平成19年度計画》

- ・研究関連系と管理系の分科会を開催し、目標管理型の評価を行い、前評価委員会指摘事項についての活動状況点検を行う。業務効率化及びリスク管理についても活動の計画と進捗について、評価委員と被評価者間のコミュニケーションを図る。地域センターと4特記センター（特許生物寄託センター、ベンチャー開発戦略研究センター、地質調査情報センター、計量標準管理センター）についてはモニタリングを行う。
  - ・研究関連・管理部門の評価に組み込んだ効率化の視点に関する評価結果を組織体制の見直しや人員配置に適切に反映させるとともに、平成18年度に策定した業務改善のための実行計画を着実に実行することにより、効率的な組織運営に努める。
  - ・予算編成及び人員配置に関して、今まで以上に厳格な査定を行い、選択と集中を徹底することにより、効率的な組織運営を図る。
- （研究支援組織体制の最適化）

【中期計画（参考）】

- ・研究支援業務に関する実績と運営状況を常に把握し、評価結果並びに社会情勢等を踏まえた経営判断により、運営効率向上のための最適な組織体制に向けて不断の見直しを図る。
- 《平成19年度計画》
- ・研究関連・管理部門等活動評価結果に基づくワンストップサービス改善実行計画を踏まえ、平成18年度に構築した新たな研究支援体制を実行あるものとするため、研究関連・管理部門と総括事務マネージャー等との定期的な連絡会の場を設置して研究関連・管理部門との円滑な連携を推進するとともに、バックオフィス業務の見直し等を行い、ワンストップサービスの充実による研究支援業務の円滑化を図る。
  - ・また、業務効率化アクションプランによる業務の見直しと組織人員査定を連動させることにより、最適な組織体制の構築に取り組む。
  - ・共有設備の最適な運用の仕組みを導入し、資産活用と研究生産性の両面から改善を進める。

【中期計画（参考）】

- ・研究支援業務の質を維持しつつ、業務の効率化、本部と地域センターの業務分担の見直し等を踏まえ、管理部門の職員の全職員に対する比率を地域センターを中心に引き下げる。

《平成19年度計画》

- ・業務効率化目標にもとづいた業務見直しを着実に実施し、研究関連・管理部門における効率的な組織運営のあり方や第2期中期目標期間中における職員の採用・配置計画について検討する。
- （業務の電子化の推進）

【中期計画（参考）】

- ・電子的な情報共有の推進、業務用データベースの高機能化及びワークフロー決裁の利用拡大による業務シス

テムの更なる高度化を通じて、研究関連業務、管理業務及び研究業務の効率化を図るとともに、情報セキュリティを強化する。

《平成19年度計画》

- ・一層の業務効率化と、研究支援の高度化の実現に向け、次期情報システムの設計と開発をさらに進める。具体的には会計システムと人事給与システムの開発を進めるとともに、その他のシステムの改修を行い、効率の高い業務支援の実現を目指す。また、所内の総合力発揮の観点から、情報共有やコミュニケーション手段を充実させるシステム基盤の構築を進める。
- ・政府機関の情報セキュリティ対策のための統一基準を踏まえ、産総研情報セキュリティ規程等の改定のための検討を引き続き実施するとともに、研究実施部門に対する情報セキュリティ監査を実施するなど、更なる情報セキュリティの強化を図る。
- ・平成17年度に制作した一般利用者向け Web コンテンツ版の改修を行い、e-ラーニング方式の研修を充実させる。また、一般利用者向け研修の実施内容を再検討する。

【中期計画（参考）】

- ・電子政府化への対応の一環として必要な行政手続きのオンライン化を推進するなど、事務手続きの一層の簡素化、迅速化を図るとともに、研究所の制度利用者の利便性の向上を行う。また、業務の最適化計画を作成する。

《平成19年度計画》

- ・産総研ネットワークシステムとイントラネットシステムの最適化計画を策定し、その具体的な実施について検討する。
- ・イントラネットで提供している個人スケジュールや施設予約等の共通アプリケーションについて、ユーザーの意見を反映させ利便性を向上させるための改修等を行う。

（施設の効率的な整備）

【中期計画（参考）】

- ・安全で良好な研究環境を構築するため、長期的な施設整備計画を策定し、アウトソーシングを活用しつつ効率的かつ適切な自主営繕事業を推進する。

《平成19年度計画》

- ・耐震診断結果、石綿含有データ及び老朽化の改修計画を踏まえた施設整備中期計画を策定する。特に、老朽化の著しい地域センター（北海道、東北、関西、中国、九州）については、解体・撤去・建て替えも考慮して取りまとめる。
- ・施設維持管理に必要な計画補修を推進するための設備点検結果と発生不具合データの検証を適切に行うとともに、石綿除去基本方針に基づいた露出部の石綿含有吹き付け材の除去計画を策定し、計画的な除去を実施する。



## 【中期計画（参考）】

- ・自主営繕事業の推進に際しては、施設設備の設計基準、ライフサイクルマネジメント、点検評価システム、統合データシステムを確立し、これらを用いることにより迅速かつ的確な施設整備を実施する。

## 《平成19年度計画》

- ・産総研独自の設計基準の充実を図るため、先行して試行した産総研独自の設計基準が適切であるかの検証、産総研に適した LCM 手法の活用、メンテナンス体制等の先進事例の調査結果など設計基準に反映させる。
- ・施設維持管理における点検結果の評価を反映した適切且つ効率的な施設整備を行う。
- ・産総研資産全体の活用最適性を検討し、情勢変化に対応した基盤を整える。

## 2. 職員の能力を最大化するために講じる方策

## (1) 柔軟な人事制度の確立

（優秀かつ多様な人材の確保）

## 【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限に活かし、外国人や海外経験者も含め、産総研の経営戦略に沿った優秀かつ多様な人材の確保を図るため、研究環境の整備、任期付任用制度の見直し、独自の採用試験制度の導入など新たな採用制度を構築する。また、女性にも働きやすい環境を整備し、女性職員の採用に積極的に取り組む。特に研究系の全採用者に占める女性の比率を第2期中期目標期間末までに、第1期中期目標期間の実績から倍増することを目指す。

## 《平成19年度計画》

- ・国内の大学、研究機関及び、海外研究機関の人材情報を積極的に収集し、優秀な人材を的確に確保する体制を整える。
- ・平成19年度も引き続き、産総研の各地域センター、全国の主要大学等で就職説明会を開催し、採用応募への勧誘と広報を行い、多様で優れた人材の確保に努める。
- ・平成18年度に引き続き、主要大学において、採用セミナーを開催し、出身大学の産総研女性研究者と学生との懇談の場を持つ。
- ・より多くの人材が採用応募できるように、これまで東京のみであった試験会場を新たに大阪にも設置する。
- ・子育て支援策をさらに推進するとともに、介護と研究の両立支援策の検討を開始する。
- ・男女共同参画推進策全般についてさらに推し進めるため、子育て支援等に関して外部機関との連携を開始する。
- ・育児と仕事の両立支援策として、平成19年度より「育児特別休暇」の新設、研究・業務補助職員制度の拡充、保育支援制度の拡充を実施する。

（多様なキャリアパスの確立）

## 【中期計画（参考）】

- ・研究系、事務系職員それぞれに対し、研究実施、研究

支援、組織運営などの様々な業務における多様なキャリアパスを明確化することで、職員がその適性を活かして能力を最大限に発揮することを可能とし、優れた研究成果の創出、研究関連・管理部門等のサービスの質の向上を図る。

## 《平成19年度計画》

- ・平成18年度に引き続き、人材開発戦略会議において多様なキャリアパス確立のための採用、育成、送り出しに関する各種施策について検討を行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・知的財産管理、産学官連携、技術情報分析等をはじめとする研究関連分野においては、研究系職員の能力をより有効に活用し、その活動の一層の高度化を図る。

## 《平成19年度計画》

- ・研究職員の研究関連部門への流動促進に努め、研究職員の専門知識を活かした活動を促進する。  
（非公務員型移行を活かした人材交流の促進）

## 【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限に活かした新たな人材交流制度を構築し、大学や産業界等からの人材受け入れ、あるいは弾力的な兼業制度を活用した産総研からの派遣など外部との交流を強力に推進する。第2期中期目標期間においては、第1期中期目標期間には実績のなかった民間企業への出向を促進し、出向と役員兼業の件数を合わせて、第1期中期目標期間の実績の倍以上を目指す。こうした活動を通じて、研究成果の産業界への積極的移転、外部との交流を通じた競争的な環境の中での研究水準の更なる向上並びに人材の育成等を図る。

## 《平成19年度計画》

- ・昨年に引き続き、人材交流制度を積極的に活用し、大学や産業界との人材交流の促進を図る。また、国立大学法人との連携・協力協定を活用して、より広範な人事交流を進める。
- ・引き続き、適正な兼業制度を活用し、産総研の成果の普及を推進する。

## (2) 職員の意欲向上と能力開発

（高い専門性と見識を有する人材の育成）

## 【中期計画（参考）】

- ・職員の業務に必要な専門知識、技能の向上、さらには将来の産総研内外のキャリアパス開拓にも繋がるよう研修制度の充実を図るとともに、海外研修や民間企業への出向等による能力開発を支援し、高い専門性と広い見識を有する人材の育成を推進する。

## 《平成19年度計画》

- ・引き続き、職員基礎研修（職員としての基礎知識の獲得）、キャリア開発研修（職務内容等の転換に基づくキャリア開発）、プロフェッショナル研修（職務遂行の高度化）等を着実に実施する。
- ・ポストドク等契約職員に対し高い専門性と広い見識を有

するよう能力向上を目的とした研修を行う。

- ・職員等（職員及び契約職員）に対し、大学等だけでなく民間企業も含めた就職情報提供を行う。特にポスドク等に関しては、企業説明会を開催し産総研人材の民間企業への就職を促進する。
- ・産総研、経済産業省、NEDO の交流、相互理解を目的とした研究現場見学と討論会を中心とした合同研修を行う。
- ・職員の知的財産調査、知的財産戦略立案に係る能力を向上させるため、知的財産に係わる研修を実施する。
- ・産総研の研究者の創業意識を高めるために、主に産総研の研究者を対象としたベンチャー創業に関する研修や講演会を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・研究能力を涵養する期間であるポスドクについては、研究のプロフェッショナルとしてのみではなく、産業界等で広く活躍できる人材となるよう、適切に育成を行う。

《平成19年度計画》

- ・ポスドク等に対して「産業技術人材育成研修」を実施し、産業技術の発展の中心となって貢献する人材を育成する。
- ・企業との協定に基づく共同研究プロジェクトにポスドク等の若手研究者を参画させ産業技術人材として育成するための取り組みを強化する。このために、企業との協定締結を推進する。

（個人評価制度の効果的活用と評価の反映）

【中期計画（参考）】

- ・個人評価制度については、職員の意欲を更に高めることを目的として、目標設定とその達成へのきめ細かな助言などを通じた評価者と被評価者間のコミュニケーションツールとして効果的な活用を図るとともに、業績手当の給与総額に占める比率を増加させるなどにより、評価結果を給与等の処遇に適切に反映する。

《平成19年度計画》

- ・評価者のスキル向上のためコーチングや評価傾向の理解等の研修を行う。
- ・評価に基づく高査定者の給与に占める業績手当の現行水準を維持し、更にメリハリのある査定を通じた評価の効用を高めていく。

【中期計画（参考）】

- ・職員の個人評価にあたっては、優れた研究業績、研究所への貢献、産業界及び学界等を含む社会への貢献等の多様な評価軸を用いることで、様々な活動を適切に評価するとともに、キャリアパス選択にも反映できるよう評価制度を適宜見直す。

《平成19年度計画》

- ・人事評価委員会を適切に運営して、適切な評価に務める。
- ・不服申立制度は、引き続き評価者と申立者との間で共

通の理解が得られるような裁定等に努め、適正な制度運用を行う。

- ・人材開発戦略会議の議論を踏まえて策定した「長期評価における評価の視点」に基づく長期評価については、一定の在級年数を満たした職員（任期付職員を除く）を対象に実施する。

3. 環境・安全マネジメント

（安全衛生の向上）

【中期計画（参考）】

- ・産総研における全ての事業について、事故及び災害等の発生を未然に防止し業務を安全かつ円滑に遂行できるよう労働安全衛生マネジメントシステムを導入し、安全管理体制の維持・強化を図る。
- ・システムの導入に当たっては、環境マネジメントシステムとも統合した総合的なマネジメントシステムを構築し、環境に配慮した安全で快適な職場環境を実現する。

《平成19年度計画》

- ・安全と環境保全への取り組みを強化するために、「環境・安全マネジメントシステム」未導入事業所に対するシステムの導入を推進する。既に環境・安全マネジメントシステムの運用を開始した、つくば西事業所及び臨海副都心センターにおける実施状況を監視するとともに、当該システムで定めている内部監査を実施し、システムの検証を行う。また、内部監査等により抽出された課題については、適用開始した事業所のマネジメントシステムにフィードバックを行い運用を確実なものにする。
- ・ライフサイエンス実験管理センターの設置により、産総研全体のライフサイエンス関連実験計画の審査、教育訓練等を一元管理し、管理体制の強化と利便性の向上を図る。
- ・RI 管理センターを設立し、産総研つくばセンターにおける放射線管理業務を一元管理し、管理体制の強化及び支援の充実を図る。
- ・産総研における薬品管理業務を整備し、管理体制の強化を図る。

（省エネルギーの推進と環境への配慮）

【中期計画（参考）】

- ・省エネ機器の積極的導入やエネルギー使用状況のモニタリング等を実施するとともに、省エネ意識の醸成及び奨励制度の導入に取り組み、産総研全体として、業務のために要するエネルギーの削減を図る。

《平成19年度計画》

- ・施設整備事業の設計・施工に際しては、高効率型機器の導入を引き続き積極的に推進するとともに、平成18年度に実施したエネルギー多消費型施設の運用改善策の効果を検証し、他の多消費型施設の運用改善策を策定する。
- ・平成18年度に制定した「エネルギー管理規程」、「包括

管理標準」の運用を組織的な取り組みとして確実なものとし、エネルギー管理指定工場の責務を果たす。

- ・省エネルギー診断結果による運用改善、エネルギーモニタリングシステムの検討を進め、省エネルギーを推進する。

【中期計画（参考）】

- ・ISO14001に準拠した環境マネジメントシステムを産総研全体で構築し、その成果等を環境報告書として取りまとめ毎年公表する。

《平成19年度計画》

- ・ISO14001認証取得している事業所は、そのポテンシャルを維持しつつ、環境・安全マネジメントシステムの適用に向け準備を進める。また、他の事業所については、環境・安全マネジメントシステムの運用の拡大を図り、得られた成果や実施している環境対策等を反映させた「環境報告書2007」を作成し公表する。

4. 業務運営全体での効率化

【中期計画（参考）】

- ・運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3 %以上の削減を達成する。

一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1 %以上の効率化を達成する。

人件費については、行政改革の重要方針（平成17年12月24日閣議決定）に基づき、国家公務員の定員の純減目標（今後5年間で5 %以上の純減）及び給与構造改革を踏まえ、国家公務員に準じた人件費の削減の取組を行い、第2期中期目標期間の終了時（平成21年度）までの4年間で4 %以上の人件費を削減する。

《平成19年度計画》

- ・運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3%以上の削減を達成する。
- ・一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1%以上の効率化を達成する。
- ・中期目標に従い、平成17年度を基準として第2期中期目標期間の終了する平成21年度末までに4 %以上の人件費削減を達成する必要から、平成19年度においては平成17年度比1.5 %の人件費の削減を行う。

Ⅲ. 予算（人件費の見積もりを含む）、収支計画及び資金計画

1. 予算（人件費の見積もりを含む） 【別表4】

2. 収支計画 【別表5】  
（自己収入の増加）

【中期計画（参考）】

- ・第2期中期目標期間における外部資金、特許実施料等の自己収入額の増加に努める。

《平成19年度計画》

- ・外部資金、特許実施料等の自己収入額の増加に努める。（固定的経費の割合の縮減）

【中期計画（参考）】

- ・第1期中期目標期間に引き続き、高額のランニングコストを必要とする施設及び大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図る等、固定的経費の割合の縮減に努める。

《平成19年度計画》

- ・高額のランニングコストを必要とする施設及び大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図る等、固定的経費の割合の縮減に努める。

3. 資金計画 【別表6】

Ⅳ. 短期借入金の限度額

【中期計画（参考）】

- ・（第2期：23,718,000,000円）

想定される理由：年度当初における、国からの運営費交付金の受入れ等が最大3ヶ月程度遅延した場合における産総研職員への人件費の遅配及び産総研の事業費支払遅延を回避する。

《平成19年度計画》

- ・なし

Ⅴ. 重要な財産の譲渡・担保計画

【中期計画（参考）】

なし

《平成19年度計画》

- ・なし

Ⅵ. 剰余金の使途

【中期計画（参考）】

剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。

- ・用地の取得
- ・施設の新営及び増改築
- ・任期付職員の新規雇用 等

《平成19年度計画》

剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。

- ・用地の取得
- ・施設の新営及び増改築
- ・任期付職員の新規雇用 等

Ⅶ. その他主務省令で定める業務運営に関する事項

1. 施設及び設備に関する計画

【中期計画（参考）】

- ・中期目標の達成のために必要な施設及び設備を適切に整備していく。



| 施設・設備の内容                                                                                                            | 予定額         | 財 源                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------|
| ・電力関連設備改修<br>・給排水関連設備改修<br>・排ガス処理設備改修<br>・外壁建具改修<br>・その他の鉱工業の科学技術に関する研究及び開発、地質の調査、計量の標準、技術の指導、成果の普及等の推進に必要な施設・設備の整備 | 総額 197.44億円 | 施設整備費補助金<br>172.09億円<br>現物出資による還付消費税<br>25.35億円 |

(注) 上記予定額は、【別表4】の試算結果を掲げたものである。

《平成19年度計画》

【平成19年度予算（施設整備費補助金）】

- ・老朽化対策として、耐震化改修、排ガス処理設備改修、高圧ガス設備改修、電力関連設備改修、外壁建具改修、空調設備改修、給排水関連設備改修を実施する。総額19.4億円
- ・高度化対策として、鏈システム改修を実施する。総額1.9億円
- ・関西センターに、新棟を建設する。8.9億円  
(平成18・19年度の2ヵ年国庫債務負担行為：総額16億円)
- ・東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測孔井整備及び観測網データ通信リアルタイム化・統合化システムの構築（10地点）を実施する。総額35.4億円

【現物出資による還付消費税】

- ・老朽化対策等、施設及び設備の整備事業を実施する。総額14億円

## 2. 人事に関する計画

(方針)

【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としての特徴を十分に活かした人事制度を構築し、我が国の産業競争力向上にも繋がるよう、多様な人材の採用及び活用を図る。

《平成19年度計画》

- ・引き続き、産総研独自の試験制度や外部機関への出向を利用して、多様な人材の採用及び活用を図る。

【中期計画（参考）】

- ・総人件費に対して、管理部門の人件費が占める割合を引き下げる。

《平成19年度計画》

- ・管理部門の人件費については、業務効率化アクションプランを推進するとともに高年齢者雇用制度等を活用した職員配置を実施し、第2期中期目標期間における総人件費に対する割合の引き下げにつながるよう努める。

(人員に係る指標)

【中期計画（参考）】

- ・任期付任用制度、産総研特別研究員制度の見直しを行い、優れた人材の確保と外部への人材供給を活発化させる。

《平成19年度計画》

- ・引き続き、産業技術人材育成型任期付研究員制度について、産業界との人材交流を含めた人材育成に努める。

【中期計画（参考）】

- ・全職員数に対して、管理部門の職員数が占める割合を引き下げる。

(参考1)

期初の常勤職員数 3,230人

期末の常勤職員数の見積もり 3,230人

- ・常勤職員数の内数として、中期目標期間中の各年度において、任期付職員を約500人措置する。
- ・任期付職員に限り受託業務の規模等に応じた必要最小限の人員の追加が有り得る。

(参考2) 第2期中期目標期間中の人件費総額

第2期中期目標期間（5年）中の人件費総額見込み：145,563百万円

ただし、上記の額は、役員報酬並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当、休職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

《平成19年度計画》

- ・管理部門の職員数については、業務効率化アクションプランを推進するとともに高年齢者雇用制度等を活用した職員配置を実施し、第2期中期目標期間における全職員数に対する割合の引き下げにつながるよう努める。

## 3. 積立金の処分に関する事項

【中期計画（参考）】

- ・なし

《平成19年度計画》

- ・なし

【別表1】鉱工業の科学技術

### I. 健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発

高齢化社会における健康で質の高い生活が求められている。そのためには、病気や怪我にならないこと、罹患してもできるだけ早く正確に病気を発見できること、そして発見された病気や怪我に対して安全で効果的な医療が受けられることが必要である。そこで、これまでより迅速で簡便な早期診断技術を開発して予防医療を促進するとともに、ヒトゲノム情報を利用して個々人の特性に適合したテーラーメイド医療の実現に貢献する。また、画像診断技術や細胞工学技術などを用いた精密診断及び再生医療技術を開発して、安全かつ負担の少ない効果的な診断・治療を実現する。さらに、人間特性の評価に基づく脳機能や身体機能を維持する技術の開発及び生物機能を利用した機能性食品素材などの開発を行い、科学的知識と技術に裏打ちされた健康管理を日常生活に浸透させることで健康寿命の延伸を実現する。

#### 1. 早期診断技術の開発による予防医療の促進とゲノム情報に基づいたテーラーメイド医療の実現

罹患の初期に現れる疾患マーカーを見出してこれを簡単に検知できれば早期診断が可能になり、疾患が重大な局面に進行する前に治療をうけて回復することができる。そこで、ヒトゲノム情報を利用して早期診断に有用なバイオマーカーの探索と同定を行う技術を開発する。また、生体分子の網羅的な解析技術とバイオインフォマティクス技術を用いて、ヒトゲノム情報などから創薬の標的となる遺伝子候補や個々人の特性を示す遺伝子情報などを見出し、個人の特性に適合した効果的な医薬の開発を支援することでテーラーメイド医療の実現に貢献する。

#### 1-(1) ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発

予防医療を実現するためには、早期診断に利用できる有用なバイオマーカーを発見し同定することが必要である。そこで、種々の生体反応に関係する生体分子の中からバイオマーカーを探索して同定するための技術を開発する。また、ヒトゲノム情報から予想される生体分子の機能を網羅的に解析して、バイオマーカーを同定するための研究開発を実施する。そして、同定されたマーカーの検出・評価技術を開発して早期診断に基づいた予防医療を実現するための基盤技術を開発する。

#### 1-(1)-① 生体反応の分子メカニズムの解明によるバイオマーカーの探索と同定

##### 【中期計画（参考）】

- ・ガン等の疾患の早期診断と治療に役立てるため、疾患マーカーとして有効な糖鎖の探索と同定を行う。そのために、ヒトのすべての糖鎖合成関連遺伝子を利用した遺伝子発現解析技術や糖鎖構造解析技術及びレクチンと糖鎖間の相互作用を利用した糖鎖プロファイリング技術を開発する。これらにより疾患や細胞分化のマーカーとして同定された糖鎖を診断や治療に利用する技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・糖鎖改変動物の生理的／病理的／細胞生物学的解析を分子レベルで行う。O16遺伝子ノックアウトマウスによる男性不妊症の分子機構、ポリラクトサミン合成酵素遺伝子ノックアウトマウスにおけるリンパ球活性化の分子機構の解明、コア3合成酵素ノックアウトマウスの表現型の解析を行う。また、K12、K13遺伝子ノックアウトマウスの解析を開始する。
- ・大腸癌培養細胞より、既知腫瘍マーカーCA19-9を精製し、キャリアタンパク質を同定する。また、手術中に得られる腹腔内洗浄液中の胃癌細胞由来抗原の有無を簡便に検出する技術を開発する。
- ・疾患などの生命現象を反映したモデル系あるいは市販の生体試料を用いて、質量分析計を軸として定量比較解析や構造解析が可能な糖鎖バイオマーカー探索のためのシステム構築を続行する。

- ・糖鎖発現プロファイルによる解析系の確立を目指し、さらにそのデータを利用して、バイオインフォマティクス技術などにより、バイオマーカーとなり得るターゲット糖鎖あるいは糖タンパク質の絞り込み法について検討する。
- ・細胞性免疫誘導型ワクチンシステムを目指し、オバルブミンをモデル抗原として免疫応答を誘導し、癌の増殖コントロールが可能かどうか、また、糖鎖被覆リボソームを用いた DDS を開発し、免疫応答を評価するための技術開発を行う。
- ・各種共同研究を通じた糖鎖プロファイリングに有効なレクチン探索を継続するとともに、ヒトゲノム配列から存在の予測される内在性レクチンについてバイオインフォマティクスとこれまでに開発した解析技術を用いた機能解析に着手する。
- ・レクチンアレイの機動性を活用したマーカー開発、プロファイリングをさらに推し進め、医療診断に有効なエンリッチメント法、ないし前処理法に関する基盤ツールを作成する。また、これらを用いた各種解析において糖鎖インパクトを与えるような新規知見を見出すとともに、糖鎖プロファイリング技術の産業応用をさらに強く展開する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・疾患等により細胞膜の構造が変化することからこれを知るための糖脂質及びその代謝に関連する生体分子を探索し、これらを有効なマーカーとして疾患の診断や治療等に利用する。

##### 《平成19年度計画》

- ・レセプター制御に関わる糖脂質の機能解明を行う。具体的には、ガン細胞増殖に関わる EGFR や免疫細胞制御などの制御機構について、主に細胞内シグナル伝達分子の解析と、サイトカインの放出量などを指標に研究を行う。
- ・糖脂質のマイクロドメインの形成がレセプター制御に重要であることを、糖脂質の状態を蛍光染色等で観察することにより解明する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・脳神経疾患の診断と予防に利用するため、神経細胞の増殖や分化及び機能発現等に関与する遺伝子とその産物の同定を行い、これらの分子に着目して神経細胞機能の解析評価技術や診断技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・神経系生理活性ペプチドを鋳型として、その遺伝子工学、化学的改変によりバイオマーカーに特異的に認識・結合する新規ペプチド（小タンパク質）を創製する。またこの高機能化ペプチドによる標的タンパク質のイメージング及びナノデバイス等によるバイオマーカーセンシングのための技術開発を行なう。
- ・毛成長周期とともに発現が変化する増殖因子 FGF18 について、その分子機構を解析し、得られた知見の活

用によって発毛抑毛を制御する技術を開発する。

- ・細胞障害時に顕著に発現が上昇する機能未知な FGF に関して、既知の FGF 受容体に対する反応性が極度に低いこと等を踏まえ、FGF 受容体に対する反応性を上昇させる要因を探索するとともにその機能を解析する。
- ・単細胞生物の代謝を制御する転写因子の比較からその原型を同定する。これをもとに多細胞生物で機能する転写因子を特定し、その立体構造を解析する。
- ・平成18年度に作製した受容体やイオンチャネルセンサーチップの高感度化と安定化に向けた技術開発を行なう。
- ・臓器・器官分化ロードマップのバージョンアップと具体的な医薬応用へ向け、以下の解析を行う。

- 1) カエルの未分化細胞、あるいはマウス ES 細胞の系を用い、臓器・器官形成のロードマップに加えるべき新規遺伝子の同定・機能解析を継続して行うことにより、臓器形成ロードマップ記述に必要な遺伝子の数を可能な限り増やす。具体的には、心臓・膵臓・神経器官などの分化に関わる遺伝子をなるべく多く単離し、それらの機能解析を行い、臓器形成ロードマップに書き加える。
- 2) 細胞の未分化性維持の分子メカニズムに関する解析を本格的に開始する。具体的には、分化細胞と未分化細胞からそれぞれ精製したあるタンパク質画分を比較することにより、未分化細胞のみで発現するタンパク質を同定し、それらを詳細に解析することによって幹細胞を未分化に保つ候補因子を同定する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・生活習慣病の予防に利用するために、健常人及び罹患者の生体組織試料について遺伝子の発現頻度解析及びマイクロサテライトマーカー法による遺伝子多型の解析を行い、この結果を臨床情報と関連付けて生活習慣病関連遺伝子を同定する。そして同定された遺伝子の産物である種々のタンパク質の機能を解明して生活習慣病の予防に役立てる。

#### 《平成19年度計画》

- ・年齢軸恒常性の統合的理解に向け以下の解析とデータベース（DB）構築を行う。
- 1) 肝細胞質蛋白質の年齢軸に沿った発現変動の網羅的解析情報の DB 構築の完了。
- 2) 核と細胞質蛋白質発現の年齢軸変動相関の解析と主要重要蛋白質群の同定。
- 3) 肝ミトコンドリア蛋白質の年齢軸変動の網羅的解析。
- 4) 細胞質、核、ミトコンドリア間の蛋白質輸送全体像と年齢軸変動の解析。
- 5) 肝蛋白質発現の性差解析と DB 構築。
- 6) 肝遺伝子発現と蛋白質発現パターンの年齢軸変動相関の解析。
- ・ASE/AIE 型の年齢軸遺伝子発現調節機構の精査及び

年齢軸恒常性に関連する重要課題の研究を行う。

- 1) ASE 結合核蛋白質の機能詳細解析と年齢軸に沿った発現安定機序の解析。
- 2) AIE 結合核蛋白質の機能詳細解析と年齢軸に沿った発現上昇機序の解析。
- 3) プラスミノゲン発現年齢軸変動機序解明に向けたトランスジェニックマウス解析。
- 4) ヘプシンの機能とがん及び年齢との関係解明に向けた解析。

#### 【中期計画（参考）】

- ・加齢にともなう生体機能の低下や罹患率の増加の原因を追求するため、生まれてから死ぬまでの一生の間の生体機能の変動を表す種々のマーカー分子を同定し、変動を制御するメカニズムを解明する。そして、加齢に関連した疾患の予防や治療及び高齢者における免疫や脳機能の維持に資する技術や創薬の開発に役立てる。

#### 《平成19年度計画》

- 1) 成人・老人病の予防・治療、健康増進技術開発基盤整備に向けた研究を行う。
- 2) 消化管免疫制御性細胞の機能成熟機構の解析。
- 3) 年齢軸・免疫関連の転写因子の翻訳後修飾による機能調節機構について構造生物学的解析。
- 4) B 細胞多様化における DapK3 の作用機序の精査。
- 5) 神経可塑性に関与する因子 adducin と SPARC の分子生理機能とその年齢軸依存的変化に関する解析。
- 6) 自然免疫関連疾患の発症機序の解析。
- 7) 正常型と異常型プリオン蛋白質を識別できるアプタマーの創出。

個体老化や加齢に伴う発癌の原因を明らかにするため、染色体テロメアを介したヒト細胞寿命の決定機構を分子レベルで解明する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・生物時計などの生体リズムの分子機構を解明するため、リズムの発生や伝達に関係する分子を同定する。これらをマーカー分子として時刻依存型疾患などの生体リズムの失調が関係する疾患の原因追求に供する。

#### 《平成19年度計画》

- ・生物時計の分子機構を解明する為に時計蛋白質 E4BP4 や CRY と結合する因子を探索する。時計遺伝子 Bmal1 の日周発現に関わる分子機構をクロマチンレベルから解明する。冬眠分子機構研究の系を確立する。生物時計のアウトプットとして癌や、脂質代謝との分子機構を明らかにする。ショウジョウバエやホヤをモデル生物として、新たな時計遺伝子を探索し、その分子機構を解明する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・人間のストレスを分子生理学的に評価するため、マーカーとなるストレス応答タンパク質や脂質由来のストレス応答化合物を探索し同定するとともに、体液に含まれるこれらのストレスマーカーを検出するチップを



開発してストレスの診断に利用する。

《平成19年度計画》

- ・ヒト疾病患者のマーカー検証試験を加速度的に推進する。細胞実験、動物実験を平行して行いマーカー有用性の科学的根拠をより強固にする。さらに、バイオマーカーの迅速測定法を新たに抗体を作製することによって確立する。
- ・ストレスが実験動物の脳・末梢血・唾液・尿などに及ぼす影響を詳細に解析する。さらに、ヒト末梢血・体液の解析を行い、実験動物から得られた知見と比較検討し、ストレスから精神疾患に至る過程で重要なバイオマーカーを同定する。
- ・整合性の確認されたメタボロミクス技術とゲノミクス技術について、その融合性を検討し、バイオマーカーとなるストレス応答物質を探索するための新しい方法論を提案する。
- ・唾液成分計測ラボチッププロトタイプ装置の産業技術化のシナリオ戦略を実行する。糖化ヘモグロビン計測用ラボチップ製品プロト装置と全血 NO 代謝物計測ラボチップの製品プロト装置を世界に先駆けて開発し、臨床研究現場での検証研究を行う。微小パルプ集積化ラボ CD で近接場光による光スイッチング機能確立し、ストレスマーカー計測用ラボ CD のプロトタイプ開発に挑戦する。

1-(1)-② 生体機能の網羅的な解析によるバイオマーカーの探索と同定

【中期計画（参考）】

- ・創薬の標的として重要な遺伝子を同定するため、ヒト遺伝子の発現頻度情報とタンパク質の細胞内局在情報及び相互作用情報を網羅的に取得し解析する。この解析結果を創薬のスクリーニングに利用する。また、ゲノム情報やヒト完全長 cDNA 情報等から遺伝子の発現制御に関係する機能性 RNA 分子の同定手法を開発して創薬に利用する。

《平成19年度計画》

- ・独自開発した合成 DNA マイクロアレイシステムを用いて、乳癌・卵巣癌由来の細胞株の遺伝子発現プロファイルを取得し、染色体情報をリンクさせて解析し、各細胞種特異的に発現が増加するゲノム領域を探索する。また、手術サンプルの遺伝子発現プロファイルと病理診断の相関を解析する。さらに、養子免疫療法の効率化を目指し基礎データの蓄積をおこなう。
- ・蛍光蛋白質を用いた各種の相互作用情報取得法である、メモリーダイ法・FRET 法、及び一波長励起（の簡便な）FCCS 法の実用化に引き続き取り組み、開発研究を展開させる。抗体を用いた相互作用の確認方法（イントラボディ法）の開発も行う。
- ・タンパク質ネットワーク解析により疾患発症メカニズムの解明に取り組むとともに、ネットワーク情報に基づくアッセイ系を創出し、疾患等の重要な生物プロセ

スを制御する化合物を高効率・統一的にスクリーニングし、ゲノム創薬の研究開発を加速する。また、疾患治療薬開発等を目指したヒット化合物を、微生物をはじめとした天然物より、特徴あるスクリーニング系を用いて探索する。また、創薬目的以外の有用生理活性物質の開発も積極的に行い、ケミカルバイオロジーの発展に寄与する。

- ・新規開発されたパイオフォマティクスによる RNA 二次構造を考慮に入れた様々な機能性 RNA 予測ツールを実際にヒトゲノムに適用して、RNA の特徴的モチーフ、保存性などを指標に、non-coding RNA 群の中から機能性 RNA 候補を予測する。さらに予測された領域の non-coding RNA の有無を実験的に確認する。
- ・高感度 RNA マススペクトロメトリーによって様々な RNA 結合蛋白質に結合している RNA 成分を分析して non-coding RNA 結合蛋白質を同定する。また様々な修飾 RNA 合成技術を駆使して non-coding RNA 機能破壊のための有用な修飾核酸を合成し、効率と持続性に優れた系の確立を目指す。
- ・核内に局在する non-coding RNA の局在部位を FISH 法により詳細に解析する。さらに局在に必要なエレメントの同定をパイオインフォマティクスを活用して推進する。平成18年度で開発の目処がたった新規核内 RNA ノックダウン系をさらに多くの核内 non-coding RNA に適用し、さらにノックダウンによる細胞内の表現型変化、遺伝子発現変動解析を大規模に行う系を構築する。また組織特異的な non-coding RNA の機能解明のために、モデル細胞における詳細な発現解析、局在解析、ノックダウンなどを実施する。

【中期計画（参考）】

- ・神経ネットワークの機能発現に関わるバイオマーカーを探索して同定するため、新たな神経細胞培養系、脳スライス実験系、全脳実験系や遺伝子改変モデル生物実験系を構築して神経ネットワーク情報伝達系の可視化・解析技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・結晶を用いずにタンパク質の構造を決定する単粒子解析法に、Neural Network や Simulated Annealing を導入・発展させることにより10 Åの高分解能を実現し、脳・神経において重要な P2X2など様々のイオンチャンネルとアルツハイマー症の原因タンパク質である  $\gamma$ -secretase 等の膜タンパク質の詳細構造を決定する。
- ・マウス、線虫などのモデル生物に、異なる種類の蛍光タンパク質でラベルしたシナプス前・シナプス後にそれぞれ局在する分子を同時に発現させることで、神経細胞間の興奮伝達ネットワークの形成を可視化する技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・ 同定されたバイオマーカーを検知して診断等に利用するため、細胞情報の大規模処理が可能な新規分子プローブ及びそれを導入したトランスフェクションマイクロアレイなどの検知技術を開発する。得られた細胞情報を細胞機能の制御に利用するため、ナノテクノロジーなどを利用した細胞操作技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・ 発光タンパク質や蛍光タンパク質を利用したマルチ遺伝子発現リアルタイム解析デバイスについて、以下の研究を行う。
- 1) 多色発光、高機能化ルシフェラーゼを基盤に、細胞内オルガネラレベルにおける分子ダイナミズムを解析する技術を確立する。
  - 2) 化学物質毒性評価系として、発ガンマーカー遺伝子群のプロモーター配列をクローン化し、マルチ遺伝子発現システムに導入し、評価デバイスを作製を継続する。

蛋白質構造機能相関について、以下の研究を行う。

- 1) 固定化モデル生体膜システムの構築のため、膜蛋白質組み込みと活性計測技術に適したモデル膜作製技術を検討する。
- 2) より高感度でより波長選択性の広い表面プラズモン励起蛍光顕微鏡の開発ため、従来の金以外の基板の開発を行う。
- 3) 光で活性制御可能なケージドペプチドの体系化を進め、この実験手法の開発を行う。
- 4) 標的要素と特異的に結合し、その情報を入出力できる分子を設計する。
- 5) 超高真空の急速凍結レプリカ技術を改良し、膜蛋白質ナノ計測の分解能を向上させる。

細胞機能の産業利用を目指し次の研究を行う。

- 1) バイオマス利用に関しては超耐熱性エンドグルカナーゼ機能をタンパク質工学を用いて向上させ、結晶構造決定にも取り組む。
- 2) バイオセンサーに関してはスレオニンデヒドロゲナーゼのセンサー感度を向上させるための活性増強を行う。
- 3) 抗体工学に関しては人工的に導入したジスルフィド結合について立体構造や熱力学の観点からその安定化効果を解明する。

- ・ RNA 干渉技術 (siRNA, shRNA 等) とトランスフェクションマイクロアレイを組み合わせた、ヒト癌細胞の死滅に関する遺伝子機能の網羅的な解析技術を用いて、癌研究会、協和発酵との連携の元、乳癌樹立細胞を特異的に死滅させるような創薬ターゲット遺伝子及び細胞内シグナル伝達構造を明らかにする。
- ・ ナノ針挿入により細胞が受ける障害の有無に関して調査を行う。ホルモン製剤、乳癌細胞を用い、ナノ針を用いたレポーターDNA 導入による薬効試験の最適化と検証を行う。ナノ針を用いた細胞への RNA 導入法

を検討する。また、抗体修飾ナノ針を用いて共培養細胞集団から特定の細胞を力学的に識別する方法を開発する。

- ・ 2種の匂い分子が共存する場合に生じる拮抗阻害、協調効果を、1、2例の嗅覚レセプタについて明らかにする。また、僅かに分子構造が異なる光学異性体ペアなどの特徴的な匂い分子に応答するレセプタ群を明らかにし、その刺激強度、知覚される匂い要素と応答レセプタ群の関係など匂い情報処理アルゴリズムを検討する。

- ・ 生体運動に関して以下の研究を行う。

- 1) トランスフェクションマイクロアレイを利用して、癌細胞の転移に関与する遺伝子の単離同定を行う。
- 2) ダイニン分子モーターの構造変化を電子顕微鏡で可視化するとともに、線路蛋白質としての機能を損なう変異アクチンを作成し、分子モーターおよび線路蛋白質の動的機能解明に取り組む。

- 3) 光によりスイッチされる DNA ナノデバイスのプロトタイプを作成する。

- ・ 正常細胞の長命化と癌細胞の短命化など、細胞の寿命操作を目的とした以下の研究を行う。

- 1) インド原産植物抽出物由来の細胞制御物質の機能解析
- 2) 細胞寿命や癌化に関わる新規マイクロ RNA の機能解析
- 3) 新規のマイクロ RNA-ファンクショナルスクリーニング法の開発
- 4) 新規の受容体結合性ペプチドの創製とドラッグデリバリーへの応用
- 5) 高解像度 *in vivo* バイオイメージング技術によるプロテイン・ネットワーク解析
- 6) 細胞死を誘導するコンフォメーション異常を制御する技術開発等を行う。

- ・ 日本人であることが遺伝学的に確立した臍帯血を用いて作製した男児2、女児1のゲノム断片 (BAC) ライブラリーから男児2 (倭2号) の11万クローンの DNA の両末端塩基配列の解析を完成し、ヒトゲノム上へのマッピングを完了する。このマップから全ゲノムをカバーするクローンの選択を行い、高密度タイリングアレイ作製の段階に入る。

- ・ ビーズや糸などの固相支持体にタンパク質を固定化し、抗原抗体反応等を多重化して高精度・定量的に解析する技術、環境中難培養微生物からの効率的な遺伝子探索技術を開発し有効性を検証する。超好熱古細菌ゲノム情報から、新規安定酵素、医薬品開発に関する情報を獲得し、検出・解析・生産技術に応用する。

- ・ 遺伝子を破壊した麹菌を用いて、遺伝子発現や代謝物質などを系統的に解析することにより、破壊した遺伝子の薬剤標的としての有用性および遺伝子破壊株の発酵生産などの産業に対する有用性の評価を行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・ガン等の疾患マーカー分子の迅速且つ網羅的な同定・検出・評価をするため、高感度パイオイメージング、ゲノムアレイ及び磁気ビーズ等を用いたゲノム解析技術を開発する。

## 《平成19年度計画》

- ・さらに多様な化合物ライブラリ構築と疾患マーカー探索研究を加速する。糖鎖等のチップ化により、疾患関連タンパク質マーカーの探索技術に応用させる。また、企業との共同研究開発を進展・拡大させる。さらに、知財等の技術移転により実用化研究に移行させる。

## 1-(2) テーラーメイド医療の実現を目指した創薬支援技術の開発

薬の効き易さの個人差など、個々人の特質を考慮したテーラーメイド医療の実現が求められている。そこで、ヒトゲノム情報をもとに作成した網羅的なタンパク質や糖鎖の合成プールを利用して、特定のタンパク質や糖鎖と相互作用する物質を探索し、個々人の特質に適合した創薬の支援技術を開発する。また、バイオインフォマティクス技術を発展させ、遺伝子やタンパク質などの機能予測及び化合物-タンパク質ドッキングシミュレーションを実現して、膨大な化合物の中から医薬品候補を選び出すことのできる創薬支援技術を開発する。

## 1-(2)-① ヒト遺伝子産物の機能に基づいた創薬支援技術の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・ヒトゲノム情報のタンパク質への効率的な翻訳体制を確立する。これを利用して重要なタンパク質及びそれに対応する抗体を作製してプロテインチップや抗体チップなどの解析ツールを開発する。さらにこのチップを利用してタンパク質の機能を制御する低分子化合物の解析を行い、創薬支援や診断薬の開発支援技術として利用する。

## 《平成19年度計画》

- ・創薬スクリーニング系の開発のため、疾病等関連タンパク質を、ヒト完全長 cDNA クローンより作製された Gateway エントリークローンをを用い *in vitro* で発現させ、スクリーニング系を構築する。細胞内局在情報を活用したスクリーニング系の開発も進める。また、カイネース等の重要な生物学的機能をもつ一群のタンパク質を *in vitro* で発現させ網羅的なタンパク質機能解析を推進すると共に有用な創薬ターゲット候補を見出す。

更に、高次構造を保持したタンパク質搭載アクティブアレイを試作し、ハイスループットなタンパク質機能解析の促進を行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・遺伝子の機能を解明するため、ヒト遺伝子の発現を個々に抑制できる siRNA 発現ライブラリーを作成す

る。これを用いて遺伝子機能を個々に抑制することで疾患に関係する遺伝子などの重要な遺伝子を見出す。これら遺伝子の翻訳産物の機能や遺伝子発現の調節機構を解明して医薬や診断薬の開発に向けた標的遺伝子を明らかにする。

## 《平成19年度計画》

- ・疾患に関連することが明らかになった標的遺伝子を、個々の患者に合わせて生体組織レベルでその機能を補完・調節・抑制するための新しい遺伝子発現プラットフォームを開発する。

## 【中期計画（参考）】

- ・糖鎖マーカーを利用した創薬支援技術を開発するため、酵母による糖タンパク質糖鎖の改変技術等を開発する。また、糖転移酵素の発現技術と糖鎖関連化合物の生産技術を開発し、これらを利用して糖転移酵素や糖鎖分解酵素等に対する新規な酵素阻害剤の設計と合成を行い医薬品としての機能を評価する。

## 《平成19年度計画》

- ・GPI の脂質リモデリングに関与する新たな遺伝子の検索を試みるとともに、リモデリング異常によって生じたがんの早期発見や診断に寄与するための研究を行う。
- ・微生物におけるヒト型糖鎖合成酵素のスクリーニングを行ない、有用糖鎖の大量合成法を検討する。また酵母による糖タンパク質あるいはヒト糖転移酵素の大量発現を行い精製標品の評価を行う。大量精製可能な酵素は、酵素そのものの抗体作成や酵素の反応産物である糖鎖構造の抗体作成に利用すると共に立体構造解析のための結晶化を行う。
- ・大量合成に展開容易な合成装置等、多機能マイクロ波合成装置の開発研究をベンチャーを含む新規企業2社と開始する。液晶 NMR による生体分子の構造・機能解析システムを開発する。
- ・酵母による抗体生産のため、糖転移酵素遺伝子のコードンの最適化や植物由来の遺伝子を利用することにより、ヒト二本鎖複合型糖鎖の生産系を構築する。ファブリー病やザンドホフ病などのリソソーム病の治療薬の生産を目的とし、高リン酸化糖鎖を含有するメタノール資化性酵母のタンパク質生産能の改善を試みる。

## 1-(2)-② バイオインフォマティクス技術を利用した創薬支援技術の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・創薬の標的を明らかにするために、複数の生物のゲノム配列を比較する方法及びマイクロアレイ等による大量の遺伝子発現情報を解析する方法を開発する。これに基づきゲノム上に存在するタンパク質コード領域や機能性 RNA のコード領域及び転写制御領域などの構造を情報科学的に明らかにする手法を確立する。

## 《平成19年度計画》

- ・新規 RNA 遺伝子の発見と機能推定を支援するため、



ゲノム上の配列構造および局所的モチーフ配列情報などを統合的に格納した、機能性 RNA データベースを構築する。平成18年度に開発した Shoe システムを拡張し、結合部位のクロマチン構造も考慮したプロモータ・モデリング技術への発展を図る。

- ・ヒトゲノム上から、創薬ターゲットとなる遺伝子や機能性 RNA を迅速に発見し、転写制御領域等の構造を情報科学的に明らかにすることを目的として、従来は独立に開発してきたソフトウェア群を統合的に利用できる環境を開発する。平成19年度は「配列解析」「細胞内局在予測」「タンパク質立体構造予測」の統合化を検討し、プロトタイプを作成する。
- ・CellMontage システムの細胞分類を進展させ、約200種類と言われるヒトの正常細胞全てに関する遺伝子発現データ及び細胞形態データを統合した網羅的データベースのプロトタイプ版を開発する。遺伝子発現プロファイルの解析アルゴリズムを深化させ、より高い精度で発現モジュールや制御ネットワーク推定を行う手法を開発する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・タンパク質の立体構造及び機能を予測するためのソフトウェアを開発する。まず、フォールド認識法と網羅的モデリングを融合させ高い精度をもつタンパク質の立体構造予測法を完成する。次に、立体構造の動的性質に注目して膜タンパク質等の機能予測法を開発する。これらの成果を創薬の重要な標的である細胞膜受容体や酵素へ適用し、創薬支援システムとして提供する。

#### 《平成19年度計画》

- ・キナーゼや G タンパク質共役受容体等の創薬標的タンパク質に特化した高精度な立体構造予測を実現するため、バイオインフォマティクスと分子動力学シミュレーションを融合した予測手法を開発し、事例を通じて評価する。またタンパク質-タンパク質複合体、ペプチド会合等の構造予測を実現するため、大規模並列計算と統計的手法を駆使した計算手法を開発する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・遺伝子や生体分子に関する情報の高度な利用を促進するため、遺伝子、RNA 及びタンパク質のアノテーション（注釈づけ）をヒト完全長 cDNA レベルからゲノムレベルに展開する。これらの情報に加えて、遺伝子の発現頻度情報や細胞内局在情報及び生体分子の相互作用情報等を統合したバイオ情報解析システムを開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・ヒトゲノムと転写産物配列を用いた遺伝子予測を各種手法の組み合わせにより実行し、新規の遺伝子候補を発見する。その遺伝子候補に対して、スプライシング変異体の検出を含めた各種のアノテーションを実施し、成果をヒト全遺伝子アノテーション・データベースに格納する。機能アノテーションおよび構造アノテーシ

ョンの性能向上のため、独自のバイオインフォマティクス技術開発を行う。以上によりタンパク質の構造と機能の予測精度を高め、ヒト遺伝子アノテーションの質およびデータ量をより向上させることをめざす。

- ・ヒト全遺伝子の遺伝子発現データおよび調節因子の情報を収集したデータベースを構築し、公開する。全ゲノム配列の比較ゲノム解析を10種以上の生物を対象に行い、ゲノム保存領域等の有用な知見をデータベースに格納する。スプライシング変異体の転写制御およびスプライシング制御の機構を解明するため、各種転写因子の結合サイトやスプライシングのシグナルを同定するためのバイオインフォマティクス技術を開発する。タンパク質間相互作用とタンパク質複合体に関するデータベースを開発・公開する。
- ・疾患の分子機構に関する情報をこれまで以上に網羅的に収集するため、既知の疾患関連遺伝子に関する文献情報を高度なテキストマイニング技術を用いて解析することにより、疾患関連遺伝子や化合物等の情報を含めた統合データベースを構築する。これを、新規の疾患関連遺伝子の予測ソフトウェアとともに公開・提供する。特に、慢性関節リウマチ、糖尿病、がん、高血圧、感染症などを対象とした解析作業を行い、その成果を疾患関連遺伝子情報のデータベースとして公開する。

## 2. 精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

診断や治療における患者の負担を軽減するには、正確な診断に基づいた効果的な治療を迅速かつ安全に実施することが必要である。そこで、短時間で精密な診断を可能にする生体分子のイメージング技術や計測装置などの研究開発を実施する。また、効果的な治療として再生医療や生体適合性材料を利用した喪失機能の代替技術を開発する。さらに、治療の安全性を高めるための手術の訓練支援システムを開発する。

### 2-(1) 高度診断及び治療支援機器技術の開発

正確な診断と効果的な治療を施すため、短時間で計測できる高速診断法、細胞における分子の機能を解析できる画像診断法などを開発する。また、治療の効果と安全性の向上を目指し、精度の高い位置決め機構を有する治療支援装置を開発するとともに手術の訓練支援システムを開発する。

### 2-(1)-① 患者の負担を軽減する高精度診断技術の開発【中期計画（参考）】

- ・診断及び治療に伴う患者の肉体的負担を軽減できる低侵襲検査診断システムを構築するため、心拍動等の動画像を連続計測可能な超高速 MRI 技術及び微小電極を用いた低侵襲計測技術等の要素技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・現状の問題点である画像歪みの低減方法に関して技術的な改善を行い、生体の組織構造に起因する緩和時間

や拡散係数などが強調できる超高速撮像法として実用化を推進する。

- 細胞の活動電位計測あるいは電気刺激が可能な低侵襲多点微小電極を開発するため、活動電位の計測や局所的な電気刺激に適する電極間隔について電気生理学実験により検討する。

#### 【中期計画（参考）】

- 個々人のゲノム情報に基づいた高精度診断を実現するため、1分子 DNA 操作技術や1分子 DNA 配列識別技術等の個々人のゲノム解析に必要な要素技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ポリメラーゼ反応によって、4種類のヌクレオチドが所定の順番で取り込まれる過程を実時間で可視化する。これにより、実時間で1分子 DNA シーケンシングの第一歩が達成される。平成18年度に引き続き、反応効率の高いポリメラーゼの変異体の探索を行う。
- 単一の金属ナノ粒子凝集体について、表面増強ラマン散乱（SERS）と弾性散乱スペクトルを同時に測定できる装置と走査型電子顕微鏡を用い、SERS 技術の実用化を困難にしている強度のばらつきの原因を解明する。そのために、SERS 強度と弾性散乱スペクトルおよび金属ナノ構造の形態との相関を、個々の金属ナノ粒子について調べる。金属ナノ構造の創製法として、新たに見出した近赤外レーザー誘起光還元法を用いて SERS 活性の高いナノ構造を作成する。

#### 【中期計画（参考）】

- 疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質を一分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- 細胞マルチソーティング技術の実用化に向けて、細胞処理量の向上を目指した自動化などの装置の改良を行う。細胞回収に適したマイクロチップの設計を行う。セルソータ用の PDMS チップを自作できる体制を整える。複合多糖による生理活性発現の研究では、白色脂肪細胞の生物活性の発現を評価する技術を診断分野等へ応用することを目的として、同細胞の分化の進行度と測定に要する細胞数などを検討して評価条件の最適化を図る。
- 量子ドットで標識した成長因子 EGF が成長因子レセプターEGFR を活性化するかを確認する。確認後、EGF の活性に問題がなければ糖脂質存在下、非存在下での EGFR の挙動を量子ドットで標識した EGF を用い、AFM と蛍光顕微鏡を用いて観察を行い、作用機序を解明する。

#### 【中期計画（参考）】

- 同定された生活習慣病のタンパク質マーカーを簡便に解析して疾患の早期診断に役立てるため、極微量の血

液からマーカーを数分以内で解析できるデバイスを開発する。また、遺伝情報の個人差を解析して罹患の可能性や薬効を診断するため、注目する遺伝子について個々人の配列の違いを数分以内に解析できるデバイスを開発する。

#### 《平成19年度計画》

- 新規なダイナミックコーティング用のセルロース誘導体を用いて、従来、分離が困難であったタンパク質および糖鎖試料の分離を行う。心筋梗塞診断デバイスの開発では、H-FABP をマイクロ流路中で検出するため、流路設計および検出系の設計を行う。また血球成分分離ユニットの流路組込みを行う。
- 理論解析に基づき、数10個以上の遺伝子または生体マーカーを非標識で計測できるマイクロアレイ創製を目的として、表面プラズモン共鳴およびエリブソメトリに基づく非標識二次元検出技術を開発する。特に、並列同期検出法を利用した測定の高速度および精度の向上を図る。上記非標識計測に用いるデバイスを作製するため、金、シリカおよび金属酸化物の表面に DNA やタンパク質を高密度に固定化する技術を開発する。また、金薄膜上にシリカの高密度薄膜を形成する技術を開発する。
- 機能集積型バイオチップの実現に向け、下記の項目について研究開発を行う。

- 1) 電気泳動による高精度分離と確実な分取動作が両立可能なチップを開発するとともに、サンプル導入部を改良し、導入精度を向上させる。

- 2) PMMA 材への直接描画による微細流路形成技術等のバイオチップ向けプロセスを確立するとともに、これを用いた診断デバイスの試作につなげる。

#### 2-(1)-② 治療の安全と効果の向上を目指した治療支援技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- 小さな病変部位を局所的かつ集中的に治療する技術を確立するため、MRI などのイメージング装置下で生体内での微細操作が可能な低侵襲治療用マニピュレータ技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- これまでに開発した微小機構と顕微内視鏡を主要な構成要素とする MRI 対応微細操作システムを試作し、その性能検証を行う。また、10 mm の円筒内に収納を可能とし、電源断でも姿勢を保持可能な可動範囲10  $\mu\text{m}$ の1自由度機構の初期的検討を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- 外科手術の安全性を向上させるため、擬似患者モデルを用いた手術トレーニングシステムの構築に必要な手術技能評価手法を開発し、その有効性を医学系研究機関と連携して検証する。

#### 《平成19年度計画》

- 位置センサを付加した手術器具と患者模型を用いて医

師らの内視鏡下鼻内手術操作特性を計測し、そのデータを分析して位置センサデータに基づく手術技能評価手法を開発する。

## 2-(2) 喪失機能の再生及び代替技術の開発

効果的な治療技術の一つとして再生医療や生体適合材料による喪失機能の代替技術を開発する。再生医療技術の開発では、骨、軟骨、心筋及び血管等を生体組織レベルで再生する技術や神経ネットワークの再構成を促進する技術等を開発する。また、長期生体適合性を有する人工臓器などによる身体機能の代替技術の開発では、埋め込み型人工心臓のための生体適合材料及び骨形成の促進や抗感染などの効果を有する生体適合材料を開発する。

### 2-(2)-① 組織再生による喪失機能の代替技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・生体親和性に優れた組織細胞による再生医療を実現するため、3次元細胞培養技術を用いた骨・軟骨、心筋及び血管等の組織再生技術を開発して臨床応用を行う。《平成19年度計画》
- ・骨関節症のみならず、骨壊死等の患者の間葉系幹細胞移植後のフォローをレントゲン等の画像解析を用いておこない、臨床成績を評価する。
- ・開発した生体吸収性のポリ乳酸・グリコール酸の多孔体材料に、患者間葉系幹細胞を組み込み、軟骨再生を目指した移植治療技術を開発する。
- ・心不全患者骨髄より、より効率よく間葉系幹細胞を増殖する技術の開発をおこなうとともに、間葉系幹細胞からの種々サイトカイン等の分泌因子測定研究をおこなう。

#### 【中期計画（参考）】

- ・疾病や高齢化により失われた神経機能を再生するため、間葉系細胞を神経細胞に分化誘導する技術と神経組織の再構成を促進する生体分子の探索技術を開発する。《平成19年度計画》
- ・歯胚由来間葉系幹細胞の多分化能を確認し、この分化能を利用した新たな治療技術の開発をおこなう。
- ・培養神経回路網の自己組織的再編成機構の解析を行うとともに、神経細胞間の論理的結合性を見積もる解析ソフト、培養神経回路－外部環境を繋ぐ装置に改良を加え、BMI (Brain-Machine-Interface) の基盤となる技術開発を進める。
- ・メダカゲノムに変異を導入した個体群の中より神経変性疾患原因遺伝子に変異を持つ個体を選別し、疾患モデルの作製を開始するとともに、その病態観察を目的として神経細胞を標識した系統数を増やす。
- ・放射線のもたらす障害により失われた生体機能を再生または障害を予防するため、障害評価系の充実と利用増殖因子の充実を図る。

#### 【中期計画（参考）】

- ・脳機能の修復技術の確立を目指して、これまで困難で

あった神経冠幹細胞の単離・培養と分化誘導技術を開発する。また、脳損傷回復における神経ネットワークの再構成を促進する技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・幹細胞の自動分注装置の細胞選別時間を短縮するための改善方法について検討し、1ウェルあたり1-10個の幹細胞を短時間で分注し、正常に増殖させることを目指す。
- ・脳損傷後の機能回復過程で生じる脳活動の変化を解析するため、損傷後機能回復の神経基盤を、脳活動イメージングおよび組織化学的手法で明らかにする。
- ・近赤外脳機能計測のための小型化計測システムを試作し、試作システムによる測定結果と市販装置によるそれとの一致性を確認する。また、体動アーティファクト除去手法について検証する。

### 2-(2)-② 生体適合材料を用いた喪失機能の代替技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・長期に使える体内埋め込み型人工心臓を開発するため、生体適合性材料を用いて製造した高耐久性ポンプ機構をもつ回転型人工心臓について、その血液適合性を評価しながら性能を改善する。また、医療機関と連携して実験動物を用いた3ヶ月間の体内埋め込み実験で性能を検証する。

#### 《平成19年度計画》

- ・動圧遠心ポンプの予備動物実験を開始し、また動圧軸流ポンプについて拍動回路での1年以上の耐久試験を実施する。また遠心および軸流ポンプに共通に接続できる体内埋め込み型流量計の開発を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・体内埋め込み用生体材料の生体親和性の向上及び高機能化を図るため、生体組織との接着性に優れ、骨形成促進や抗感染等の効果を有する生体適合材料を開発して動物実験で検証する。

#### 《平成19年度計画》

- ・抗生物質徐放性人工骨については徐放担体である吸収性ポリマーを変えて、抗菌性評価と動物実験を行い、性能の向上を図る。亜鉛やマグネシウムを付加した人工骨の組織接着性（骨形成能）と生体内吸収性を評価する。FGF を付加した人工骨の骨形成能および経皮端子の組織接着性を評価する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・生体組織のように柔軟性や弾力性等を持つ新規機能材料として、組織・細胞の機能を代替できる高分子材料を用いた高分子アクチュエータ等の新規生体機能代替デバイスを開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・柔軟性、弾力性のある人工筋肉材料として、導電性高分子材料を用いた高分子アクチュエータを開発するため、ナノカーボン材料と導電性高分子材料との複合方



法を開発し、さらにアクチュエータ性能の向上を行う。具体的には、伸縮率で5 %以上、発生力で5 MPa 以上の数値を達成することを目標とする。

- ・柔軟性、弾力性のある人工筋肉材料として、導電性高分子材料を用いた高分子アクチュエータを開発するため、ナノカーボン材料と導電性高分子の複合体によるアクチュエータ素子の応答モデルを分子シミュレーションの手法により調べる。

### 3. 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

高齢になっても健康で自立的な生活を維持するためには、加齢にともない低下した機能を代替する技術、脳を含む身体機能の低下を訓練により回復する技術、さらには日常生活における事故や怪我などを防止する技術が必要である。そこで、脳機能計測技術に基づいて、失われた脳機能の回復技術や代替技術等の開発を行うとともに、身体機能計測技術を用いて身体機能低下を防ぐための訓練技術を開発する。そして、認知行動計測技術を用いて日常生活における認知や行動に起因する障害に遭遇する可能性を評価し、事故や怪我を回避するための生活支援技術を開発する。

#### 3-(1) 脳機能障害の評価及び補償技術の開発

高次脳機能に障害が起きると、失われた機能を再び取り戻すことは容易ではない。そこで、障害によって失われた脳機能や身体機能を訓練によって取り戻すための支援技術として、高次脳機能の低下を精度良く計測・解析する技術及びリハビリテーション技術等を開発する。また、電子機器技術を用いた身体機能補償技術として、脳と電子機器とを接続するための BMI (Brain・Machine・Interface) 技術を開発する。

#### 3-(1)-① 認知機能などの高次脳機能の計測・評価技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・脳機能診断の精度向上及び適切なリハビリテーションスケジュールの管理を実現するため、加齢、疾病や脳損傷などによる感覚機能や高次脳機能等の変化を高精度に計測・評価する技術を開発し、脳機能計測・評価結果と脳損傷部位との関係についてデータベースを構築する。

##### 《平成19年度計画》

- ・光トポグラフィや脳磁界計測などの非侵襲的脳機能計測手法を用い、発達障害や後天的な原因による認知障害者の言語、理解に関する行動学的・心理学的特性と脳内処理との関連性を明らかにするとともに、これら特性を明らかにするための計測・処理技術の開発を行う。
- ・味覚と嗅覚の同時刺激を可能とする装置を開発し、生体における味覚と嗅覚の統合機能の解明を推進する。
- ・骨導超音波知覚の神経生理メカニズムの解明のための頭蓋骨特性を考慮した頭部内伝搬過程の推定手法を開

発する。また、骨導超音波補聴器の欠点となっている不快感や使い勝手の悪さの改善を目指して、最適な音質の音声呈示方式を検討し、使いやすくデザイン性に優れた骨導振動子を開発する。さらに、開発技術の他分野への応用（耳鳴マスカ、聴覚健常者用の骨導インターフェース、歯科切削低音の低減技術）を検討する。

#### 3-(1)-② BMI 技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・喪失した身体機能を脳神経と身体機能代替機器を電気的に接続することで補償し再建するため、脳内埋込み電極の開発、長期に渡って安定かつ安全に神経細胞活動を信号として取り出す技術、この信号から意図を検出する技術及び脳を刺激して現実感のある感覚を生じさせる技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・これまで主として行ってきた、実験動物の脳内電極からの侵襲的記録実験に加え、ヒト被験者を対象とした筋電、脳波、光トポグラフィなどの非侵襲的記録実験を行い、統合的・融合的なブレインマシンインターフェースの開発に取り組む。動物実験においては、埋め込み多電極をベースとした長期安定・安全な電気生理学的インターフェースの開発を推進する。ヒト実験においては、非侵襲データによって外部機器を制御するシステムの試作機を完成させる。
- ・感覚運動変換の研究では、腕修正運動中のサル脳で単一神経細胞活動の記録を行い、視覚情報から腕運動情報への情報変換処理のメカニズムを解析する。また、刺激と報酬の連合学習中のサル側頭葉の神経活動を記録し、特にドーパミン受容体の働きに注目しながら、モチベーションに関わる辺縁系領域の情報処理様式を明らかにする。この他、改良型 MRI 脳画像データベースを完成させる。
- ・光の波長成分を分析して物体色を推定する神経回路や顔など複雑な図形を認識する神経回路を明らかにするために、刺激に対する行動を詳細に描記し、対応する神経活動を微小電極と fMRI によって記録し、顔など複雑な図形を抽象化していく経過および長期記憶として貯蔵される経緯を明らかにする。また、記憶の保持と想起、さらに変容していく経過を明らかにする。

#### 3-(2) 身体機能の計測・評価技術の開発

環境変化への身体機能の適応には、温度変化等に対して身体状態を維持する循環調整機能や、転倒・つまずき等に対処した姿勢・動作制御を行う動作調整機能が大きな役割を担っている。そこで、加齢に抗して身体適応能力を維持することを支援する技術の開発を目指して、環境変化への適応機能に関与する循環調節機能、動作調節機能を簡易に計測・評価する技術を開発する。さらに、この計測・評価技術を用いて、これらの機能を高めるための訓練手法の評価・分析を行うこ

とにより、個々人の状態に適合した効果の高い訓練支援システムを構築する。

### 3-(2)-① 運動刺激による身体機能の回復・改善技術

#### 【中期計画（参考）】

- ・身体機能回復効果の高い訓練支援システムを構築するため、運動刺激に対して生じる動作調節系機能、循環調整機能の変化を計測・評価する技術を開発して、これらの機能を維持するのに最適な低負荷運動の訓練効果を明らかにする。その上で、被訓練者の状態にあわせて訓練機器の発生負荷等を制御する技術を開発する。《平成19年度計画》
- ・動作調節系機能については、視覚刺激方法を改良して視覚的錯覚が運動制御やその学習に与える影響を明らかにする。循環調節系機能については、運動習慣や筋活動量の有無と循環調節系機能との関係を動脈硬度や血圧反射特性の観点から検討する。また、平成18年度に開発したアルゴリズムを改良して家庭用血圧計を用いた動脈硬度計測方法の精度の向上を図る。

### 3-(3) 認知行動特性の計測・評価及び生活支援技術の開発

生活空間における人間の認知行動は、環境と人間との相互作用に基づき行われている。したがって、注意が散漫になるなどの認知行動の状態に対応して注意喚起や環境の整備などの生活支援を行うためには、環境や認知状態及びその結果として現れる人間行動等を計測・評価する必要がある。そこで、支援の必要な行動を検知するため、行動データ等の蓄積に基づいて認知行動を適切に評価する技術を開発する。

### 3-(3)-① 認知行動の計測技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・日常生活に潜む事故や怪我などの危険性を予測して生活の安全を保つため、身体負荷が小さい脳機能計測装置等を用いて、注意の程度などの人間の認知特性を計測する技術を開発する。《平成19年度計画》
- ・生体負荷が小さい脳波計などの低拘束な無侵襲脳機能計測装置を用いて、作業効率の低下を短時間で効率的に評価可能な技術を開発するために、作業効率低下に鋭敏な課題の開発ならびに生理指標の特定を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・事故の発生を未然に防ぐなどのため、人間の行動情報や人間を取り巻く環境の情報から有用な情報を抽出するデータマイニング技術を確率モデルの体系化と最新の統計的学習理論を用いて開発する。《平成19年度計画》
- ・機械学習・機械適応の基本原則の解明を目指して、数多くのセンサやカメラからの情報を分散・統合処理することによって効率的な統計的学習を行う枠組みについての研究に着手する。また、幾何学的アルゴリズムや順序からの学習についても引き続き手法の改良や新

たな枠組みの構築に取り組む。

- ・画像情報を用いた物体認識のために、認識に適した特徴を自動的に選び出す特徴選択、および、物体の見え方や照明条件の変化に対して不変性を有する特徴量に関する技術開発を行う。また、それらの技術において、時系列画像の有する時間相関をどのように活用するかについて検討する。

### 3-(3)-② 人間生活支援のための認知行動の評価技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・日常生活行動に基づく健康のモニタリングを可能とするため、生活空間における人間行動と身体状態に関するセンサ情報を長期に渡って蓄積する技術の開発を行う。また、蓄積された行動情報から行動パターンをモデル化し、これによって個人の行動の変化や個人間の差異を検出する技術を確立する。

#### 《平成19年度計画》

- ・人体状態無意識測定評価システムの改良のために、被験者数を増やして日常生活の心拍変動、生活活動度、気分状態、尿と唾液中のストレスマーカーを同時連続計測し、心拍変動と生活活動度から気分状態を推定する数式モデルの推定精度を高める。さらに、尿と唾液中のストレスバイオマーカー濃度との関連性を明らかにする。睡眠に関しては、高齢被験者を対象に睡眠や体温調節反応に及ぼす温熱環境の影響に関しての実験的検討を行い、青年被験者のデータと比較して年齢差を検討するとともに、高齢者についての最適な睡眠環境を検討する。
- ・運転者がおかれている状況・意図を推定し、運転場面に応じた適切な警告を提示することにより、交通事故を未然に防ぐ運転支援システムを構築する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・速やかな作業スキルの獲得を支援するため、作業中において熟練者と未熟練者との差異が現れる場面や普段と異なる場面を検出して、熟練者の作業のノウハウを蓄積する技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・作業者が装着したウェアラブル・センサで計測した作業情報から、作業を記述するために必要な作業要素を自動抽出し、作業を作業要素の時系列情報として記述する手法を開発する。そして、その時系列情報の違いから普段と異なる作業が現れた場面を自動検知する手法を開発する。開発手法の能力を、昨年度開発した手法と比較して評価する。
- ・呈示情報と探索目標との適合度が、被験者の情報探索行動に及ぼす影響を視線計測データに基づいて明らかにする。

### 4. 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産

医用タンパク質や機能性食品素材などの健康産業の

基盤となる有用物質を生産するには、生物機能を活用した物質生産プロセスが適している。そこで、有用な機能をもつ微生物や遺伝子を探索し、遺伝子組換え技術により機能を改良してバイオプロセスに利用することで、品質の高いバイオ製品を効率よく生産する技術を開発する。また、遺伝子組換え植物を用いて効率よく物質生産を行う技術を開発する。

#### 4-(1) 新規な遺伝子資源の探索

これまで培養が困難であった微生物には、有用な機能をもつ遺伝子が豊富に存在していると期待される。これら環境中に存在する未利用の微生物や遺伝子から有用な機能を見出して生産プロセスに利用するため、これらの微生物の各種環境からの取得及び有用遺伝子の生物個体からの取得のための効率のよい探索技術を開発する。

##### 4-(1)-① 効率のよい探索手法をもちいた遺伝子資源の開発

###### 【中期計画（参考）】

- ・有用物質の生産プロセスに利用できる新しい遺伝子を効率よく獲得するため、現在培養が不可能な微生物の培養を可能にする技術や、環境中の微生物から分離培養過程を経ることなく直接有用な遺伝子を探索・取得する技術を開発する。

###### 《平成19年度計画》

- ・گرانガムを利用した分離培養手法、微生物間の共生培養系を利用した、特定微生物培養上清を添加する新規な手法を利用して、各種の新規微生物を分離培養すると共に、分離した微生物の特性解明を行う。また、微生物の共生培養に係わる未解明化学成分の解析を進める。全ゲノム解析を進めている3菌株については、有用遺伝子の探索を行い、その発現解析を試みる。また、温泉微生物バイオフィルムのメタゲノム解析結果を基に、機能解析を引き続き実施する。活性汚泥を用いたメタゲノム遺伝子ライブラリーの構築を行い、有用遺伝子の取得を試みる。
- ・各種芳香族水酸化酵素ライブラリーの構築を完成し、組換え大腸菌を用いた芳香族化合物の物質変換系を開発する。また抗ガン作用を有するブレオマイシン系抗生物質の耐性遺伝子を獲得し、その作用機序の解明に利用する。その他、各種有用遺伝子の探索を試みる。
- ・社会性アブラムシにおける自己犠牲的なゴール修復に関わるその他の主要タンパク質要素の同定を進めるとともに、その機能解析から体液凝固機構およびその進化的起源の解明をめざす。非社会性アブラムシにおける菌細胞特異的リゾチーム様遺伝子については、組み換えタンパク質を用いてその抗菌スペクトルを検討するとともに、さまざまな種によるその特異的発現の普遍性について調べる。
- ・マルカメムシの腸内共生細菌、ショウジョウバエの雄殺し共生細菌のみならず、さまざまな昆虫類において

高度な生物機能を担う多様な共生細菌のゲノム解析を推進する。

- ・好アルカリ性微生物の生体膜の物性、H<sup>+</sup>ポンプ能、酸素消費速度および膜電位との関係を明らかにする。高活性カタラーゼの基質導入部位の構造的原理の理解を深め、その利用を試みるとともに、新規高活性カタラーゼ生産微生物の産生するカタラーゼの生化学的解析および関連遺伝子利用に関する研究を行う。

#### 4-(2) 高効率バイオプロセス技術の開発

生物機能を利用したバイオプロセスの高度化を進めるため、プロセスの要素技術である標的遺伝子の改変技術と遺伝子の発現効率を高める技術及び生産物の分離・精製技術を開発する。また、バイオプロセスにより質の高い製品を生産するための品質管理技術を開発する。

##### 4-(2)-① バイオプロセス技術の高度化

###### 【中期計画（参考）】

- ・有用な機能を持った酵素などの生体高分子や核酸及び脂質を効率よく製造するため、個々の標的遺伝子に対して最適な遺伝子改変技術を適用し、機能性核酸や機能性脂質等をバイオプロセスにより効率よく生産する方法を確立する。

###### 《平成19年度計画》

- ・RNA 合成酵素（CCA 付加酵素、ポリ A 付加酵素など）の機能構造解析を行い、これらの酵素の特異性の違いの分子基盤を明らかにする。また、アミノアシルプロテイントランスフェラーゼと各種アミノ酸との複合体、反応中間体等のアナログとの複合体の解析を行い、特異性の分子基盤および反応機構を明らかにする。転写制御蛋白質 HutP と RNA 複合体の構造解析をさらに進め、生化学実験結果との整合性を検討する。ノンストップ RNA の翻訳制御機構の分子機構を解析する。
- ・既に確立した遺伝子改変酵母による高度不飽和脂肪酸の生産系において、脂肪酸変換酵素等の脂質生産に関わる遺伝子を発現させるシステムの効率の向上をめざし、これらの遺伝子を発現するベクターの選別、改変などを行う。SNF2遺伝子の破壊と相乗的に脂質生産効率を向上させる遺伝子などの同定、現行の脂肪酸変換酵素よりも効率の高い酵素の同定を行う。安価な天然油脂を原料とする基質脂肪酸の供給システムの至適化を行う。古細菌により生産される脂肪酸を含まないテトラエーテル型脂質の分子種の精製条件を確立する。
- ・医療用バイオ医薬品の標準的製造技術として確立している動物培養細胞を使ったタンパク質発現系を至適化するために、細胞質で高発現する RNA を使った遺伝子発現系を開発する。

###### 【中期計画（参考）】

- ・微生物による物質の生産効率を高めるため、宿主として使用する細菌のゲノム情報をもとに複数の遺伝子を



一度に組換える大規模な染色体再編技術を開発する。  
《平成19年度計画》

- ・実用化の観点で急がれる大腸菌での分泌能向上のためにタンパク質の分泌の関与する遺伝子群について集積化を行い、オペロンとしての発現を試みる。更に、集積過程において、各遺伝子のオペロン上の順番を各種変更した遺伝子の作製及びその発現を試みる。集積化した遺伝子を宿主細胞の染色体に組み込み新しいタイプの機能性宿主菌の作製を試みる。
- ・ *Thermus* 菌においてピューロマイシンをマーカーとして利用することを目的として、ピューロマイシン耐性遺伝子の好熱菌内での機能発現と耐熱化を手がける。

【中期計画（参考）】

- ・ バイオプロセスにおいて医用タンパク質等を精製・濃縮するために、目的とする分子に結合する高分子リガンドを設計し製造する技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・ プロテイン A をフレームとしたリガンドに関しての網羅的な1アミノ酸変異体遺伝子の作製を完了し、発現タンパク質ライブラリーを作製する。ライブラリーを構成するタンパク質数として600個を目指す。また、新たなアフィニティリガンドの開発を目指し、プロテイン A 以外のタンパク質フレームに関し、人工遺伝子の作製を継続的に行い、小規模なリガンドライブラリー作製とその抗体結合特性の解析を行う。プロテイン A 以外のタンパク質フレームを用いたリガンドとして10種以上の集積を目指す。
- ・ アミロイド等の異常凝集体を検出する技術開発の基礎として、凝集体の分子構造を安定同位体標識法により解析する。癌の転移機構の解析においては、樹立した骨髄高転移性乳癌細胞の *in vitro* 及び *in vivo* における詳細な性状解析を行なう。インフルエンザウイルス膜タンパク質と緑色蛍光タンパク質 GFP との融合タンパク質を発現する培養細胞を、薬剤選択培地にて長期培養し、定常的発現株を樹立する。
- ・ インフルエンザウイルスに対する表面抗原蛋白質に対する RNA アプタマーのウイルス増殖阻害効果の詳細な検討をおこなうとともに、表面抗原に対するアプタマーの特異性の解析を *in vivo* のシステムを用いて検討を進める。また、機能未知の非コード RNA の一種である Volt RNA と化学治療薬剤の相互作用を、RNA 干渉で Volt RNA をノックアウトした細胞とノックアウトしない細胞を用いて検証を行う。
- ・ 高度な結合特異性を有する抗体の有用性を広範な分子に適用可能とするため、試験管内で目的分子により免疫細胞を活性化し特異的抗体産生を誘導する系において、免疫系刺激因子やシグナル分子等の至適化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・ 目的のタンパク質や脂質等を微生物により選択的に生産するため、酵母を用いた分泌タンパク質や膜タンパ

ク質発現技術及びロドコッカス属細菌を用いた物質生産技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・ ロドコッカス属細菌を宿主とした難水溶性ファインケミカル生産に必須な酵素の発現系構築と構造解析を行い、酵素と基質との相互作用についての三次元立体構造情報を取得する。更に遺伝子への変異導入と生細胞を用いたファインケミカル生産反応を指標とした高機能型酵素の構築に向けた基盤情報を獲得する。
- ・ 出芽酵母のゲノム情報から見いだした効率的シグナル配列のうち、特に高効率なシグナル配列数種類をライブラリー化し、いろいろなヒト分泌タンパク質について、分泌量を増加させる効果を検討し、汎用性の高い効率的シグナル配列を見いだす。新規高感度ハイスループレポーターアッセイ法について、発光色が異なる分泌型ルシフェラーゼ変異体、安定性が異なる変異体などの有用な変異体を分子進化工学的方法によって作製し、高感度ハイスループレポーターアッセイ法への応用を検討する。

4-(2)-② バイオ製品の品質管理技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・ タンパク質医薬等のバイオ製品の性能評価及び品質管理等に係る技術体系を構築するため、生体分子の特性評価方法の開発、配列-構造-機能相関の理解に基づく品質管理方法の開発及び生体分子の安定化機構の理解に基づく生体分子の品質管理技術の開発を行う。

《平成19年度計画》

- ・ 平成18年度に引き続き、タンパク質セグメントの配列-構造相関データベースの開発を進め、インターネットを介した正式運用を開始する。また、抗体医薬の品質管理工程の迅速鋭敏化に焦点をあて、種々の溶媒条件における免疫グロブリン G 等の構造安定性と凝集性を解析する。
- ・ 分子プローブの生きた培養細胞への導入法および培養細胞に対する毒性の検討を行う。さらに細胞内へ導入された分子プローブの局在性について検討を行う。また、種々の構造を有する分子プローブを合成し、分子プローブの構造と局在性の相関、光反応性等を、培養細胞を用いて評価する。
- ・ 古細菌膜脂質をモデルとする新たな環状脂質、および長さが規制された親水性ポリマーと脂質との共役体、すなわちリポポリマーの合成ルートを確立する。続いて環状脂質を構成分子とした、膜タンパク質の再構成膜の構築法の確立を行う。あわせて脂質膜を安定に保持しうる、リポポリマーで表面が修飾された基板の開発を行う。
- ・ バイオマーカーのより簡便で高感度なセンサー実現の為、電気化学法と SPR 法の性能比較を行い最適方式を選択する。更に超高感度が期待できる電気化学発光法による免疫測定法の原理を開発する。センサー性能向上

の為の表面構築の要素技術として、糖鎖アルカンチオールと非特異吸着抑制分子とで境界のクリアな相分離混合膜を構築し、分子認識能、相互作用特性の評価を行う。ナノオーダーレベルの構造制御へ向けて膜構築検討を行う。

- ・ ECR スパッタ法で作製したナノ構造カーボン膜上での10 mer レベルのオリグヌクレオチドの1塩基変異の応答の差を計測し、識別の可否を検討する。またその検出限界を把握する。また、ITO 膜をコートした探針による細胞計測を行う。具体的には、PC12細胞を用いて放出されるドーパミンの高選択的なリアルタイム測定を達成する。また、AFM を利用したナノウイルスセンサーでは、フロー溶液セル部分を新たに設計し、独立の装置として発展させる。

#### 【中期計画（参考）】

- ・ 微量のタンパク質や微生物等の特性を高感度に評価できるようにするために、電気化学顕微鏡技術を活用して生体分子をフェムトグラムレベルで測定できるシステムを開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・ タンパク質等の生体分子の機能・特性評価のために効率的な固定法について検討するとともに位置選択的な固定を行うための真空紫外光エッチング特性を調べる。
- ・ 薬物代謝予測や物質生産に有用であるシトクロム P450 酵素を対象に、酵素の電極界面上への固定化方法と電気化学応答について検討する。
- ・ 平成18年度に決定した RNA 標識試薬の基本骨格に基づいて、新たにビオチン化した標識試薬を合成する。この試薬と、ビオチン・アビジン複合体検出系を利用し、RNA の高感度検出の実用化を目指す。また、損傷を受けた DNA への同新型試薬の反応性を調べ、RNA と同様に DNA 損傷が検出・定量できるかどうかを検証する。

#### 4-(3) 遺伝子組み換え植物を利用した物質生産プロセスの開発

遺伝子組換え植物を物質生産に利用するため、植物における物質代謝を制御する遺伝子の機能を解明して、これらの遺伝子を改変した組換え植物を物質生産に利用する技術を開発する。また、植物型糖鎖の合成を抑制した遺伝子組み換え植物を作成することにより、ヒト型糖鎖などをもつタンパク質を遺伝子組み換え植物で生産する技術を開発する。

#### 4-(3)-① 有用植物遺伝子の開発と機能解明

##### 【中期計画（参考）】

- ・ 物質生産を効率的に行える改変植物を作成するために、モデル植物であるシロイヌナズナの転写因子の過剰発現変異体を網羅的に作成し、遺伝子発現を制御している転写因子の機能を解析する。

#### 《平成19年度計画》

- ・ 転写因子遺伝子の過剰発現植物の作成と解析を継続し、

バイオマス生産制御や代謝系制御など有用機能が期待される転写因子遺伝子について機能の検証を行う。有用機能を見いだした転写因子について、形質転換植物体の各種生育条件における形質の詳細な検証を進める。

#### 【中期計画（参考）】

- ・ モデル植物であるシロイヌナズナの約200個の転写因子遺伝子に対するキメラリプレッサーを導入した植物体を作成して、その機能の解析に基づいて物質生産を効率的に行える改変植物を作成する。

#### 《平成19年度計画》

- ・ キメラリプレッサーによる遺伝子サイレンシング技術を用いて、遺伝子破壊株や変異体では見いだせない新たな有用形質を付与する遺伝子の探索研究を、モデル植物を用いて行う。これらの成果をタバコを中心に実用化植物での検証実験を行い、物質生産のプラットフォームと成り得る機能性植物を作出する。同時に、物質代謝に関わる転写因子群の同定を目指し、産業上有益な植物を提案すると同時にその基盤モデルを構築する。

#### 4-(3)-② 遺伝子改変植物の作成と利用

##### 【中期計画（参考）】

- ・ 独自に開発した遺伝子導入手法を用いて作成した遺伝子組換え植物を利用して、多品種のタンパク質を生産する技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・ 閉鎖型遺伝子組換え植物工場施設を用いて、イヌインターフェロン等の有用物質を発現する遺伝子組換えイチゴの栽培を開始し、栽培環境の詳細なモニタリングと同時に生産性・ランニングコストの検証を行う。また、引き続き植物型糖鎖修飾に関与する遺伝子群をタバコ・シロイヌナズナ等から単離・構造決定し、RNAi もしくは virus induced gene silencing の手法を用い、高効率な糖鎖修飾抑制技術の開発を行う。

#### 4-(4) 天然物由来の機能性食品素材の開発

健康食品に利用するため、多様な天然物を探索して高血圧や糖尿病に対する予防効果や健康維持機能をもつ食品素材及び冷凍による食品等の品質低下を防ぐ効果をもつ食品素材を開発する。

#### 4-(4)-① 機能性食品素材の開発と機能解明

##### 【中期計画（参考）】

- ・ 亜熱帯植物の抽出物や海洋生物の抽出物の中から生活習慣病予防に効果のある新規機能性物質を探索して、その機能を解明する。

#### 《平成19年度計画》

- ・ フェルラ酸誘導体や関連化合物による炎症性サイトカイン産生抑制について、その強化法と動物試験における効果を調べる。また、ナツメグに引き続き芳香性食用植物にアディポネクチン産生増強物質を探索するとともに、ナツメグの活性成分抽出物についてマウス動物試験を行い、血糖降下作用を調べる。
- ・ イソプリメバロース合成酵素の大量発現と当該オリゴ

糖の簡便な大量生産系を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・皮膚の老化防止や高血圧の予防効果などが期待される、ペプチド、ポリフェノール、スフィンゴ脂質等の機能解明と製造技術の開発を進め、機能性食品としての実用化研究を行う。

《平成19年度計画》

- ・新たな植物抽出物の化粧品原料としての実用化を目指して、皮膚3次元モデルによる美白試験などを行うほか、皮膚におけるメラノサイト刺激ホルモンの作用を阻害する魚介類ペプチド成分の研究を行う。
- ・スフィンゴファンジン類の中で化学合成が報告されていない“C”、及び4級炭素を有する点に特徴がある“E, F”の合成を検討する。さらにデオキシ体等のアナログ合成を行い、生物活性評価に着手する。

【中期計画（参考）】

- ・天然物から不凍タンパク質を探索して、その構造の機能の解明に基づいて品質の良い冷凍食品の生産に利用する。

《平成19年度計画》

- ・魚肉すり身からの生産が可能になったⅠ型～Ⅲ型の各不凍タンパク質（AFP）について、より詳細な3次元分子構造解析を行う。また、その結果に基づいてAFPの氷結晶結合機構と細胞膜相互作用機構を明らかにする。さらに、基板表面に特定のAFPを無数に固定化した従来にない凍結促進材料の合成、およびAFPの細胞保護機能を活用した新しい細胞保存技術の開発をおこなう。

5. 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

新しい医療機器の実用化には薬事法上の審査を経る必要がある。このため審査を円滑化する技術評価ガイドラインの策定が求められている。そこで、新しい医療機器の研究開発を通じてガイドラインの策定を支援する。また、福祉に関連した製品の規格体系の整備に資する研究開発を実施する。さらに、技術融合による先端的なバイオテクノロジー関連計測技術を開発するとともにその標準化を進める。

5-(1) 医療機器開発の促進と高齢社会に対応した知的基盤の整備

安全・安心な生活及び安全な治療を実現するためのガイドライン作りや規格の作成に資する研究を実施する。そのため、医療機器及び組織再生の評価に関する基盤研究を実施し、医療機器や再生医療の技術ガイドライン策定に貢献する。また、高齢者・障害者に配慮した設計指針の規格制定について、感覚・動作運動・認知分野を中心とした研究開発を実施し関連規格の体系的な整備に貢献する。

5-(1)-① 医療機器の評価基盤整備

【中期計画（参考）】

- ・医療機器の安全性や有効性の評価技術等に関する基盤研究を実施し、医療機器の標準化及び医療機器技術ガイドラインの策定に貢献する。

《平成19年度計画》

- ・関節治療機器の代表である人工関節の耐久性の評価方法に関して、摩耗特性、疲労試験等の標準化の基礎となるデータを取得する。さらに、低潤滑・高機能人工関節を開発する際の実用ガイドラインに関して、人工膝関節を中心に、製品を構成する材料での評価項目、前臨床試験において有用となる工学的な性能評価試験項目等を抽出する。
- ・人工心臓の在宅治療に関して、技術および臨床の観点からガイドラインを新たに検討する。
- ・手術ナビゲーションシステムに必要な技術ガイドラインの策定を進めると共に、対象機器の拡大を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・骨等の組織再生における評価技術に関する基盤研究を実施し、再生医療関係の技術評価に関するガイドラインの策定に貢献する。

《平成19年度計画》

- ・再生医療の評価に使用できることを目標とし、骨基質定量装置のさらなる改良とコンパクト化を目指す。ASTM (American Society for Testing Materials) International等の国際標準化会議へ標準化のドラフト提案をおこなう。

5-(1)-② 高齢社会に対応した国際・国内規格化の推進

【中期計画（参考）】

- ・高齢者・障害者配慮の設計技術指針に関連した国際規格制定のために国際的な委員会活動において主導的な役割を果たす。さらに、人間の加齢特性の計測・解析に基づき、感覚、動作運動及び認知の各分野を中心に5件以上の国際的な規格案の提案を行い、この制定に向けた活動を行う。また、我が国の工業標準活動に貢献する観点から、関連する国内規格制定のための活動を行う。

《平成19年度計画》

- ・ロービジョンのための適正文字サイズを決定するため、日本語文字、アルファベット等を用いた判読実験のための計測装置の開発とデータ収集を行う。
- ・基準聴覚特性のデータベースを作成するため、年齢の異なる多数の被験者について年齢別に聴覚の閾値を計測する。
- ・要因の複合的な影響をモデル化し、視覚運動要因と視聴覚環境条件から、映像中のリスク区間とリスク度を推定するシステムの開発を目指して、生体影響要因のライブラリ化を図るため、さらに生体影響計測を100名規模で実施する。

5-(2) バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した計測・解析機器の開発

研究開発を加速し新産業の創出を促すため、バイオ



テクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーの融合により新たな分析・解析技術を開発する。また、これらの技術を用いて分子・細胞の情報を迅速かつ網羅的に計測・解析し、バイオ産業の基盤整備に貢献する。

#### 5-(2)-① バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した先端的計測・解析システムの開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・臨床現場や野外で生体分子を精度良く迅速に計測・解析するために、バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーを融合してタンパク質を短時間で簡便に分離分析できるチップと有害タンパク質等を検出できるセンシング法を確立する。

##### 《平成19年度計画》

- ・タンパク質を分離分析するチップの開発では、引き続き民間企業と共同研究を行い、全自動二次元電気泳動システムを製品化する。また、全自動二次元電気泳動システムとウェスタンブロッティング装置を組み合わせたパーソナルプロテインチップの作製を行う。
- ・テロ現場で使用するための携帯型リシン検知装置の試作を行い、標準蛋白質を用いた作動試験を行なう。

##### 【中期計画（参考）】

- ・機能性高分子材料を利用した選択的な細胞接着・脱着制御技術を確立し、それを組み込んだセルマニピュレーションチップを開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・個々の細胞あるいは細胞群により薬剤等の薬理活性評価などを行うことができる、テーラーメイド細胞アレイチップを開発し、創薬支援技術としてのその有用性を実証する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・レーザーによる生体高分子イオン化並びに光解離を利用した高分解能質量分析と微量試料採取を融合した生体分子の網羅的計測・解析システムを開発し、細胞モデルを構築する。

##### 《平成19年度計画》

- ・（平成18年度までに終了）

##### 【中期計画（参考）】

- ・生体分子を観察する新しい技術として、極低温電子顕微鏡による生体分子の動的機能構造の解析システムを開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・膜タンパク質の電子線回折による構造解析を進め、機能メカニズムを明らかにすると共に、単粒子解析の高分解能化と構造解析への適用を進める。

##### 【中期計画（参考）】

- ・膜タンパク質等について、NMR により不均一超分子複合体の分子間相互作用の解析データを取得するとともに、X 線立体構造解析データを取得する。これらの動的情報と立体構造情報をコンピュータ上で統合して膜タンパク質のダイナミズムを扱える計算システムを

構築する。

##### 《平成19年度計画》

- ・膜タンパク質の結晶化条件探索の実用的プロトコル化を進める。ストマチン複合体の構造・相互作用解析を行い、情報伝達機構を解明する。ヒストンシヤペロン群とその複合体、ガン細胞を選択的に破壊するタンパク質の X 線構造解析を行い、創薬ターゲットの探索を進める。
- ・新たに開発したファージディスプレイシステムを疾患関連タンパク質受容体系に適用し、受容体結合時の立体構造情報を取得し、活用して高機能化を検討する。更に、受容体との相互作用部位を特定するための NMR 解析手法を確立し、分子認識に直接関与する部位の特定を行う。これまでに確立した NMR 解析手法を利用し、生物学的に重要なタンパク質複合体の分子認識情報を取得し活性発現メカニズムを探索。
- ・今までに開発したソフトウェア及びデータベースを統合したシミュレーションシステム（myPresto）の公開・配布を継続し、成果が製薬研究で具体的に利用できるよう、製薬メーカーとの協力関係を強め、新規な創薬標的の探索、タンパク質－タンパク質複合体モデリングと、その複合体形成の阻害・調整を行う試薬の開発手法の確立を目指す。

#### 5-(3) 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

バイオテクノロジーの共通基盤である生体分子の計測技術を SI 単位系に基づいて整理し、計測法の標準化に貢献する。またタンパク質等の生体分子の標準品の作成技術を開発する。

#### 5-(3)-① 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

##### 【中期計画（参考）】

- ・バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製する。また、臨床検査などで検査対象となっているタンパク質について高純度の標準品を作製する。

##### 《平成19年度計画》

- ・臨床検査対象または疾患マーカーとなっているタンパク質を標準タンパク質として作製するため、ヒト cDNA ライブラリからのクローニングし、大量発現系を構築する。これを種々のタンパク質について行い、標準タンパク質のバラエティを広げる。

##### 【中期計画（参考）】

- ・バイオテクノロジー関連の SI トレーサブルな測定技術を整理して標準化のための課題を明らかにする。また、新規 DNA 計測手法について国際標準制定に貢献する。

##### 《平成19年度計画》

- ・室温大気下で長期に保存できる抗酸化型安定タンパク質を分子設計し、その合成に着手する。
- ・作成した標準 DNA を元に、定量のための標準 RNA

の作成を行うと共に、その保存性や純度検定を行うための検討を行う。また、RNA 定量のための計測技術の検討を行い、その計測精度を明らかにする。また、引き続き DNA 計測手法の国際標準制定について貢献する。

#### 5-(4) 環境中微生物等の高精度・高感度モニタリング技術の開発

遺伝子組換え生物（GMO）の利用促進のため、特定の遺伝子や微生物の高精度・高感度モニタリング技術を開発する。これらの技術を環境微生物等の解析に活用して生活環境中の有害物質の評価や管理に役立てる。

#### 5-(4)-① バイオ環境評価技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・組換え微生物等の特定微生物や環境微生物の固有の遺伝子配列を利用して、これらを高感度かつ高精度に定量して解析する技術を開発する。また、この技術により環境微生物の動態を解析して、組換え微生物等の環境における安全性評価の技術基盤を整備する。

##### 《平成19年度計画》

- ・複数の蛍光蛋白質マーカーを導入したモデル組換え微生物を活用し、組換え微生物等の環境における安全性を評価するための技術基盤を整備する。リボソーム RNA を標的とした微生物活性に基づいた新規な特定微生物の検出手法を現場のメタン発酵リアクターの解析などに適用し、その処理特性と微生物相の関連性を明らかにする。また、簡便かつ高感度な特定遺伝子定量手法である、エンドポイント定量法の適用範囲の拡大を測り、その実用化を目指す。
- ・環境調和型高分子素材の高機能化を図るため、高純度原料の高効率生産技術と新規高分子の重合技術を開発する。また、放線菌や加水分解酵素を利用して、プラスチックおよびゴム製品などの生分解性評価および処理・利用に関する新規技術を開発する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・DNA チップ及びプロテインチップ等を利用することにより、バイオテクノロジーを利用した環境の安全性評価システムを開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・環境試料や天然物など混合物に含まれシグナル分子活性を有する化学物質の評価を行うため、新規の漢方生薬や植物抽出物などを機能別相関解析法を統合した DNA チップ法により解析し、データベース化を行う。

#### 5-(4)-② 生活環境管理技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・水や大気等の媒質中に存在する微量でも健康リスク要因となる物質や微生物などを除去・無害化する技術の開発及び生物学的手法と吸着法を併用した浄化システムを開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・生活環境中の健康リスク因子の除去・無害化技術に関して、以下の研究を実施する。

- 1) 無害な元素組成からなる粒径の制御された、実用的なオキソ陰イオン選択性吸着剤の大量製造を行う。それを担持した繊維成形体を開発する。有害有機物捕捉・無害化モデルとして、炭素薄層とチタニアナノ粒子からなる新規光触媒複合体を開発する。
- 2) 水系で抗菌性の発現期間を制御するため、抗菌成分を担持する担体の種類およびその疎水化の効果を明らかにする。微生物特異性と無害化機能を併せもつ新規ナノ複合体モデルの合成とその機能解析を行う。
- 3) 海水中の窒素、リン等の効率的な生物学的除去のために、海藻による海中窒素、リンの取り込み挙動を海水の接触速度、栄養塩濃度との依存性から研究する。海藻からの有用成分の分離効率を上げる手法を検討する。

## II. 知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスを創出する研究開発

知的生活を安全かつ安心して送るための高度情報サービスを創出するには、意味内容に基づく情報処理により知的活動を向上させる情報サービスを提供する技術、情報機器を活用して生活の質を高める生活創造型サービスを提供する技術及び情報化社会における安全かつ安心な生活を支える信頼性の高い情報基盤技術が必要である。これらの技術により、ネットワーク上の大量のデジタル情報などの意味をコンピュータが取り扱えるようにし、利用者ニーズに適合した情報サービスを提供して人間の知的生産性を向上させるとともに、ロボット及び情報家電の統合的利用により、人間が社会生活を送る上で必要な情報サービスを提供して生活の質を向上させる。さらに、情報のセキュリティやソフトウェアの信頼性を向上させ、提供される情報サービスを安全かつ安心して利用できる情報基盤を構築する。また、新たな情報技術の創出に向けた先端的情報通信エレクトロニクス技術の開発を行い、革新的情報サービス産業の創出に貢献する。

### 1. 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

情報化社会において人間の知的活動を飛躍的に高度化するためには、すでにネットワーク上などに存在する大量のデジタル情報を効率的に利用することに加えて、デジタル情報化されていない人間社会のデータをデジタル情報として蓄積し、新たな情報資源として活用することが必要である。このために、利用者毎に異なる多様な情報ニーズに対して、蓄積された情報及び情報ニーズの意味内容をコンピュータが理解し、的確な情報提供ができるよう知的活動支援技術を開発する。また、地球規模で蓄積されているソフトウェアを含む膨大なコンピュータ資源を容易に利用できるようグローバルな意味情報サービスを提供する技術を開発する。

さらに、人間生活に関わる情報のデジタル化を行い、人間の行動や社会活動の支援など、多様なニーズに応える情報サービスを提供する技術を開発する。

#### 1-(1) 意味内容に基づく情報処理を用いた知的活動支援技術の開発

人間に分かりやすく有用なサービスを即座に提供するためには、大量のデジタル情報の意味を理解して体系的に扱う技術と、それをユビキタスに提供する技術の開発が必要である。このために、身の回りに存在する物やシステム等の役割や機能等を体系的に構造化して記述することにより、意味を含めたデジタル情報として取り扱う技術を開発するとともに、人間の位置や行動パターンに適応した情報を提供するユビキタス情報サービス技術を開発する。

#### 1-(1)-① 知的生産性を高めるユビキタス情報支援技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・デジタル情報をその意味内容に基づいて構造化して利用するプラットフォームを構築する。その上で、ニーズに合致した総合的な情報として提供し、知識の検索、人間の位置や嗜好に応じたサービスなど、人間の思考や行動を支援する技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・昨年度までに整備した、無線センサーネットワークのデバイス・ソフトウェアのプラットフォームを用いて、実社会の公共空間における屋内自律型ナビゲーションと状況依存型コンテンツ再生システムを、携帯端末上で動作する単一ソフトウェアとして構築する。実空間においてシステムの実証実験を行い、その有効性を検証する。
- ・昨年度に提案した実世界におけるセンシングデータとユーザ個々の行動モデルを統合した新しい人流シミュレーションのコンセプトを用いて、実空間をターゲットとした人流シミュレーションを実行し、有効性の検証を行う。
- ・生活世界の意味および人間関係等の文脈に基づく情報支援技術の研究を進展させ、その事業化を図る。また、意味に基づく映像コンテンツの制作と高度利用のための技術を体系化し、その有効性を実証する。
- ・宅内のユーザ行動の推定においては、付加的な機器の装着を必要としない非拘束の条件の下で、複数ユーザの位置や行動に対する推定精度を向上させる。宅外の行動についても、携帯電話や GPS や生体センサから得られる情報と、スケジュールデータなどの情報を組み合わせ推定を行えるようにする。生活全般をカバーする行動の意味的モデルとルール定義に着手する。
- ・動的な知識を社会的に共創する枠組として仮想生物を構築・共有するソフトウェアの公開を進め、遠隔地のユーザが共同でモデルを作れる環境の構築を目指す。ポッドキャストの検索システムの安定運用を行い、検

索対象の拡大を目指す。ユビキタス環境における情報発信/情報共有/情報検索を可能にするユニバーサルなインタフェースを実現にむけて、新たな入力装置や対話技法の探求を行う。また安全性と利便性の両立を実現し、かつユビキタス環境での利用に適した認証手法の開発と実証を行う。

- ・利用者の安全安心を確保する微弱電磁波を用いたセンサネットワークの研究を行う。位置に基づく通信環境実現のための光・電波ハイブリッド通信端末の研究を行う。より優れたユーザインタフェースの実現とサービスの提供を目指し、企業と連携して共同研究および実社会での実証実験を推進する。
- ・論理学の理論を応用して、問題解決手段への適用を図る一方、いくつかの具体的問題へ理論を適用した問題解決支援プログラムを開発する。問題解決手法の戦略の研究では、囲碁対局プログラムの改良を継続し、現在の世界でのランクの向上を目指す。
- ・知識循環型サービス主導アーキテクチャ（AIST SOA）のプロトタイプとして、サービスの相互連携を、意味に基づいて一般の利用者が簡単に行なえる方法、およびそれを支える計算メカニズムを本格的に実装し、これらをグリッドコンピューティングの基盤と連携させて全体の有用性を検証する。
- ・ユビキタス情報支援に必要な技術として、PLC、無線通信、セキュリティ、データ圧縮、画像認識技術等を開発し、企業と連携しつつ、実証を行う。

#### 1-(2) グローバルな意味情報サービスを実現する技術の開発

意味内容に基づく情報処理プラットフォームをネットワーク上に分散したコンピュータで利用することにより、世界規模の大量のデータを意味構造に基づいて統合的に運用する技術等を開発する。また、意味情報サービスを提供する応用ソフトウェアの開発、運用を世界中の開発者が連携して安定的に行うための基盤技術を開発する。

#### 1-(2)-① 世界中に意味情報サービスを安定して提供するグローバル情報技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・意味情報サービスをグローバルに展開し、普及するためのソフトウェアのオープン化技術を開発するとともに、その自律的發展を実現するための各国で共通利用可能な各種ツール及びソフトウェアの開発、検査、改良、運用を世界中の開発者と連携して安定的に行うためのソフトウェア開発運用支援技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・多言語化情報技術の研究では、GNU/Linux 上の C 言語で実装した多言語ライブラリ m17n-lib/C を C#環境に移植するとともに C#環境に適合させた m17n-lib/C#の開発を開始する。また多言語ライブラリデータベースの XML 化環境の開発を開始する。m17n-



lib/C の表示機能を GNOME の標準機能とするために GTK+/pango に適合させたパッケージを開発する。

- ・ソフトウェア開発運用支援技術の研究では、平成18年度に開発したシステム運用情報活用システムの適用対象の拡大を図る。RPM パッケージ管理システムを利用しない Linux も管理対象とするようにする。また、ユーザインタフェースを改良しユーザビリティの向上を図る。
- ・平成18年度までの試行評価環境のためのサイト <http://www.codeblog.org/>での活動から生まれた、自由ソフトウェアを整備し、ひろく一般に利用される形を目指す。USB 関連のソフトウェア/ハードウェア、オフライン分散作業を円滑に進めるツール、ソースコード可視化ツール、等に取り組む。自由ソフトウェア活動の実践を継続し、そのプラクティスの確立を目指す。
- ・インターネット OS ブートを世界的なユーザに使いやすくするために、インターネット上での仮想ディスク配信技術確立する。より柔軟な仮想化技術を取り入れ、ユーザが使いやすい環境を構築する。組み込み機器にも広く活用されるように CPU 負荷を少なくし、LowPower な機器でも活用できるようにする。国際的な活用を目指し、海外の研究機関との共同研究を通して、普及を進めていく。
- ・有害プログラム検知ツールについては、未知ウィルス検知、ボットネット対策、プログラム検索などの方向で実用化を進める。ソースコード解析ツールについては、重複コード検知ツールのパターン情報への対応を進め、莫大なデジタル情報から関連するデータを抽出するためのツールの開発を行うとともに、ソースコード差分解析ツールと組み合わせ、脆弱コード解析やソフトウェア開発支援などへの応用を図る。

#### 1-(2)-② 広域分散・並列処理によるグリッド技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・地球規模で分散して存在する大量の情報や計算資源を有効に利用した高度情報サービスの基盤システムを構築するために、コンピューティング技術と通信ネットワーク技術を融合して、情報資源が分散していることを利用者が意識することなく利用するためのソフトウェアコンポーネント、また利用者間で協調して情報処理を行うためのソフトウェアコンポーネント等を開発する。さらに、科学や工学分野あるいは社会における具体的な利用技術をこれらの基盤システム上で開発し、開発した技術の国際標準化を目指す。

##### 《平成19年度計画》

- ・グリッドの持つ様々な多様性（セキュリティポリシ、ジョブ起動機構、情報サービスなど）に柔軟に対応する Ninf-G Version 5.0.0の開発を完了し、公開する。また、スーパーコンピュータやクラスター型並列計算機

などの様々な高性能計算機群により構成される国際的な大規模グリッド上で実証実験を行い、Ninf-G Version 5の有効性を検証する。また、Open Grid ForumにおいてGridRPC APIを最終標準とする。

- ・GridASP フレームワークの実用化をさらに加速し企業における導入を促すため、セキュリティ強化の開発を行う。Grid ASPの実証実験を終了し、実ビジネスの立ち上げフェーズへ移行するとともに、グリッド技術及びGridASPの社会浸透を加速する普及活動を実施する。
- ・フラグメント分子軌道法（FMO法）による大規模分子の電子状態計算および量子・古典連成シミュレーションを主たるアプリケーションとして、米国TeraGrid、アジア太平洋地域におけるグリッドテストベッドであるPRAGMA、米国Open Science Gridなどと協力して構築する大規模非均質グリッド環境上での実証実験を行い、我々が開発しているグリッドミドルウェアおよびアプリケーションの実装技術の有効性を検証するとともに、応用的な成果を達成する。
- ・国際標準の枠組みに準拠したシステム層及びWebサービス層におけるミドルウェア構築として、またこれらに基づく情報サービス提供技術の研究開発として、欧米の先行ソフトに依存しないミドルウェア再構成と高性能化、グリッドにおけるより安全なセキュリティモデルの構築、セマンティックWeb統合技術とこれを用いた情報サービス提供技術の特徴とした研究開発課題を実施する。

#### 1-(3) 人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発

人間社会のデータをデジタル情報として蓄積し、新たな情報資源として活用するためには、人間そのものをデジタル情報化する技術と、人間が生活する上で遭遇する様々な情報をデジタル情報化する技術が必要である。そのために、人間の身体機能や行動を計測してデジタル情報化を行い、ソフトウェアから利用可能な人間のコンピュータモデルを構築するとともに、それを活用した応用システムを開発する。また、人間を取り巻く大量の情報を観測、蓄積及び認識して情報資源化し、それに基づいて分析及び予測を行うことにより、過去から未来へ繋がる人間の行動や社会の活動を支援する情報技術を開発する。

#### 1-(3)-① 人間中心システムのためのデジタルヒューマン技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・人間機能を計測してモデル化し、人間特性データベースとして蓄積するとともに、それをもとにコンピュータ上で人間機能を模擬するソフトウェアを開発する。このために、人間の形状、運動、生理、感覚及び感性特性を自然な活動を妨げずに計測する技術を開発し、それを用いて年齢等の異なる1,000例以上の被験者の

人体形状を mm 級の精度で計測し、個人差などを表現できる計算モデルを開発する。さらに、これらの技術を機器の人間適合設計、製品の事前評価、映像化及び電子商取引などに応用する。

《平成19年度計画》

- ・健康サービスとファッションサービスを出口として、実社会において持続的・継続的に人体形状データを蓄積するためのデータベース技術とサービス技術（体形変化の可視化、ファッション製品の感性検索）を開発し、試験運用を行う。また、これらの人体データベースを国際的標準技術とするための標準化活動を行う。
- ・人間機能モデルに基づく人間中心設計の具体例として、企業との共同研究による製品開発を行う。メガネフレーム、スポーツシューズ、パッケージ、自動車、ハンディ端末などの開発を通じ、デジタルヒューマン技術の産業界への普及を図る。
- ・全身デジタルマネキン技術「Dhaiba」の開発を進める。人間特性データを XML スキーマで記述して「Dhaiba」に読み込ませることで、容易に可視化できるソフトウェアを開発する。また、モーションキャプチャデータベースに基づく汎用運動生成技術、設計寸法と動作戦略をマッピングする I/F 技術を開発し「Dhaiba」に統合する。自動車、住宅メーカなどからなるコンソーシアムを構成し「Dhaiba」を試用提供して実用性を検証する。
- ・全身デジタルマネキン技術「Dhaiba」のうち、詳細な手の機能モデルである「DhaibaHand」を開発する。評価グリッド法で得た心理評価構造モデルに、姿勢や力に基づく物理評価量を統合し、製品の操作性を総合的に仮想評価する技術を開発する。具体的事例研究を通じて研究を進める。また、指先の形状構造の個人差と摩擦機能の関係解明を進め、摩擦機能が不足するような人に対しても開けやすいパッケージ設計を実現するための個人差対応型の指先摩擦モデルを開発する。

【中期計画（参考）】

- ・壁や天井などに取り付けた非接触型センサによって人間と機器の動きを数 cm の精度で計測するとともに、人間密着型のセンサによって、血圧や体温等の生理量を計測することで、生理量と心理・行動の関係をモデル化し、起こりうる行動を発生確率付きで予測できる技術を開発する。これにより、高齢者や乳幼児の行動を見守るなどの人間行動に対応したサービスを実現する技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・壁や天井などに取り付けた非接触型センサの高精度化（1 mm 以下の位置精度）を実現し、行動データを活用した新しいサービスシステムを試作する。具体的事例として手術室内での医療従事者の行動モニタリングシステムについて研究する。
- ・乳幼児の行動を見守り事故を予防する研究として、非

接触型センサを備えた実験室で、乳幼児行動データをさらに20例以上を蓄積し、環境と行動の関係を確率ネットワーク技術でモデル化して、再現する乳幼児行動モデルを開発する。また、実社会で起きた事故情報を持続的に蓄積する事故サーベイランスシステムを、医療機関との連携によって実現する。このシステムを用いて500件以上の事故情報を蓄積し、その事故例を部位や状況に応じてモデル化し、事故状況や危険性を可視化する技術を開発する。

- ・人間の心理状態が生理信号や運動を介して表出されるメカニズムをモデル化する研究を行う。患者の心理状態と生理反応を確率ネットワーク技術でモデル化して再現する患者反応モデルの研究において、呼吸情報を含めることで生理反応の推定精度を10 %以上向上させる。人間密着型のセンサによって生理・物理量を計測し、心理・行動特性を計測・モデル化する研究において、睡眠障害の検出によりうつ病の早期発見に役立てる技術、人体の熱収支モデルと照らして熱中症を予測する手法を研究する。また、人間の認知・運動特性からヒューマンエラーの出にくいマンマシンインタフェース、視覚、音響、力覚の複合によって安全で効率的なマンマシンインタフェースを設計する技術を開発する。

1-(3)-② 大量データから予測を行う時空間情報処理技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・人間が生活する実環境に多数配置されたセンサ等によって、音や映像等のデータを長時間にわたって多チャンネルで収集し、大規模な時空間情報データベースを構築するとともに、そこからデータの内容を意味的に表現したテキスト情報や3次元的な空間情報を自動的に抽出する技術を開発する。これによって得られた時空間情報を、その意味内容に基づいて圧縮・再構成し表現する技術の開発を行うとともに、行動や作業を支援するシステムなどを開発する。

《平成19年度計画》

- ・音響処理については、音センサを使って音源の位置情報を抽出する技術の開発を行う。具体的には、画像センサなどには不向きな場所にも使えるようになるセンシング技術の開発を行う。さらに、単一音源だけではなく群集などの分布音源の推定やトラッキングも可能になるアルゴリズムの開発を行う。また、複数の音源を対象としたとき、それぞれの情報を取り出すために必要不可欠な音源分離技術の開発も行う。特に、移動音源に対応でき、かつ、雑音にも頑健に分離処理ができる手法を開発する。画像処理については、平成18年度に開発した画像情報を用いた会議中に移動する人物の追跡を人物特徴抽出と移動軌跡推定の両面において改良し、より精度を高める。取得した画像を推定した人物情報を用いることで注目すべき部分に分割・再構

成し、後で閲覧しやすい映像を自動で生成する手法を開発する。画像中に発見された顔から、視線・表情などのより詳細な情報を抽出する画像認識手法を開発するために、人物の視線・表情の変化を各方向から収録した映像データベースを作成する。

- ・独自の音声符号化手法とテキストデータマイニング手法とを融合したコンテンツの処理技術の開発を進め、応用範囲を拡大して有効性を検証する。前年度に開発したノイズロバスト音声認識技術や不明瞭音声認識技術及び特徴抽出法に関して、処理の効率化や高精度化の改良を行い、マイクロホンアレイ技術や独自の音声認識エンジンを活用した新たな応用を開拓する。これらに関して、成果発表や知財化による産業界への技術移転を進める。
- ・ステレオビジョン技術を核にした実時間実環境の時空間認識技術に関し、継続的な資金提供型共同研究を行いながらシステム化と理論的な要素技術研究を進め、論文発表などでの成果の普及・実用化に努める。そのために、ローコストでマルチカメラシステムを実現するキャリブレーション技術や、時空間情報を自動的に圧縮・クラスタリングすることで、状況理解を可能にするシステムなどを開発する。
- ・断片的な画像情報から大規模コンテンツを創出するためのスナップショット収集技術と構造的特徴量による統合化技術として、誤差を含んだ時刻・位置等の緩い制約条件のもとでも、断片的情報による統合モデルの構築が行える技術の開発に着手する。自由形状・柔軟物を対象とする視覚情報処理技術について、外部機関とともに医用・ロボット分野への適用実験を引き続き行う。基本的画像処理技術の開発を行うとともに、既に実用レベルにある文字認識技術に関して周辺技術をまとめ、ドキュメントデータの効率的利用など実用化を目指す。
- ・実世界に密着したインタラクション技術に関して、まず、屋内外でシームレスに利用可能な装着型位置姿勢推定(PP)技術に基づく組込デバイスを試作し、博物館や工場プラントでのフィールドスタディを通じてその実用化を目指す。また、Web2.0的な複合現実環境オーサリング技術の開発、及び昨年度開発したタンジブルセンサデバイスのユーザスタディを実施する。博物館などを対象として、来館者のために人間関係や位置関係に基づいた情報支援システムを開発する。

## 2. ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出

個々の生活状況に応じた情報サービスを提供して、生活の質(Quality of Life、QoL)を飛躍的に向上させるために、人間活動を代行、支援及び拡張する生活創造型サービスを実現する。そのために、人間を中心としてロボットと情報家電を有機的かつ協調的に機能させ、統合的で創造的な生活空間の実現を目指し、人

間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術、人間と情報家電の双方向インタラクションを支援するインターフェース技術及びこれらを構成するハードウェアを高機能化、低消費電力化するデバイス技術を開発する。

### 2-(1) 人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術の開発

人間と共存・協調して、人間の活動を支援するロボットを実現するために、人間と空間を共有しつつ、人間の行動や状態に適応、協調して機能するロボット技術を開発する。そのために、生活空間をロボット化する技術、人型(ヒューマノイド)ロボットの運動機能を人間と同程度に向上させる技術及び人間と情報を共有するために必要な視覚認識技術を開発する。

#### 2-(1)-① 屋内外で活動できる社会浸透型ロボット技術の開発

##### 【中期計画(参考)】

- ・ロボットの行う複雑な作業を構成する要素機能を共通仕様に基づいてモジュール化し、異なるロボットシステムで利用可能にする。また、開発したモジュールを生活空間に分散配置して、それらが人も含めて有機的に協調して機能する技術を構築し、生活支援型ロボットシステムのプロトタイプを開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・RT ミドルウェアを用いた様々なロボットコンポーネントを開発・実装する。自律遠隔融合システムを用いたRTコンポーネント利用に関しては、異機種マニピュレータへの拡張を行う。作業スキルコンポーネントについては柔軟物への拡張を検討する。指コンポーネントに関しては機能分離に基づく把握操作の研究に取り組む。さらに汎用のセンサネットワーク要素、アクチュエータなども増強し、新規ロボット開発基盤の充実を図る。さらにRTコンポーネントにOMGの共通規約にそったインターフェースの組込を支援するRTミドルウェアの初版を完成させる。
- ・ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャに基づいて開発を進めている3種のプロトタイプロボットのうち、物流支援ロボットに関して、前年度構築した位置姿勢インフラ環境を用いて、物流支援に必要なソフトウェア環境を構築する。対人サービスロボットについては、ロボットアームの改良を行い、リスクアセスメントの実施後、病院施設内での評価実験を行う。ヒューマノイドロボットに関しては、脚モジュールの開発を行う。

##### 【中期計画(参考)】

- ・ロボットシステムを人間の生活空間に安全に導入するために、利用者や周辺の人間の行動を実時間でモニタリングする技術及び類似状況における過去の事故事例等からのリスクアセスメントを効率的に行う手法を開発し、それらをロボット要素モジュールとして利用可



能にする。

《平成19年度計画》

- ・次世代産業用ロボットへの適用を目的として、3D シミュレータを援用したマルチモーダルリスクアセスメントツールを開発する。1 ms 光通信計測システムによる3次元位置認識を実現し、これを用いて生産現場で必要なカテゴリ3の規格を満たすセンサシステムを構築する。

高齢者/障害者の福祉機器使用時を対象として、福祉機器使用時における転倒・転落・衝突等を対象に、ハザード事象回避機能を当該機器に実装する。前年度構築した分布力計測システムを使用し、高齢者の転落を力覚を用いて検知する手法を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・ロボットの自律的な探索により環境や地形に関する情報収集や異状発見を行う技術及び複数のロボットを協調動作させることによって、より広範囲な状況の認識を行う技術を開発する。これらの技術を用いて、環境を改変して有効に利用する方法を開発し、自律作業ロボットによる100 m<sup>3</sup>程度の砂利堆積の移動や再配置等の実証実験を行う。

《平成19年度計画》

- 1) 一定の領域内に複数存在する異種の移動ロボットの移動管理、各ロボットから報告される環境情報を管理、更新する管理センタとそのヒューマンインタフェースを開発する。
- 2) 巡回、探索を行う自律移動ロボットが緊急時に無線で基地局に情報を送ることを実現するために、ロボットによる障害物回避、段差乗り越え、巡回移動、緊急状態の認識等の自律性向上のための研究開発を行う。
- 3) 複数機器によって構成される自律作業システムに関する基礎技術を開発するため、自律作業ロボットと自律化されたダンプトラックを想定した協調動作についての検討を行う。

- 2-(1)-② 作業支援を行うヒューマノイドロボット技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・人間の作業を代替し、人間と共存して働くために、人間の通常の生活空間内を自由に移動する機能と基本的な作業機能を開発する。具体的には、人間と同程度の速度での平面の歩行、滑り易い路面の歩行、移動経路の自律的な計画及びハードウェアの高度化によるIEC 規格 IP-52程度の防塵防滴処理並びに簡単な教示による指示通りの運搬等の機能を開発する。

《平成19年度計画》

- ・人と同等の不整地踏破能力をもつ2足ロボットにむけた理論を構築し基礎的な実験を実施、平面における歩行速度3 km/h の実現、環境の3次元マッピングと移動動作生成を同時並行的に実行する移動動作計画機能を開発、任意の方向の転倒動作の制御、不整地にお

ける転倒回避技術の開発、意図的な滑りを活用する脚動作を実現する。物体搬送作業の全身運動の計画手法の開発、扉の開閉を伴う物体操作の実現、物体操作の対話型教示手法の確立、広視野視覚情報に基づく自律移動の実現、人間との協調作業の実現、環境認識と行動計画の統合を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ヒューマノイドロボットの安全性と可用性を人間と共存できる程度に高めるために、コンピュータ上に構成した人間型構造モデルで人間の動きを合成する技術、人間の運動機能を規範としてロボット全身運動を生成する技術及びロボットが人間を認識し、人間と対話することで協調的に作業するロボット技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度に開発した短周期歩行軌道生成手法を並列化することにより、複数の戦略の動力学的な効果を検証した後、最適な解を選ぶ手法を開発し、外乱下での二足歩行の安定性を高める。
- ・三次元位置認識機能を利用したロボットの時速20 km 程度の移動機能を実現する。最後に平面を特徴として検出する三次元地図作成機能を開発する。

- 2-(1)-③ 環境に応じて行動ができるための高機能自律観測技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・家庭内や屋外環境において人の作業を支援、代行するための共通機能として、人と同等以上の視覚的な認識、理解が可能な3次元視覚観測技術を開発する。この技術に基づき、3K（きつい、汚い、危険な）作業の代行や医療現場の過失事故を防止する多種物体の自動認識技術、プライバシーを守りながら高齢者や入院患者の異常事態を検知する技術及び番犬や介助犬を代行するパーソナルロボット技術並びに広域環境のリアルタイム立体測量と危険地帯の監視や災害時の状況把握を可能にする自律観測技術等を開発する。

《平成19年度計画》

- 1) 自律観測技術の広範な利用を促進するため、柔軟物の認識等の新たな視覚機能を開発するとともに、各種の視覚機能を RT ミドルウェアのモジュールとして実装する。
- 2) 生活環境内を自由に移動する大型パーソナルロボットを目指して、四脚機構と視覚機能を連動させ、低障害物の乗り越え機能を開発する。
- 3) 広域環境の計測アルゴリズムを開発し、自律観測無人ヘリコプターに搭載するアクティブステレオカメラにより相対移動する注視ターゲット追跡制御機能を開発する。

- 2-(2) 情報家電と人間の双方向インタラクションを実現するインターフェース技術の開発

ユビキタスネットワークに接続された情報家電による多様な情報サービスの提供を実現するために、日常

的な動作や言葉を用いて情報家電を容易に使いこなすための実感覚インターフェース技術、多くの機能を低消費電力で提供するシステムインテグレーション技術及び高機能でフレキシブルな入出力デバイス技術を開発する。

## 2-(2)-① 実感覚ユーザインターフェース技術の開発

### 【中期計画（参考）】

- ・利用者の意図に応じて日常的な動作や言葉による対話的な操作を可能にするユーザインターフェース及び複雑な接続設定を必要とせず異なる規格間の機器連携を可能にするプラグアンドプレイ機能を開発する。

### 《平成19年度計画》

- ・携帯電話や無線 LAN 対応デジカメを利用した動画共有ツールに関する実証実験を放送局および電気メーカと協力して行う。時間や場所により特定される事象データをもとに、一般ユーザから提供される動画の高度利用についての研究開発を行う。具体的には、複数動画の時間同期再生や動画の意味的編集を通じた映像コンテンツの高次利用とそれに必要なユーザインタフェースの開発を行う。また、1-(1)-①におけるセンサデータ等を利用した行動推定に基づき、可能な限り「なにもしなくてもよい」知的ユーザインタフェースの実現を目指す。
- ・音声による検索技術を音響信号にも拡張するとともに、効率的な処理手法を開発することにより、インターネットやユビキタス環境における大量の音声・音響コンテンツを扱える技術として、応用範囲を拡大する。これらの技術を実用レベルで確立し、産総研ベンチャーとしての起業を図る。
- ・現在のハイビジョン画像解像度のスマート映像表示装置 VMD を発展させ、次世代の超高精細画像（表示4 K×2 K 画素）に対応させる。10Gbps の通信機能も強化し、超高精細画像での高度な臨場感をもった、遠隔意思疎通システムを実現する。
- ・ミドルウェア技術の生産性向上と安全性向上のため以下を行う。
  - 1) リアルタイム通信を行うゼロ GC ミドルウェア技術の設計と実装を継続する。
  - 2) ロボット用 RT ミドルウェア Java/HORB 版の完成度を高める。
  - 3) 分散テストツール DisUnit の技術移転を進める。
  - 4) オフショア開発用多言語コメント技術 UniDoc の技術移転を進める。
  - 5) 高度ネットワーク処理を LSI で行うプロトコルエンジン、ソフトウェアと協調して動作するように FPGA 上で実装し、組み込み開発の現場で使いやすい形として提供する。

## 2-(2)-② システムインテグレーション技術の開発

### 【中期計画（参考）】

- ・情報機器とユーザとのインターフェースデバイスある

いは情報機器とネットワークとのインターフェースデバイスの小型化、低消費電力化及び高機能化を両立させる技術を開発する。具体的には、自発光型平面ディスプレイに駆動回路等を内蔵させ、1,000 cd/m<sup>2</sup>以上の高輝度を低消費電力で実現するディスプレイ技術を開発する。また、多機能な集積回路チップを積層し、チップ間を50 Gbps 以上の超広帯域信号で伝送してより高度な機能を実現するシステムオンパッケージを作製するための3次元実装技術を開発する。

### 《平成19年度計画》

- ・輝度信号保持機能を有するフィールドエミッタアレイを用いたディスプレイパネルを試作して輝度特性等を評価し、本方式の高輝度ディスプレイへの適用可能性、技術的課題を明らかにする。
- ・40 Gbps 以上のチップ間高速信号伝送可能な半導体デバイスの高密度実装技術開発を進め、システムレベルでの応用展開を図る。

## 2-(2)-③ フレキシブル光デバイス技術の開発

### 【中期計画（参考）】

- ・次世代のユビキタス情報社会に資するために、印刷塗布プロセス等により高機能かつフレキシブルな光デバイスを実現する。具体的には、新規な有機・高分子材料等を用いて、移動度0.5 cm<sup>2</sup>/Vs 以上で動作する p 型及び n 型トランジスタや外部量子効率10 %以上で発光する高輝度発光素子を開発するとともに、有機・無機材料を用いた独自のプロセス技術による光回路素子を開発する。また、その高性能化や素子の一体化を促進することにより、モバイル情報端末への応用に向けたフレキシブルなディスプレイや光回路等を開発する。

### 《平成19年度計画》

- ・プリンタブルデバイス作製技術として、汎用銀ペーストで100 ℃以下の加工温度で、5×10<sup>-6</sup>Ωcm 以下の抵抗率を示す高耐久性配線形成技術を開発し、実用レベルの無線タグ用アンテナの形成技術を確立する。また、プリンタブル有機トランジスタの保護膜塗布形成技術として高緻密窒化シリコン薄膜の印刷形成技術の開発を行うとともに動作安定化技術として、閾値シフトの制御技術の検討を行う。一方、フレキシブルディスプレイ用情報入力素子として、メモリ性光入力素子の印刷形成技術の開発を行う。
- ・塗布可能な p 型および n 型有機半導体の高性能化を行い、これらを用いて有機 CMOS（相補型半導体）回路を作製する。また、分子の配列・配向を制御することによって、薄膜トランジスタ素子や有機 EL 素子の高性能化を実現する。また、大気中レーザープラズマ表示による3次元輝点表示の、毎秒1千点への多点化と輝点移動の高速化技術を開発する。
- ・高分子 EL 素子作製技術として、膜質の向上をめざし真空スプレー製膜装置の改良を行うとともに、配向高

分子を用いた白色偏光 EL 素子を試作する。また、NMR 顕微鏡によるモデル系材料のイメージングおよび生体部品を用いた光検出器の開発をめざして単光子検出の確認を行う。一方、実用条件に近い固体薄膜状態での微小領域の二光子吸収評価手法の開発を行い、固体状態での分子間相互作用による二光子吸収特性への影響を明らかにする。

- ・モバイル情報家電用の撮像系、光メモリディスクピックアップ光学系等への応用を目指して、モールド法を用いたサブ波長周期構造素子の試作を行う。特に、平成19年度は、撮像系のフレア防止のための反射率1%以下の2次元周期構造素子、およびピックアップ系のビームスプリッターのための偏光分離素子の試作を行う。また、バイオセンシング分野への応用を目指し、発光効率5 %以上の高輝度・無害なナノ粒子含有ガラスビーズに抗体を接着する技術を開発する。

## 2-(3) 電子機器を高機能化・低消費電力化するデバイス技術の開発

- ・モバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの機能向上とバッテリーによる長時間駆動を目指し、集積回路の性能向上に必須な半導体デバイスの集積度及び動作速度を向上させ、国際半導体技術ロードマップで2010年以降の開発目標とされる半導体技術を実現する。また、新デバイス構造を用いた集積回路の性能向上と低消費電力性を両立させる技術及び強磁性体や強誘電体等の半導体以外の材料を用いた新デバイス技術を開発する。

### 2-(3)-① 次世代半導体技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・半導体集積回路用トランジスタを極微細化、高性能化及び超高密度集積化するために必要な技術を開発する。具体的には、高移動度チャンネル材料及び高誘電率絶縁膜等の新材料技術を開発し、それに関連する新プロセス技術と計測解析技術及び要素デバイス技術並びに回路構成技術を基礎現象の解明に基づいて開発する。  
《平成19年度計画》
- ・シリコン酸化膜換算膜厚0.5 nm のゲート絶縁膜極限薄膜化と CMOS に必要なトランジスタしきい値制御のために、メタルゲート電極／高誘電率ゲート絶縁膜ゲートスタックの構成材料と界面制御技術を開発する。また、高誘電率絶縁膜の電気的なストレスによる絶縁破壊寿命が推定できる劣化モデルを開発する。
- ・ポーラス低誘電率絶縁膜の構造および機械強度の計測評価技術に基づいて、低誘電率層間絶縁材料および銅配線プロセス技術を、Selete(企業コンソーシアム)と共同で開発する。
- ・SiGe-on-Insulator 等の Ge 系チャンネルに適した表面制御技術を開発し、NMOS と PMOS それぞれに最適化した新材料を用いた CMOS トランジスタの性能向上を実証する。

- ・これまでに開発した高空間分解能の不純物分布計測技術と応力分布計測技術について、試料作製からデータ解析まで一貫した測定手法を開発し、実デバイス構造に適用して有効性とナノレベルの空間分解能を実証する。
- ・探針傾斜機能を備えた原子間力顕微鏡(AFM)により、微細デバイスの3次元形状を0.5 nm 精度で計測する技術を開発する。
- ・適応型クロック調整技術を適用した画像処理用プロセス LSI を試作し、低消費電力化と高性能化を実証する。

### 2-(3)-② 低消費電力システムデバイス技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・ユビキタス情報ネットワークの中核となる、低消費電力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路機能に応じたデバイス特性の動的制御が可能となるダブルゲート構造等を利用した新規半導体デバイス及び強磁性体や強誘電体等の不揮発性を固有の物性として持つ材料を取り込んだ新規不揮発性デバイスを開発する。併せて、これら低消費電力デバイスをシステム応用するのに不可欠な集積化技術に取り組み、材料技術、集積プロセス技術、計測解析技術及び設計技術並びにアーキテクチャ技術等を総合的に開発する。  
《平成19年度計画》
- ・平成18年度に設計した TEG チップの測定を行い、FlexPowerFPGTA 試作チップの特性解析を進める。新たに改良版 FlexPowerFPGA 試作チップを開発し、FPGA 全体での動作を確認する。XMOS デバイスモデルを実デバイス測定データとフィッティングさせ、モデルの精度を評価する。HiSIM 研究グループとの共同開発を更に前進させる。
- ・高性能 MgO 障壁 MTJ 素子とスピン注入型書き込み技術を用いたスピン RAM や次世代 HDD 磁気ヘッド、マイクロ波デバイスなどを実現するため、MTJ 素子の更なる高性能化とスピン注入磁化反転の低電流化・高信頼性化のための研究開発を行う。
- ・相補型 FeFET 開発のための基幹要素である電圧しきい値の制御とばらつき抑制の研究を行い、1チップ上の90個の FeFET のオン状態オフ状態の各しきい値電圧のばらつきの標準偏差をメモリウィンドウの8 %以内にし、p チャネル FeFET の演算状態のしきい値電圧を-0.5 V 以下にする。論理と記憶動作ができる不揮発論理基本回路を設計する。
- ・平成18年度に引き続き不純物分布測定等の計測解析技術を、新規半導体デバイス、デバイスプロセス、電子材料等の実評価へ適用し、評価対象技術に関する研究開発の推進に寄与する。また、平成18年度に策定した要求仕様に基づき不純物分布測定手法のさらなる高空間分解能化を実施し、有効性の確認と到達分解能の見極めを実施する。



- ・情報通信機器用電源応用を念頭に、AlGaIn/GaN ノーマリオフ型低損失スイッチング素子開発とそのレギュレータ回路適用を進める。このため、当該トランジスタ／ダイオード開発、実装技術開発、回路技術開発として、**high-k** 材料による MISFET 特性の向上、高耐圧構造導入、ノーマリオフ特性の安定化、表面保護膜改善等を行うと共に、バンプ接合による素子実装、等価回路モデル構築とレギュレータ回路の検討を進める。
- ・低消費電力性と高速性を両立した極微細 LSI を実現可能にするために、4端子 XMOS デバイスを構成要素とした、LSI の主要機能回路である新概念 SRAM を設計し、試作検証する。

### 3. 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

知的生活を安全かつ安心して送ることができる、信頼性の高い情報通信基盤を確立するためには、ネットワーク、ソフトウェア及びハードウェアの各々の要素の信頼性を高めることが重要である。ネットワークに関しては、様々な情報資源に対するセキュリティ技術を開発しネットワークそのものの信頼性を高める。ソフトウェアに関しては、その信頼性の向上に有効な検証技術を確立する。ハードウェアに関しては、増大する情報量に対応するために、大容量かつ高速に処理し得る通信技術及び情報蓄積技術の高度化を図る。さらに、信頼性の高い情報基盤技術を利用して自然災害の予測や被害軽減に資することにより、安全かつ安心な生活の実現に貢献する。

#### 3-(1) 情報セキュリティ技術の開発

信頼性の高いネットワークの構築に向けて、情報セキュリティで最も重要なネットワークの利用における情報漏洩対策及びプライバシー保護に資するために、暗号、認証及びアクセス制御等の情報セキュリティに関する基盤技術及びそこで用いられる運用技術を開発する。

#### 3-(1)-① 情報セキュリティ技術の開発と実用化のための検証

##### 【中期計画（参考）】

- ・情報漏洩対策及びプライバシー保護を目的として、暗号、認証、アクセス制御及びそれらの運用技術を開発する。また、量子情報セキュリティに関する基盤的研究として、情報理論や物理学の知見を用いたモデル解析及びその実証実験を行う。さらに、OS から実装までの様々な技術レベルにおいて総合的に研究を行い、セキュリティホール防止、迅速な被害対応及び製品が安全に実装されているかどうかの検証等の技術を実用化する。

##### 《平成19年度計画》

- ・以下の各課題に関する要素技術についてさらなる開発と安全性解析を行い、基盤となる理論の整理をすすめる。

- 1) セキュリティ評価に関しては、暗号学安全性を保証する検証手法に関する研究をさらに進める他、バイオメトリクスセキュリティの評価尺度の検討を行う。
- 2) 対策手法に関しては、情報セキュリティ投資対効果モデルの構築を目的としてケーススタディを主体とした調査研究を行う。
- 3) 情報漏洩対策に関しては、安全性概念の整理と高い安全性を満たす方式の研究を進めるとともに、漏洩後の追跡を可能にする技術についての研究を行う。
- 4) プライバシー保護に関しては、各種匿名認証・通信技術についての安全性概念の整理と高い安全性を満たす方式の研究を行う。

- ・これまでに引き続き、提案されている物理的攻撃について調査、および、そこで利用されている各技術の物理的能力について評価手法に関する理論的研究、および、実験環境の整備を進める。また、量子情報セキュリティについては深化する技術の理解に対応し、基礎的考察を行う。さらに、量子暗号システムの業界標準的概念の整備が国際的に進められていることも鑑み、セキュリティ基盤技術的アイディアに基づいて状況を整備し、それらの活動に参加、貢献することを予定している。

- ・平成18年度に引き続き、ソフトウェアの安全性に関する性質を定理証明支援系を用いて検証するためのツールの整備を行う。さらに、テスト技法を用いた動的検査の可能性も検討する。メモリセーフな C 言語処理系は、公開に向けた作業を行う。安全な Web アプリケーション構築のためのガイドラインの有効性を外部組織と連携しつつ確認を行い、必要に応じて改訂作業も行う。

#### 3-(2) ソフトウェアの信頼性・生産性を向上する技術の開発

利用者が安全に安心して使用できる信頼性の高いシステムソフトウェアの開発とその生産性向上に資するために、様々な数理工学的技法を活用してシステムソフトウェアの動作検証を総合的に行う技術を開発する。

#### 3-(2)-① 数理工学的技法に基づくシステム検証技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・モデル検査法やテスト技法等のシステム検証の要素技術とその数理的基盤の研究を行い、システム検証ツールの統合的利用を可能にするソフトウェア環境を構築する。また、システム検証の数理工学的技法をシステム開発現場に適用するための技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・一般化しつつあるモデル検査の次の技術を提供する統合的検証環境の研究を続ける。数理工学的技法の技術者向け研修コースの研究開発、開発現場への技法導入実験、ソフトウェアの認証に関する調査研究などを行う。

#### 3-(3) 大容量情報的高速通信・蓄積技術の開発

動画コンテンツ等により増大する情報量に対応した通信の大容量化及び高機能化を実現するためには、光の高速性等を最大限に利用した大容量高速通信技術及び情報蓄積技術の確立が必要である。そのために、次世代の光通信ネットワーク用の高速光デバイス及び光信号処理技術、従来のルータ及びスイッチなどを用いない超広帯域通信網の利用技術等の基盤技術を開発する。また、近接場光等の新たな原理に基づいたテラバイト級大容量光ディスクを実用化する。

### 3-(3)-① 大容量光通信技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・半導体ナノ構造を用いた160 Gbps 以上で動作する光スイッチデバイスと光信号再生技術を開発する。また、量子ドット、量子細線及びフォトニック結晶等のナノ構造を用いた光集積回路及び超小型光回路を開発する。さらに、光の位相情報等の精密な制御による量子情報通信技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・光3R 再生の性能向上と特性評価、およびサブバンド間遷移スイッチ（ISBT）を使った超高速信号処理技術を開発する。フェムト秒パルス励起のパラメトリック変換による4光子もつれ発生、および光子検出器の量子効率評価技術を開発する。
- ・量子ドットレーザの変調測定を行い、高速動作を実証する。高周波 FET の100 GHz 超発振負性抵抗回路の動作実証を行うとともに、NDR-DCT（二重チャネル負性抵抗トランジスタ）アンテナ一体型オンウェハ発信器デバイスを試作する。量子情報デバイスに関しては、量子通信用の光子光源開発に研究を展開する。また、フォトニック結晶のリング導波路と短スイッチング長・広帯域方向性結合器スイッチを組み合わせた光バッファメモリの初期動作実験を行うとともに、微小光回路中に埋め込み可能なレーザデバイスの試作を行う。
- ・サブバンド間遷移スイッチの位相変調効果と干渉計を組み合わせたスイッチモジュールを開発し、低エネルギー・高消光比動作を実現する。
- ・フォトニック結晶を用いた超小型光双安定論理素子で、10 dB を超える高消光比を実現する構造を開発する。
- ・シリコン等の半導体材料と異種材料の組み合わせにより、光回路・デバイス等における新機能の実現および低コスト化をめざす。具体的には、カーボンナノチューブ可飽和吸収体を用いた超高速非線形光学デバイスとして、ナノチューブ分散ポリマーを用いた光導波路の新規作製法の開発と導波特性の解析評価、およびシリコン光導波路とのハイブリッド化による新デバイスの試作を行う。また、シリコン基板上に有機半導体レーザ材料からなる1ユニット10ミクロン程度の微小共振器を作製し、光励起での1桁以上の発振閾値低下をめざす。

#### 【中期計画（参考）】

- ・160 Gbps 以上で動作する大容量光通信の実用化に向けて、波長の動的制御に基づく超高速データ転送を実現するトラフィック制御方式及びミドルウェアからのネットワーク資源動的確保方式を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・ネットワークの帯域を予約により確保するための標準インタフェースについて、国内外の機関との議論を通じて普及・標準化を図ると共に、このインタフェースを利用して資源予約を行うためのソフトウェア群を公開する。また、アプリケーション実行時のネットワークの振る舞いについて精密に解析し、利用効率の向上を図る。

### 3-(3)-② 光ストレージ技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・テラバイト級大容量光ディスクの事業化に向けて、第1期で開発した近接場光、局在光及び薄膜の熱光学非線形特性を用いた光ディスクの信号光を増幅する技術を発展させ、製品化へ向けた問題点の抽出と改良を企業と連携し、技術移転を行う。

#### 《平成19年度計画》

- ・狭トラックディスク、Solid Immersion lens (SIL) による高 NA 化システム、スーパーレンズディスクの三次元化について検討し、200 GB 級スーパーレンズディスクの実現へ向けた、設計や材料探索、専用光ピックアップや信号処理方法の検討をととして評価し、基盤技術の確立を目指す。

### 3-(4) 自然災害予測のための情報支援技術の開発

信頼性の高い情報通信基盤を活用した自然災害の予測及び被害低減により安全かつ安心な生活を実現するために、多様な地球観測データの処理、分析対象の適切なモデリング及び地球規模での大規模シミュレーションを統合して、短時間で確実に災害及びその被害状況を予測するための情報支援技術を開発する。

#### 3-(4)-① 防災のための地球観測支援技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・災害予測及び被害軽減に資するために、地球観測衛星及び地上観測センサ等から得られる多様な観測データを処理する技術と、大規模数値シミュレーション技術を統合した新たな情報処理支援システム技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・GEO Grid 上で ASTER データ（100 TB 以上）を提供する巨大アーカイブを実証する。テープに保管されていた ASTER 全データをオンラインでアクセス可能とするアーカイブを作成する。ASTER データによる広域 DEM モザイク作成システムを GEO Grid 上に搭載し東アジア全域 DEM を作成する。ASTER および MODIS の高度な幾何・放射量・大気補正処理を施したデータを提供するプロトタイプシステムを

GEO Grid 上に構築する。DEM 及び補正画像も含め、多様な観測データを組み合わせた環境・災害用アプリ構築を継続する。地球観測用アプリケーションを容易に統合するための共通ミドルウェアの設計を行う。

#### 4. 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

新たな電子技術及び光利用技術を開発することにより次世代の情報サービス産業の創出を目指す。そのために、新機能材料及び新物理現象に基づいた革新的ハードウェアの構築を目的とした電子デバイス技術、バイオや医療と光情報処理との分野融合的な新しい光利用技術及び超伝導を利用した電子デバイス技術を発展させた次世代の電子計測・標準化技術等のフロンティア技術を開発する。

##### 4-(1) 電子・光フロンティア技術の開発

次世代産業創出の核となる情報通信のフロンティア分野を確立するために、新規材料、新物理現象に基づいた革新的電子デバイス技術及び光情報処理技術のバイオや医療分野との融合による光フロンティア技術を開発する。

##### 4-(1)-① 新機能材料や新物理現象に基づく革新的電子デバイス技術の開発

###### 【中期計画（参考）】

- ・量子閉じ込め状態や超伝導状態において顕著となる電子の磁性や波動性に起因して、電気的または磁気的特性が劇的変化を示す新機能物質を対象として、物理現象の探索、解析及び制御に関する研究を行う。これにより、量子効果や超伝導効果を示す新しい電子材料の開発、コンピュータの演算速度及び消費電力を飛躍的に改善できる革新的な情報処理ハードウェア応用のための要素技術を開発する。

###### 《平成19年度計画》

- ・スピントランジスタの重要な構成要素である、強磁性金属と磁性半導体を組み合わせた強磁性トンネルダイオード素子の高性能化のための研究を行う。さらに、不揮発性スピノ光機能素子の実現を目指した強磁性体/半導体ハイブリッド光素子の開発を行う。
- ・透明酸化半導体薄膜を用いた可視光と熱線の制御に関する成果の、省エネ技術への応用を目指す。屋外からの採光を確保しつつ太陽からの熱線エネルギーの60%以上を反射させる高機能ガラスを実現するために必要な、酸化物多層膜形成技術の研究を行う。
- ・プローブ探針形状等を改良し反射型ミリ波走査型顕微鏡の解像度を1 mm 以下に向上させる。 $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$  自然超格子に局所的に(1~2原子層程度) Y をドーピングし、変調された接合数の少ない超伝導超格子を作製する。
- ・超伝導転移温度( $T_c$ )の向上と新物理概念の創成を念頭に、多層型高温超伝導体の系統的な材料開発に取り組む。平成18年度に見出した新しい電子相図をさらに

発展させ、非従来型の超伝導+ $\alpha$ の共存相の探索と物性解明を進める。新発見の異常渦糸構造に関する研究をすすめ、ソリトンや、フラクショナル量子といった概念の抽出を通し、BEC や宇宙論などの従来型量子ゲージ場科学と超伝導の科学の統一的理解と融合を試みる。

- ・Bi 系の超伝導体を用いたジョセフソン接合プロセスの高度化を行い、各種臨界温度を有する接合に関するスイッチング電流特性の計測を行い、スタック構造がスイッチング電流分布に及ぼす影響を明らかにする。またマイクロ波印可システムを構築し、スイッチング電流の分布測定による量子化準位の分光を行い、量子ビットのマイクロ波制御実現のための基礎技術を確立する。
- ・強相関係の相変化と相互作用との関係解明のため、電子構造の酸素同位体効果のキャリア濃度依存性を調べる。加えて、異なるサイトの酸素原子の超伝導への寄与度を比べるため、サイト選択酸素同位体置換手法の確立を目指す。 $\text{NO}_x$  除去技術を実用化し、製品化までもっていく。モンテカルロ法を主とした量子系の数値計算技術を開発し、高温超伝導体におけるいろいろな特性のフェルミ面依存性を明らかにする。
- ・環境に優しく高性能な圧電セラミックスの開発を進める。 $(\text{Na}, \text{K})\text{NbO}_3$ に添加物を導入することにより圧電定数  $d_{33}$  と電気機械結合係数を高める組成を求める。また産業化を念頭に常圧下合成条件の確立、試料の分極および熱処理プロセスの最適化を図る。ランタンゲレートによる低酸素分圧制御技術をより強力なものとし、ベンチャーにおいて製品化する。

##### 4-(1)-② 光フロンティア技術の開発

###### 【中期計画（参考）】

- ・フェムト秒パルスの光波内位相制御技術を確立するとともに、アト秒領域での超短パルスの発生、計測及び制御のための技術を開発する。

###### 《平成19年度計画》

- ・複数波長の光波位相同期光をパラメトリック増幅で高出力化するための、高効率超短パルスレーザーを開発する。タイミング同期した波長1.06  $\mu\text{m}$  パルスで出力エネルギー5  $\mu\text{J}$  以上、平均パワー5 W 以上を得ると共に、10フェムト秒(fs)相当以上の増幅利得帯域を確認する事を目標とする。また、位相制御された増幅光パルスを用いて、高次光非線形過程における光波位相依存性を測定する技術を開発する。

###### 【中期計画（参考）】

- ・タンパク質や DNA 等の配列集積化技術と光計測技術との融合による高感度、高速かつ高密度集積型バイオセンシング素子の開発及び補償光学技術と3次元分光技術を駆使した眼底カメラ等の高分解能3次元機能イメージング技術を開発する。

###### 《平成19年度計画》



- ・走査型眼底分光イメージング装置を構成する各光学ユニットを一体化する技術を開発し、臨床使用が可能なレベルのプロトタイプを実現する。また、この装置に、酸素飽和度の絶対値計測が可能となるアルゴリズムの組み込みを行う。さらに、眼底撮影の高精度化に繋がる波面センシングの原理の考案と検証を行い、これを補償光学システムに組み込む手法と、分光イメージング装置と融合する方式の提案を行う。
- ・神経伝達物質であるカテコールアミン類と選択的に反応をする物質をプローブとして基板に固定する技術を開発する。また、光導波モード等の表面プラズモン以外のエバネッセント場による電場増強効果を利用した新方式の光検出系を構築する。これらにより高密度・高速かつ高感度なチップ型バイオセンサを試作する。
- ・蛍光検出素子の検出限界をポリメラーザ連鎖反応(PCR)生成物分離やDNAシーケンシングに適用可能にするため、更なる低減を目指すとともに、実用化に向けた企業との共同研究を実施する。
- ・産総研独自のレーザー誘起背面湿式加工法のナノスケールでの高精度化、各種機能材料の微細パターン化技術への展開を進めるとともに、バイオ活性化微小球分析デバイスの高密度配列構造の更なる最適化による数種類のバイオ分析を可能とするシステムの開発を行う。また、平成18年度に開発した光触媒能保持型微小流路デバイスおよび高平滑性石英微細構造を利用した導派路型屈折率モニターの試作を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・第1期で開発した10 nm オーダーの近接場光微細加工による光ディスク用原盤（マスタリング）の高度化技術及びナノ粒子を応用した光による高感度分子センサのバイオや医療分野への応用技術を開発する。
- 《平成19年度計画》
- ・完成させた貴金属ナノ粒子制御、ナノ粒子作成技術を基盤に、それによる光増感効果を応用して、シリコン酸化膜を用いた高感度分子センシング用センサーチップを開発する。また、有機化合物を酸化チタンの10倍の速度で光分解できる表面プラズモン光触媒の開発を行う。バイオDVDではスポット径1 mm 以下の高密度分析を可能とするディスクを開発する。ナノ加工技術においては、平成18年度に企業と共同で開発・商品化した装置の高度化支援を行う。

#### 4-(2) 超伝導現象に基づく次世代電子計測・標準技術の開発

絶対的な高精度性を必要とする先端計測及び標準化に関する技術の実現に資するために、超伝導現象の特性を活用した電子計測デバイス及びそれを用いた標準システムの確立と普及を図る。

#### 4-(2)-① 超伝導現象を利用した電圧標準技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・独自に開発した Nb 系ジョセフソン素子大規模集積技

術を用いて、1～10 V 出力の直流電圧標準システムを開発し、ベンチャー企業等に技術移転することにより世界的規模での普及を行うとともに、高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・小型冷凍機によって動作し10V 出力を有する PJ 電圧標準システムの安定な供給を実現するため、高い歩留まりを有する NbN/TiN/NbN ジョセフソン・アレーの設計・作製技術を開発するとともに複数の電圧標準チップを採用する新しい方式のシステムを開発する。
- ・設計改良を行い10ビット D/A 変換器チップの完全動作を実証し、ジョセフソン周波数／電圧関係に基づいた精密波形合成を行う。また、マルチチップシステムの開発に着手し、プロトタイプとしての2チップ D/A 変換器システムの動作を実証する。

### III. 産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発

環境との調和を取りながら国際競争力を持つ先端ものづくり産業の創出のためには、製造に必要な資源とエネルギーを最小に抑えながら最高の機能を持つ製品を生産する製造技術を実現するとともに、低環境負荷製品の製造に必要な機能性材料技術及び部材化技術の実現が不可欠である。そのため、製造の低環境負荷と製造コストの削減及び製品の高機能化について統合的に開発する技術が期待されている。また、環境負荷を低減する機能性部材の開発により、製造業だけでなく輸送機器及び住居から排出される CO<sub>2</sub>の低減に大きく貢献していかなければならない。さらに、先端微細加工設備の共同利用等を進めて先端技術を産業にすみやかに移転し活用を図ることによりものづくり産業を支援するとともに、ナノテクノロジーを情報通信、環境及び医療等の研究開発に横断的に適用することにより産業技術に革新的な進歩をもたらす。

#### 1. 低環境負荷型の革新的なものづくり技術の実現

我が国のものづくり技術の国際競争力を強化するために、製造プロセスの省資源化や省エネルギー化と合わせて製品の高機能化・高付加価値化を実現できる革新的な技術の開発が求められている。このため、機能のカスタマイズに即応できる省資源型革新的製造技術の開発を行い、材料資源の無駄を生じさせることなく高機能・高付加価値を持つ製品の多品種少量生産を実現する。また、省エネルギー型製造プロセス技術の開発を行い、従来の製造手法よりも低温のプロセスを利用する技術等により製造に要するエネルギーを削減し、有機材料との複合化等による製品の高機能化を実現する。

#### 1-(1) 省資源と高機能化を実現する製造プロセス技術の開発

素材を成形して加工するモデルプラントを構築して製品製造に適用し、資源消費量や排出物量等の総合的な評価を行って、製造プロセスを最適化する手法を開発する。また、機能のカスタム化が必要とされる集積化学センサ等の製造への適用を目指し、スーパーインクジェット技術をコアとして、必要な微細構造を必要な位置に最小の資源材料で形成するオンデマンドナノマニュファクチャリング技術及びナノ構造とマクロ構造とを媒介するメゾスケール技術の開発を行う。さらに、材料の無害化や微細構造の内在化等の高付加価値製品を省資源で製造するためのテラードリキッド法をコアとしたプロセス技術を開発する。

#### 1-(1)-① 製造プロセスの最適化手法の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・射出成形や放電加工を備えたモデルプラント等を用いて、加工条件や設計等を最適化することにより、環境性と経済性に優れたローエミッション型製造プロセスを実現する。

##### 《平成19年度計画》

- ・プロセス評価手法に関しては、加工プロセスが製品（部品）の付加価値をどの程度高めているのか定量的に図るための方法論を検討する。その上で、プロセスの改良によって製品の物理特性が変化する場合に、その変化を価値変化として定量化することを試みる。個々の低環境負荷プロセスについては、プロセス間で実際の製造物が受け渡し可能であることを示す。

##### 【中期計画（参考）】

- ・ミクロな構造を内包する材料を使用してその構造をマクロな製品の機能に生かした製品を実現するために、ミクロな構造とマクロな機能との相関に関する大規模計算を小規模のコンピュータシステムを用いて効率よく実現できるマルチスケール数値解析技術を確立する。

##### 《平成19年度計画》

- ・マクロ構造を設計変数とする比剛性向上設計のためのマルチスケール有限要素解析技術に基づいたトポロジー最適設計技術を確立し、セラミックス構造部材に応用する。

#### 1-(1)-② オンデマンドナノマニュファクチャリング技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・超微細インクジェット技術によるナノデバイスの高密度実装を実現する配線等の実用的なオンデマンドナノマニュファクチャリング技術に関する開発を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・超微細インクジェット技術をはじめとするオンデマンドナノマニュファクチャリング技術に関する装置開発を進め、システム化を図る。また、強発光材料など新規機能材料の微細パターンニング技術への応用や、化学プロセスとの複合化研究を開始する。

#### 1-(1)-③ 製品の高付加価値化を実現するフレキシブル

#### 製造技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・表面積の飛躍的増大等の高機能化を目指して、空孔と微細構造とが入れ子に構成されている新セラミックス材料を無害元素から作製するテラードリキッドソース法のプロセス技術の開発と、上記の新セラミックス材料を3次元的に集積することにより、1 kW/L 級の高出力セラミックスリアクタ等の開発を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・無機骨格前駆体と有機化合物の溶液内協奏的反応を駆使して、化学的機能や電子機能を発現するためのナノ～ミクロン領域の構造形成に関する基盤的知見を獲得し、環境センサや有機光デバイスなどの機能部材を開発する。また、ナノ～マクロ構造を同時連続的に形成するプロセス技術の高度化を進め、センチメートル級のセラミックスリアクタ集積モジュールとして数 W レベルの出力実証を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・セラミックスの大型部材化やミクロンレベルの微細3次元構造の成形及び両者を併せもつ構造を特性劣化を起こさずに実現する成形技術を開発する。また、自己潤滑層等を有するヘテロ構造部材化技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・省エネルギー型セラミック大型部材化プロセスの確立と、ステレオフィブリック造形法の適用範囲拡大に向け、不可欠となる接合・一体化技術の開発を実施する。具体的には、部材レベルで信頼性の高い接合技術、接合温度の低温化、及び局所加熱による接合法に関する検討を行う。

#### 1-(2) 省エネルギー型製造プロセス技術の開発

製造プロセスにおける飛躍的な省エネルギーを実現することを目的にして、従来高温でしかできなかった薄膜製造を低温で実現する技術及び機械加工機のコンパクト化を実現する技術を開発する。具体的には、微粒子の噴射コーティング技術をコアとして、低温で高性能セラミックス材料を積層する省エネルギー薄膜製造プロセスを開発する。また、機械加工及び微細加工の製造効率を高め省エネルギー化を実現する小型製造装置を開発する。

#### 1-(2)-① 省エネルギー・高効率製造技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・微粒子の基板表面での衝突による非熱平衡過程に基づいた噴射コーティング法を用いて、低温で高性能セラミックス材料等を積層する省エネルギー薄膜製造プロセスを開発し、単位時間当たりの成膜速度を第1期で達成した性能の5倍以上に高速化する。

##### 《平成19年度計画》

- ・面積20 cm×20 cm に対して成膜速度：3 mm<sup>3</sup>/min、膜厚均一性：±3 %以下のセラミックスコーティングをエアロゾルデポジション(AD)で実現する。レーザ

一光エネルギーを援用した MOD 低温製膜法 (ELAMOD) による大面積成膜を行うとともに光 MOD により新しい蛍光体薄膜や磁気メモリ薄膜を開発する。低温コーティングに最適な材料物性を有する機能性無機材料を低温で合成する手法を開発する。

【中期計画 (参考)】

- セラミックスや特殊合金部材等の製造プロセスの効率を飛躍的に向上させるため、湿式ジェットミル等によるスラリー調整から成形に至る工程の最適化技術と統合化技術を開発する。

《平成19年度計画》

- スラリー調製から成形に至る製造プロセスの効率化ならびに統合化技術について開発を進める。平成18年度の知見を基に、スラリー特性と成形体及び焼結体特性の関係を導き出し、高密度成形体を得るためのスラリー・成形体を開発する。また、開発したナノ粒子の均一分散化技術により、ナノ粒子の成形技術に取り組む。

【中期計画 (参考)】

- 微細加工の省エネルギー化を実現するため、デスクトップサイズの微小電気機械システム (Micro Electro Mechanical System, MEMS) の製造装置を試作する。そのため、マスクレスのパターンニング技術やマイクロチャンバー間の試料移動時の位置決め技術等を開発する。

《平成19年度計画》

- 平成18年度のマイクロプレス装置での部材レベルでの加工評価に引き続き、マイクロ AD 装置、インクジェット装置についても、形成された膜の圧電特性、配線の伝送、機械特性などの加工評価を行うとともにその性能の向上を図る。また全ての要素プロセスを統合し、実際の製造システムとしての評価を行ない、10 min / デバイス以上の加工スループットを実現する。

【中期計画 (参考)】

- 高剛性・高減衰能部材や高機能摺動面の開発により、切削や研削等の加工効率を高める高度機械加工システムの実現に資する。

《平成19年度計画》

- 表面のマイクロパターンニング、吸着メカニズムの解明に基づく表面材料と潤滑油の最適な組み合わせにより、荷重変動に対する摩擦力変動を従来の鋳鉄案内面の1/10以下に低減する高機能案内面技術を開発する。構造材料については、従来の鋳鉄と同等以上の剛性を持ちつつ3倍以上の振動減衰能を有する工作機械用構造材料を開発する。また、これらの開発材料特性を考慮したインタラクティブな工作機械の概念設計支援ソフトウェアを開発する。

## 2. ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

国際競争力を強化するためには、製造コストの低減はもとより、ナノ現象に基づいた革新的な機能を有す

るデバイス技術の創出が求められている。このため、分子及び超微粒子等の相互作用による自己組織化プロセスに基づく製造技術の開発及び化学合成された機能性有機分子等をナノ部品とするデバイス技術等の開発を行う。また、デバイスの新機能を実現するために、新材料技術及び量子効果等起因する現象に基づくデバイス技術の開発、さらにはナノスケールで発現する多様な現象の理論的解明とそのシミュレーション技術等の開発を行う。

### 2-(1) ナノ構造を作り出す自己組織化制御技術の開発

生体内の有機分子に見られるような高度な自己組織化に倣って、材料固有の物性を利用して自己組織化的にナノ構造を作り出す技術が求められている。そのために、人工的に設計・合成した有機分子による熱平衡下での自己集合化を利用してチューブ構造等を作り出し、超高感度分析手法等への応用を図る。また、基礎的な視点から非平衡下の自己組織化のメカニズムを解明し、構造生成の新たな制御を可能にする。

#### 2-(1)-① ボトムアップ法の高度制御技術の開発

【中期計画 (参考)】

- 生体分子やガス状分子等の極微量の分子を分析するために、第1期で開発したナノチューブ制御技術やナノ粒子調製法を利用して、バイオチップやガラスキャピラリー等からなる超高感度分析技術を開発する。

《平成19年度計画》

- 極微量の生体分子を分析できる技術を開発するために、内表面を合目的に設計した有機ナノチューブ、あるいは大量合成した有機ナノチューブを用いて、種々のゲスト物質の包接および徐放特性を評価する。
- マイクロプラズマ法では、パルス高周波印加による材料プロセスの有効性を検証し10 μm サイズ以下のマイクロプラズマ発生実現を図る。液相レーザーアブレーション法では、超高感度分析に応用できるナノ粒子の複合化手法を確立する。
- アトモル〜zeptoモルの極微量の目的分析種を検出するシステムを開発する指針を得るために、単一プローブ分子が並んだバイオチップのプロトタイプを作製する。

#### 2-(1)-② 自己組織化メカニズムの解明とその応用技術の開発

【中期計画 (参考)】

- 非平衡下での自己組織化メカニズムの解明とシミュレーション技術の構築及びそれらを利用した自己組織化モデリングツールを開発する。

《平成19年度計画》

- 液晶半導体材料の高次構造とキャリア輸送機能との関連、および反応を伴う自己組織化システムのミックスモード・チューリング構造等をシミュレーションにより解明する。

【中期計画 (参考)】



- ・自己組織化現象の解明に基づいて、光、電磁場、化学物質及び機械応力等の外部刺激に対する応答をプログラムされたスマート分子システムや記憶機能を持つナノ構造液晶デバイス等を開発する。

《平成19年度計画》

- ・外部刺激に対してプログラムされた応答を示すスマート分子システムに関し、アゾベンゼン系人工ロドプシンの光応答速度を明らかにし、生体分子モーターキネシンの運動を光で制御するための新しい制御分子を開発し、電場応答性液晶半導体デバイスを開発する。

## 2-(2) ナノスケールデバイスを構成する微小部品の作製及び操作技術の開発

均一なナノカーボン構造体を作製する技術を開発し、カーボンナノチューブ等を部品として利用したナノデバイスの実現を目指す。また、有機分子や磁性半導体等の新材料を開発し、それらをトップダウン手法によって作られたナノ構造に組み込んで機能を発現させ、分子エレクトロニクス等へ展開するための技術を開発する。

## 2-(2)-① ナノカーボン構造体の構造制御技術と機能制御技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・カーボンナノチューブの実用を目指して、用途に応じて直径、長さ及び成長面積等の制御が可能な単層ナノチューブ合成技術を確認し、それを用いたナノチューブデバイスの基礎技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・量産の基礎プロセスとして、大面積均一プロセス、触媒開発、大面積触媒塗布技術、酸化還元浸炭環境に耐久性があり、かつ SWNT の成長を阻害しない炉などの開発を行う。開口カーボンナノチューブを用いたキャパシタの高電気密度キャパシタの開発を行う。カーボンナノチューブの層数制御技術、密度制御技術、及びそれらを用いた電子放出特性評価を行う。
- ・精密切断による短い単層ナノチューブ(SWNT)の加工プロセスを開発する。新気相流動法(DIPS)-SWNTの量産性を向上させ、用途にあったSWNT分子構造(直径、長さ、カイラリティ)や形態(単分子膜、薄膜、SWNTシート、ワイヤー)の高度制御技術及びデバイスプロセス基礎技術の開発を行う。ナノチューブ標準化のためのサンプルを調製し、物性測定を行う。

【中期計画（参考）】

- ・ナノカーボン構造体及びそれに含有される金属元素等を単原子レベルで高精度に分析できる高性能透過型電子顕微鏡及びナノカーボン構造体等の高精度な分光学的評価法を開発する。また、ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイアの成膜技術を開発するとともに、機械的、電気化学的及び光学的機能等を発現させる技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・超高感度元素分析装置開発においては、高感度化のための YAG/YAP シンチレータなどの検出系の最適化を行う。原子直視型解析構造解析技術の開発においては、ナノスケール材料を構成する分子・原子を直接観察し、その構造と時間変化を捉えるため、高感度・高分解能・長時間分解能を合わせ持つ電子顕微鏡を開発する。
- ・電子顕微鏡中で輸送特性などのマクロな物性変調を検証するため、電子顕微鏡とカソード発光を組み合わせた実験装置の開発を行う。また、これまでに構築してきたナノカーボン分光評価装置をさらに改良し、ピーポッド等の電子物性を解明する。さらに、短尺ナノチューブの開発、ナノチューブの国際標準化に向けた分光学的評価法を開発する。
- ・研磨盤用ナノダイヤモンドコーティングの生産機として直径 150 mm の研磨盤を1時間で成膜完了し、膜厚均一性を5 %以下の装置を開発し、ナノダイヤモンドコーティングを利用した超精密研磨盤としてのアプリケーションを確立する。また、PPS へのナノダイヤモンドコーティングの密着力の強化を行う。

## 2-(2)-② ナノ現象を活用した革新的エレクトロニクス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・カーボンナノチューブの主要パラメータを厳密に制御するための精密合成技術をさらに発展させることにより、カーボンナノチューブの真正物性を明らかにするとともに、種々の元素や化合物を内包したカーボンナノチューブの持つ特異物性を見出して、分子デバイスを中心とした新たな応用を展開する。

《平成19年度計画》

- ・特定構造のカーボンナノチューブ(CNT)を選択的に合成及び抽出する手法を開発する。CNT 内部に内包した分子を用いた CNT の物性制御及びマニピュレーションの実現に向けた技術開発を行う。CNT ガスセンサーの作製条件を最適化することにより、ppb レベルの低濃度二酸化窒素ガス検出を可能とする。独自に開発した CNT 分散技術に基づき透明導電薄膜を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・単一分子デバイスや分子エレクトロニクスに応用するため、電子・スピン物性に優れた半導体や金属的物性を示す合成有機分子等の新物質探索と物性解明及びナノ配線を実現するための分子と電極との新たな結合手法の探索を行う。

《平成19年度計画》

- ・新物質の探索として、単一分子種で金属性を示す新分子と、電荷制御により発色する可溶性ナノ材料を開発する。分子と電極や絶縁物との新たな結合技術として、酸素属元素を用いる技術を探る。分子デバイスの開発として、オリゴシラン分子の物性を応用した光応答素子を高機能化する。また、電位検出用の分子を高

感度化し検出面の各辺を100 nm 以下に縮小した分子膜センサー、有機分子の電界発光を利用した新原理の分子センサー等の試作を行う。ナノスケール電極で発現するスイッチング現象の解明とその応用技術の開発を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・化合物半導体、金属、酸化物等のヘテロナノ構造で発現する電荷とスピンが関わる量子現象を解明し、その現象を利用した超高効率ナノデバイスを開発する。また、そのためのナノスケール微細加工・形成技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・遷移金属酸化物を用いた不揮発性メモリにおいて、サブミクロンサイズの素子を形成し、その素子において、当該メモリの特徴である巨大なオン・オフ比が保持されるか否かを実証する。

#### 2-(3) 飛躍的性能向上をもたらす新機能材料及びそのデバイス化技術の開発

スイッチング速度、発光及び耐電圧等でシリコンの性能を凌駕し得る優れた特性を有しながら、材料化やプロセス技術が十分に確立されていない新材料をデバイス化するためには、材料特性の評価、材料の高度化及びプロセス技術の開発が必要である。さまざまな高機能材料のうち、革新的な電子技術を創成する独創的成果が期待される強相関電子材料及び加工の難しさから要素技術の開発が不十分なダイヤモンド材料に関する技術を開発する。

#### 2-(3)-① 強相関電子技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・強相関電子が引き起こす相転移の制御技術、強相関デバイスプロセス技術及び量子位相制御理論等の基礎を確立するとともに、プロトタイプを作製して超巨大磁気抵抗センサ、テラヘルツ全光型スイッチング素子等の強相関デバイスの機能を実証する。

#### 《平成19年度計画》

- ・強相関酸化物相制御：ペロブスカイト型マンガ酸化物の良質試料を用いた電子相図を完成させ、巨大磁気抵抗状態の定量的設計のデータベースとして整理する。
- ・強相関酸化物相制御：電子相制御と機能/物性探索を行うために、平成18年以前の材料と異なった新規相競合系物質の開発を行う。
- ・強相関酸化物相制御：16.5 GPa に及ぶ圧力を発生する技術を開発する。これを駆使して量子臨界相を創成し、強相関エレクトロニクスの本質である量子臨界性と乱れの実験的に明らかにする。同時に、量子臨界相において新規な超伝導、磁性、誘電性などの機能と物性を発現する材料を探索する。
- ・強相関酸化物相制御：ペロブスカイト  $\text{SrTiO}_3$  単結晶上に構築した電界効果トランジスタ構造について、電界誘起の超伝導発現を探索する。チャンネル領域での

電界誘起金属-絶縁体転移の機構について検討する。

- ・新有機誘電体材料の開発と評価を行うとともに、機能の高度化を図る。
- 1) 陽子移動と構造変化を中性子回折により直接観測し、強誘電性発現の微視的機構を解明する。
- 2) 分子の化学修飾等による無秩序性の導入または構造制御（反強誘電体化）を施すことで、幅広い温度領域で高い誘電率を安定的に維持できる材料開発に取り組む。
- 3) 結晶構造の高次元化による誘電異方性の低減化に取り組む。
- ・電着法などを用いたモット絶縁体やスピンパイエルス絶縁体の薄膜化技術を開発し、巨大電界誘起抵抗変化効果を示す有機エレクトロニクス素子を開発を行う。
- ・強相関有機エレクトロニクス：インクジェット印刷法による有機金属電極作製技術を高度化し、難溶性の電荷移動錯体材料にも適用可能なダブルショット・インクジェット法を開発を行う。さらに、単結晶素子において高移動度を確認した TTF 系有機半導体の薄膜化技術を開発し、高性能有機薄膜トランジスタを開発する。
- ・強相関有機エレクトロニクス：分子間に水素結合相互作用を有する物質を用いた有機薄膜電界効果トランジスタを開発し、その動作特性を明らかにする。
- ・強相関有機エレクトロニクス：電場、圧力（静水圧・一軸圧）などによる強相関電子系単結晶の相制御を行い、その結晶構造解析から物性の発現機構に関して知見を得る。
- ・強相関有機エレクトロニクス：軌道放射光 X 線、あるいは中性子線を用いて、精密構造解析によって新規有機誘電体単結晶の分極の起源を解明する。特に水素結合系誘電体結晶において重要な役割を果たす水素結合部位における原子核分布、電子密度分布の解析を行なう。
- ・強相関スピントロニクス：反強磁性絶縁体であるマンガ酸化物の光誘起超高速絶縁体-強磁性金属転移の探索を進める。フェムト秒反射分光と磁気カー効果測定を用いて、超高速強磁性金属化のために必要な物質設計指針を明らかにする。
- ・強相関スピントロニクス：強磁性磁化の運動を実時間・実空間で観測する測定装置の改良を進める。偏光検出感度と空間的な均一性の向上をはかると同時に、面内磁化の測定に対応できるようにする。また、微細加工を施した強磁性薄膜試料を用い、外部磁場を用いずレーザーパルス光照射のみによる磁区構造の制御を試みる。
- ・強相関有機エレクトロニクス：第二高調波発生法を用いて、有機誘電体結晶の強誘電ドメイン構造に関する知見を得る。光照射による誘電性的高速制御の可能性を検討する。

- ・強相関酸化物相制御：チタン酸化物と遷移金属酸化物や有機半導体のヘテロ接合を用いた光キャリア注入による高速スイッチング現象の探索を進める。
- ・強相関スピントロニクス：Co や Ru 系ペロブスカイトに強磁性電極を展開し、スピン偏極分光を行う。
- ・強相関スピントロニクス：スピン SEM に電流導入機構を設置し、磁区構造の電流による変調のその場観察を行う。
- ・強相関酸化物相制御：界面ショットキー接合の制御要因を化合物の電子状態から統一的に理解し、抵抗スイッチ型メモリデバイスを構成する電子機能要素を整理して、各要素ごとに最適化を行う。また、単純二元酸化物の抵抗変化メモリ効果について、実空間での局所的金属領域生成の有無を検証し、その動作機構解明へとつなげる。
- ・強相関スピントロニクス：接合部分を100 nm 以下とした強相関 Mn 酸化物スピントンネル接合作製プロセス技術を開発する。また、ポリイミド層間絶縁膜プロセスを最適化し、強相関酸化物スピントンネル接合の特性再現性を高める。
- ・強相関スピントロニクス：確立されつつある強相関 Mn 酸化物スピントンネル接合を活用することにより、ペロブスカイト遷移金属酸化物に対するスピン分光技術の開発を行う。
- ・強相関スピントロニクス：強相関 Mn 酸化物スピントンネル接合に対し、電流誘起磁化反転を詳細に調べ、反転電流密度の低減に資するデバイス構造を明らかにする。
- ・強相関スピントロニクス：ZnSe などで見出されている高温まで残るスピンホール効果の微視的機構を探る目的で、電子間の非弾性散乱効果を調べ、そのトポロジカルスピncalentに及ぼす影響を評価する。量子スピンホール効果に関しては、通常の絶縁体との間の相転移の一般論を展開し、物質探索に寄与する。
- ・強相関スピントロニクス：より物質に即して、電気・磁気効果の微視的理論を展開する。具体的には、各電子配置ごとにどのようなスピン・軌道相互作用のチャンネルが働くか、またそれらによる電気分極の定性的違いを明らかにする。動的側面に関しては、現象論的な理論でカイラルな「スピン液晶」の可能性を追求する。
- ・強相関酸化物相制御：電場によるスピン・軌道秩序の融解現象に伴う絶縁破壊現象を Keldysh 形式と動的平均場近似を用いて調べる。電流とともに、電子グリーン関数を非平衡状態に対して計算し、光電子分光などの実験を予言する。ゼナートンネルの計算に、結晶波数に関する周期性を取り入れることで、ブロッホ振動と種々の動的干渉効果を計算する。

## 2-(3)-② 新機能ダイヤモンドデバイスの開発

### 【中期計画（参考）】

- ・各種の応用を目指したダイヤモンドデバイスを実現するために、材料加工技術、表面修飾技術及び界面準位の面密度を $10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 以下に抑制する界面制御技術の開発を行う。

### 《平成19年度計画》

- ・新しいn型ドーピングの探索を行う。p-n 界面およびp-i-n 界面特性を制御し、高品質な電気伝導を持つ界面を作製する。高密度励起子状態の挙動の薄膜特性依存性を明らかにする。また、励起子の拡散現象を利用したデバイス構造を作製し、紫外線発光ダイオードの発光効率向上を図る。

### 【中期計画（参考）】

- ・ダイヤモンドの持つ優位性を生かした10 kV 耐圧デバイス、ナノモルレベルの感度を持ち100回繰り返し検知可能なバイオセンサ及び紫外線発光デバイス等のダイヤモンドデバイスを開発する。

### 《平成19年度計画》

- ・パワーデバイスにおけるダイヤモンドの可能性について、ショットキーバリアダイオードで、逆方向リーク電流が小さく、250 °Cの高温で動作するデバイスを実証し、SiC など他材料に対して優位性実証を示す。そのために、高バリアハイト実現の金属と表面処理を最適化すると共に、それを実現すべく高速・低欠陥エピ成長技術にも注力する。
- ・ダイヤモンド電気化学的センサを10  $\mu\text{m}$  以下に微細化し、検出感度の向上を図る。

### 【中期計画（参考）】

- ・ダイヤモンドのデバイス化に不可欠な大型基板作製のための基盤技術を開発し、1インチ以上の種結晶を合成する。

### 《平成19年度計画》

- ・プロトタイプ合成装置での単結晶成長条件の最適化で、高品質ハーフインチウエハの開発を行う。

## 2-(4) ナノ現象解明のためのシミュレーション技術の開発

ナノスケールデバイスの動作原理の解明とその設計・製作には、数 nm から数100 nm のスケールをカバーする高精度かつ高速なナノシミュレーション技術が不可欠である。そのため、ナノシミュレーション技術の開発を行い、分子デバイスや有機デバイス等の作製を支援する。また、より広範なナノ物質の構造、物性、反応やナノ現象等について広範な理論研究を行う。

## 2-(4)-① ナノ物質の構造と機能に関する理論とシミュレーション技術の開発

### 【中期計画（参考）】

- ・量子力学及び統計力学に基づくシミュレーション技術を高機能化及び統合化して、ナノデバイス設計のための統合シミュレーションシステムを開発する。

### 《平成19年度計画》

- ・シミュレーション技術の高機能化及びその適用として、



以下を研究する。

- 1) ナノ構造体の構造安定性と動的性質を予測・解析する分子シミュレーション技術の開発をする。具体的には、一般化粗視化法、分子間相互作用の高精度化法、高速高精度自由エネルギー計算法の開発を進め、脂質二重膜・リボソームの安定性と形成過程、糖鎖と蛋白質の相互作用の解析、新構造シリコンナノ構造体などに適用する。
- 2) 第一原理電子状態計算コードに、スピン軌道相互作用およびノンコリニア磁性に関わる計算機能を導入し、「電場・磁場・応力」と「分極・磁気モーメント・歪」の間の交差相関を研究するためのツールを確立し、適用研究を行なう。特に、界面・ナノスケール格子欠陥に着目して研究を進める。
- 3) 平成18年度に引き続き、燃料電池技術の高度化・設計に向けて電極二相界面に関する総合的シミュレーションを実施する。ならびに、揮発性有機化合物(VOC)の環境影響評価のための解析を行う。
- 4) GW 近似によって一電子励起スペクトルを計算するプログラムを整備開発して現実系へ適用する。以上のようなシミュレーション技術を統合化する手法の適用範囲を広げる。

【中期計画（参考）】

- ・単一分子を介した電子輸送や単一分子に起因する化学等の問題に適用できる新しいシミュレーション理論を構築する。

《平成19年度計画》

- ・単一分子架橋系を介した電子輸送問題において、伝導に重要な影響を及ぼす諸因子を理論・シミュレーションにより解明する。

【中期計画（参考）】

- ・ナノ材料やナノ流体等の構造及び機能に関する理論を進展させ、実用的なナノ材料設計及びナノデバイス・プロセスモデリングを行うソフトウェアプラットフォームを構築する。

《平成19年度計画》

- ・界面張力・濡れと流れを統合したナノ流体プロセスモデリング手法の構築を目指す。強磁性ナノ構造におけるスピンの依存した電気伝導の理論を進展させ、ナノスピントロニクスデバイスマデリングの基盤を構築する。第一原理計算とモデル理論を組み合わせる光機能分子材料の理論モデリングを行う。

【中期計画（参考）】

- ・ナノスケールの理論研究により、量子コンピューティングを実現する新たな構造及び相転移を高速化する光誘起相転移材料の最適組み合わせ構造等の提案を行い、最先端デバイスの開発を先導する。

《平成19年度計画》

- ・ナノスケール強磁性体を介した超伝導ジョセフソン接合における巨視的量子ダイナミクスを理論的に解析し、

その機能性を活用した磁気デバイスや量子コンピュータの理論提案を目指す。外場誘起相転移を示す錯体材料の最適構造を探索するため、金属サイト置換効果を理論的に明らかにする。

### 3. 機能部材の開発による輸送機器及び住居から発生するCO<sub>2</sub>の削減

製造業以外で大きな排出源である輸送機器と住居からのCO<sub>2</sub>排出の削減に材料技術から取り組むため、軽量合金部材の耐熱性向上と大型化する技術を開発し、エンジンと車体の軽量化を実現し、また、高断熱等の機能化建築部材に関する研究開発を行うことにより、建築物の居住性を損なわずにエネルギーの消費低減に貢献する。

#### 3-(1) 耐熱特性を付与した軽量合金部材の開発

輸送機器の重量を軽減することを目的として、実用的な耐久性を持つ鍛造性と耐クリープ性に優れた耐熱軽量合金及びその加工技術の開発を行い、エンジン部材等への使用を可能にする。

##### 3-(1)-① 耐熱性軽量合金の開発

###### 【中期計画（参考）】

- ・軽量金属材料のエンジン部品を実現するため、鍛造部材の製造技術に必要な耐熱合金設計、連続鍛造技術、セミソリッドプロセスによる高品質部材化技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

###### 《平成19年度計画》

- ・セミソリッド成形加工により高品質部材を得るため、新方式による合金スラリーの鍛造条件を調べる。一方、平成18年度までに得られたSi添加およびSiC添加法ではAl合金なみの高温強度を得ることはできなかった。平成19年度においては高温強度をさらに高めるため、Si添加量の効果の検討および複合効果の検討を行う。

#### 3-(2) 軽量合金材料の大型化と冷間塑性加工を可能とする部材化技術の開発

輸送機器の車体等を軽量化するため、冷間塑性加工が可能な軽量合金の薄板材とその加工技術を開発し、低コストの軽量合金素形材の生産技術を実現する。

##### 3-(2)-① 高加工性軽量合金素形材の開発

###### 【中期計画（参考）】

- ・車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために必要な連続鍛造技術、冷間塑性加工プロセスによる部材化技術、集合組織制御による面内異方性を低減する圧延薄板製造技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

###### 《平成19年度計画》

- ・連続鍛造機によりマグネシウム合金の高品質ビレットを製造するための組織制御技術を開発する。摩擦攪拌接合をマグネシウム合金と鉄系材料の異種接合まで拡張する。AZ31合金の異周速圧延における処理条件

の影響を明らかにし、成形性の改善を目指す。また、AZ61合金に対する異周速圧延の可能性を検討する。交差圧延法により効果的に面内異方性を低減させるためのマグネシウム合金組成を探索し、成形性を検証する。鏡面研磨していないマグネシウム合金の DLC コーティングにおいて、耐食性向上に有効な成膜条件を探索する。

### 3-(3) 快適性及び省エネルギー性を両立させる高機能建築部材の開発

住環境の冷暖房の効率を向上させる高断熱部材の開発、我が国の高温多湿な気候風土に適した「調湿材料」等の居住者の快適性を確保する知能化建築部材の開発及びそれらの低コスト化技術の開発を行う。

#### 3-(3)-① 省エネルギー型建築部材の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・建築物の空調エネルギーを10 %削減するための調光ガラス、木質サッシ、調湿壁、透明断熱材、セラミックス壁及び照明材料等の各種部材の開発及び低コスト化を行う。また、熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。

##### 《平成19年度計画》

- ・調光ミラーの耐久性の更なる向上を図ると共に、大型ガラスによる実証試験を行う。自律型調光ガラスでは、サーモクロミックガラスのパリエーションを広げるとともに、屈折率の制御や膜の最適化を図る。木質材料については、薬液含浸や圧縮による高性能化に伴って生じる問題点を抽出し、その解決技術を検討する。調湿材料系では、イモゴライト系における材料特性の最適化とデシカント空調デモ機の試作を行う。廃棄物リサイクルによる保水性建材では、実証試験、室内実験により特性を評価し、保水機能発現メカニズムを検討する。
- ・平成18年度で得られた多孔質ガラスを蛍光ガラスにし、LED と組み合わせて照明装置を試作する。また、蓄光材料については孔中の蓄光材料の状態と蓄光性能の関連を検討する。

### 4. ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

我が国のものづくり産業の国際競争力強化を支援するためには、ものづくりの共通基盤ともいえる先端的な計測・加工技術を開発し、これを国内事業者に普及することが重要となる。そのため、ナノレベルでの精密な計測や加工を可能とする技術や設計した機能をそのまま実現する部材などの開発を行う。さらに、これらの技術を産業に移転するための先端微細加工用共用設備の整備と公開運用を行うほか、加工技術の継承と活用を図るためのデータベース等を作成して、公開する。

#### 4-(1) 先端計測及びデータベース等の共通基盤技術の開発

機能性材料及び先端計測・加工技術の社会への受容を促進するため、共通的また政策的な基盤の整備を行い、ものづくり産業を支援し、国際競争力の強化に資する。また、加工技術の継承と活用を推進することにより、少子高齢化による熟練技術者の不足問題への対策を行う。さらに、製造環境や作業者の状態等を総合的にモニタリングする技術等を開発し、製造産業の安全と製品の信頼性の向上に貢献する。

#### 4-(1)-① 高度ナノ操作・計測技術とナノ構造マテリアルの創成技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・加工と計測との連携を強化するための、プローブ顕微鏡等を応用した複合的計測技術を開発する。また、計測データの解析を支援するナノ構造体のシミュレーション・モデリング法、高精度計測下での生体分子のその場観察と操作技術等の新手法を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・平成18年度までに開発された走査型近接場光学顕微鏡では、高さ方向のみ、粗動も含めて高精度な位置計測が可能であるが、平成19年度はこれを3次元的にナノメートル計測可能なように改良を行う。これにより、実際の量子輸送計測に用いられているホールデバイスでも任意の位置を正確に計測できるようにする。
- ・エネルギー損失電子顕微鏡により、ソフトマテリアルのナノ空間における化学構造情報を得るための観察条件の最適化を行い、企業との共同研究を通じて、工業材料への適用を行い、構造形成機構、構造一物性相関を明らかにする。

##### 【中期計画（参考）】

- ・金属ナノ粒子、ナノコンポジット材料やコポリマー等のナノスケールの微細構造を持ち、特異な物性を発現する新規ナノ材料の開発及び探索を行う。また、ナノ構造材料の形成プロセスと機能的利用を進めるモデリング技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・サイズを厳密に規定した遷移金属、貴金属等のナノクラスターに対する小分子の吸着、反応性を検討し、従来にない新規な触媒活性を有するナノクラスターの存在を明らかにする。また、ナノクラスターの組成、サイズに反応性がどのように依存するかを調べ、ナノクラスターの触媒活性の起源を明らかにする。
- ・ブロック共重合体 (BCP) をテンプレートとしたナノ多孔体に代表されるナノ構造制御について、継続研究する。さらに、水溶性を有するブロックを持つ BCP の表面偏析を利用して、非吸着性表面の自発的形成に関する研究を行う。対象とするタンパク・細胞・海洋生物などが水中で吸着・接着できない表面の創製と、その表面の詳細な解析を行う。高せん断成形加工法を用いた新規ナノ材料開発を企業と共同で進める。さらに、ポリマー/無機フィラー複合系ナノコンポジット

材料を創製し、新規機能材料創出に資する。

#### 4-(1)-② 新機能部材開発のための基盤技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・ナノ結晶粒や準安定相の利用等による高性能なエネルギー変換型金属部材及び鉛を用いない新規圧電体等の低環境負荷型セラミックス系材料に関して、材料設計、作製プロセス及び特性評価方法等を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・ナノ結晶ホイスラー合金の熱電性能向上のため、より低温で緻密な成形体を作製するプロセス技術を開発する。高温での熱電変換材料を探索するため、酸化チタン系熱電材料の特性を評価する。板状の形状記憶合金の特性を評価し、アクチュエータを試作する。ニオブ系圧電素材を中心に、引き続き材料組成の探索、性能評価を行うとともに、部材化に向け残された課題抽出を行う。太陽光などの自然エネルギーを用いて省エネルギーで安全に環境を浄化できる高機能性光触媒の開発を行い、外部機関と協力して応用・実用化を進める。
  - ・超微粒子  $\text{TiC}$  系サーメット合金の作製プロセスにおいて、耐熱衝撃性を改善するための添加元素（ボロン等）について検討する。さらに、硬質粒子の結晶成長制御を行い、耐衝撃性の改善を目指す。また、 $\text{Ti}_3\text{XC}_2$  ( $\text{X}=\text{Al}, \text{Si}$ ) をベースとする材料については、用途の拡大を目指して合成過程、組織と特性の関係を明らかにする。 $\text{Bi}$  含有銅金の casting 欠陥と添加  $\text{Bi}$  量を低減するため、鑄造組織を微細化する鑄造技術について検討を行う。透明電導膜  $\text{ITO}$  の代替材料の研究として、酸化亜鉛薄膜の耐久性の向上に関する検討を行う。
  - ・希土類磁石の酸溶解液から  $\text{Nd}$  および  $\text{Dy}$  を分離回収する方法を開発する。また3波長蛍光体に関し、 $\text{Tb}$  の回収方法を確立するとともに、溶媒抽出等、湿式精製処理からの再合成に適した反応系を明らかにする。さらに未劣化廃蛍光体の再利用性について評価する。
- (IV. 1-(4)-②より再掲)
- ・過アルカリ岩に伴う熱水性変質部の重希土類元素のポテンシャル評価を行うとともに、平成18年度に明らかになった鉄マンガン鉱床の海外での重希土ポテンシャル評価を行う。重希土類資源データベースのアップグレードを行う。(IV. 2-(1)-①を再掲)

##### 【中期計画（参考）】

- ・高次構造制御等により、優れた電磁氣的、機械的、熱的及び化学的特性を示す有機部材及び有機無機ハイブリッド部材を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・平成18年度までに合成した有機無機ハイブリッドを中心に、ネットワーク構造の改良等を検討し、成型時の加工性向上を図る。
- ・より汎用性の高い機能化ポリオレフィン合成触媒系の開発を行う。また、機能化ポリオレフィンを利用した複合材料の開発に着手する。

- ・高分子ゲルの溶媒や有害化学物質等の吸放出・吸脱着特性等について検討を行う。また、これまでに得られたゲル素材の合成法・調製方法、構造制御等の知見を行かし、優れた伸縮機能を有する新たなゲル材料の設計・合成を行う。

#### 4-(1)-③ 加工技能の技術化と情報化支援技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・加工条件や異常診断等に係わる熟練技術者の技能をデジタル化する手法を開発し、その結果をもとに加工技術データベースを構築する。これらの成果を企業に公開することで、要素作業の習得に要する期間の半減等の企業における人材育成への貢献を実務例で実証する。

##### 《平成19年度計画》

- ・加工技術情報データベースを充実し、企業利用者の拡大と利用促進に努め、新たに1000ユーザを獲得する。また、企業の技能継承支援のために、鍛造、鑄造、めっき、熱処理等の加工法について、加工現場における技術ノウハウの調査・分析を行い、技術ノウハウを記述するために必要な情報を体系化し、記述の雛形（加工テンプレート）を作成する。作成された加工テンプレートに基づき、技術ノウハウのデータベース化を企業で検証する。さらに、技能を評価するための手法および測定機器を開発する。
- ・加工技術者の作業技能継承及び習得期間短縮のため、作業中にタイムリーに情報を提供する対話的な加工支援の基本技術を研究開発する。具体的には熱加工技術を例題に、被加工物の計測技術及び熱変形予測技術、加工作業中の技術者への教示技術を研究開発し、試作システムを作製する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・製造業が自社業務に合った設計・製造ソフトウェアを容易に作成することを可能とするプラットフォームを開発して、1000社以上への導入を目指す。さらに、企業の業務形態に合わせて設計・製造プロセスをシステム化・デジタル化する技術を開発して公開し、現場での運用により効果を確認する。また、設計・製造プロセスにおける性能・品質の多面的評価等を行う技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・システム設計の知識が無くても、自社の技術ノウハウのデータベース化を可能とするため、業務フローからシステム設計を行う技術、システム設計からプログラムを自動生成する技術、ソフトウェアの導入・保守を支援する技術を開発し、具体的な加工法について企業で検証する。また、この技術の基盤となる、設計・製造ソフトウェアの開発基盤である  $\text{MZ}$  プラットフォームの普及発展に努め、新たに150ユーザを獲得する。

#### 4-(1)-④ 安全・信頼性基盤技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・製造環境等のモニタリング用として、 $\text{H}_2$  や  $\text{VOC}$  等の



雰囲気ガスや温度を高感度かつ選択的に検出するセンサを開発する。また、作業者の状態を総合的にモニタリングし、作業の安全性と信頼性を保つための予測技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・マイクロ熱電式水素センサの長期安定性と信頼性向上のための要素技術を開発し、呼気中水素分析によるストレス計測における問題点を明らかにする。VOC センサに関しては選択性を維持しつつ素子の高感度化を図る。赤外センサ単素子の抵抗温度係数やノイズ評価を行い、作製プロセスの最適化を行う。汗中の乳酸分析などを対象としたマイクロ流体集積システムを作製し、システム化の設計手法や問題点を明らかにするとともに、乳酸量と蛍光強度の検量線作成を試行する。得られた様々なデータに対しての時系列解析と統合判定解析を試みる。

【中期計画（参考）】

- ・MEMS 技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証する。

《平成19年度計画》

- ・マイクロポンプを有した捕集システムと、振動センサ、検出システムを合体した全体システムの動作試験を行い、においセンシングによる人間の健康管理について試験を行う。安心安全応用としての鳥インフルエンザ監視用システムに関してはパワーマネジメントにより10 mW 級以下の消費電力を達成する。また実際の動物実験を行う。

【中期計画（参考）】

- ・プローブ特性やデータ処理方法を改良した計測システムの構築により、大面積部材の非破壊検査が現状の10 %以内の時間で可能となる技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・検査時間の短縮、更なる広範囲領域の計測のため、アルゴリズムおよびプログラムの高度化を進める。また、非破壊検査システムの整備を継続し、高感度磁気センサの適用やステージの高速化を図る。さらに、電磁気的な非破壊検査法を用いて、内部欠陥を含む様々な欠陥のデータを取得するとともにそのデータを用いた欠陥画像再構成に着手する。

#### 4-(1)-⑤ ナノテクノロジーの社会影響の評価

【中期計画（参考）】

- ・ナノテクノロジーの社会影響について、意識調査も含めた総合的な調査を実施して、その結果を広く公表して施策の提言等に資する。ナノテクノロジーの技術的側面と社会的意義及び潜在リスクをバランス良く整理したナノテクについての教材を開発して普及を図る。

《平成19年度計画》

- ・ナノテクノロジーに関する定量的・定性的意識調査の結果を踏まえて、専門家と一般市民を交えた公開ワー

クショップを開催し、社会に受け入れられる研究開発のあり方について討議し、提言をまとめて広く公表する。ナノテクノロジーの国際標準化に関して、ナノ材料関係用語を中心に規格草案作成に協力する。

#### 4-(2) 先端微細加工用共用設備の整備と公開運用

ナノテクノロジーや MEMS 作製に必要な最先端の微細加工施設を整備し、産業界及び大学の研究者と技術者が利用可能な仕組みを整え、微細加工のファウンドリ・サービス等を実施して、横断的かつ総合的支援制度を推進し、産業界の競争力強化と新産業創出に貢献する。

#### 4-(2)-① ナノプロセッシングファウンドリ・サービスの実施

【中期計画（参考）】

- ・共用ナノプロセッシング施設をさらに拡充・整備し、支援プログラムを通じて産総研内外に公開することで、ナノテクノロジー研究者・技術者の研究開発支援を充実させる。

《平成19年度計画》

- ・ナノテクノロジーの社会的基盤として、産総研ナノプロセッシング施設(AIST-NPF)をさらに拡充・整備するとともに、産総研における研究支援・人材育成に係わるネットワークを形成する。その研究支援インフラを産総研内外に公開することで、ナノテク研究者・技術者への研究開発プロモーションを充実させる。また、そのネットワークを活用して、産総研の第2期中期目標に合致する、極微細加工や計測技術に関する自立したナノテク製造中核人材養成プログラムを構築し、産総研内外へのナノテクノロジー産業人材の輩出を目指す。

#### 4-(2)-② MEMS ファウンドリ・サービスの実施

【中期計画（参考）】

- ・共用 MEMS プロセッシング施設をさらに拡充・整備し、産総研内外に公開することで、プロトタイプングを迅速に行うなどにより、研究者・技術者への研究開発支援を行う。

《平成19年度計画》

- ・高度情報化社会の技術基盤となる高機能 MEMS 製品の開発促進を目指し、MEMS やナノインプリント技術を異分野産業に提供し、各種アイデアの迅速な実証によるビジネス化の促進を図る。MEMS 技術に参入を考えている企業技術者等を対象に、MEMS の基礎知識、設計手法（設計シミュレーション）、プロセス実習・講習（マスク作成からエッチング技術、計測・評価技術の体得）を通して、MEMS 技術を学んでもらい、MEMS 技術の普及に努める。MEMS 人材育成事業のための実習および研究会をそれぞれ4回以上行う。

#### 5. ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

ナノテクノロジーの基盤技術をバイオテクノロジーへ応用展開し、医療技術等に革新的な進歩をもたらすための融合的な研究開発を行う。そのため、ナノスケールの計測・分析技術等を駆使して、生体分子間の相互作用等の解析を行い、その人工的な制御を可能とする。また、計算機の利用技術の開発によってナノスケールの生体分子のシミュレーションを実用化し、創薬等に寄与する。

#### 5-(1) バイオテクノロジーとの融合による新たな技術分野の開拓

生体と材料表面とのナノスケールの相互作用を利用したバイオインターフェース技術の開発を行い、創薬、診断及び治療に関わる技術の高度化に貢献する。また、創薬における探索的研究プロセスを大幅に短縮するタンパク質等の複雑な生体分子のシミュレーション技術を開発する。

#### 5-(1)-① バイオインターフェース技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・標的指向ドラッグデリバリシステムの効果を前臨床段階で確認し、製薬企業への技術移転を図る。

##### 《平成19年度計画》

- ・アクティブターゲティング DDS の中枢神経疾患モデルでの有用性を証明する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・生体適合セラミックスのナノ構造を制御する新規形成プロセスの開発を行い、人工骨や経皮デバイス等へ応用する。

##### 《平成19年度計画》

- ・昨年度までに確立した手法を用いて、FGF 担持アパタイト-高分子複合体を作製し、生理活性、及び力学的性質を評価する。フォスフォオリナーコラーゲン複合体の深部うしょく治療材料、歯周病治療材料として製品化するための規格化試験を行う。ナノピラーなど、ナノ構造を有する材料や多孔性材料上での間葉系細胞の挙動、遺伝子、たんぱく質プロファイルを調べ、マテリアルゲノミックスの基盤データを蓄積する。細胞の材料表面への接着を自在にコントロールし得る新規コーティング材の開発を行う。ナノスケールの孔を有する半透膜材料や生体分子等を利用して脳神経疾患に対する細胞移植治療に有用な新規医療用材料の開発に着手する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・微小流路における流体现象を活用した診断用チップの実用化を図る。また、超臨界流体の特異性を利用した局所的化学プロセスを開発し、高効率流体化学チップを実現する。

##### 《平成19年度計画》

- ・平成18年度に見いだした流路断面の制御による試薬の定比混合技術の実用化を図る。高効率流体化学チップの開発ではコラーゲンやエラスチンなどのポリペプチ

ドをはじめとした生体分子を高効率で合成するプロセスの開発を目指す。

#### 5-(1)-② 原子・分子レベルのバイオシミュレーション・モデリング技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・これまで開発してきたフラグメント分子軌道法等のシミュレーション手法を発展させ、2万個程度の原子からなるタンパク質のような巨大分子の電子状態計算を可能にする。さらに、他のシミュレーション手法と組み合わせ、タンパク質工学や創薬における分子設計への適用を実現する。

##### 《平成19年度計画》

- ・マルチレーヤ FMO を核とした量子・古典融合法の開発を進め、低・中精度（高速）から高精度（低速）の計算手法を揃え、バイオシミュレーション手法としての汎用化を図る。同時に、光合成蛋白質の励起状態や、PCM 液内での蛋白質の構造などの適用研究を行う。

#### IV. 環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を実現するための研究開発

環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を将来にわたって維持していくためには、産業活動に伴い発生する環境負荷を極力低減させつつ、エネルギーの安定供給を確保することにより、社会、経済の持続可能な発展を実現させていくことが求められる。このため、産業活動や社会生活に伴う環境負荷低減を図る観点から、環境予測、評価及び保全技術を融合させた技術により、環境対策を最適化する。また、地圏・水圏循環システムの体系的理解に基づいて、環境に調和した国土の有効利用を実現するとともに、エネルギーと資源の効率的利用によって、化学産業の環境負荷低減を促進する。エネルギーの安定供給確保を図る観点から、燃料電池及び水素等の分散エネルギー源の効率的なネットワークを構築するとともに、再生可能エネルギーであるバイオマスエネルギーを導入し、エネルギー自給率を向上させ、CO<sub>2</sub>排出量を削減する。加えて、産業、運輸及び民生部門の省エネルギー技術開発により、CO<sub>2</sub>排出をさらに抑制する。

#### 1. 環境予測・評価・保全技術の融合による環境対策の最適解の提供

環境対策の最適解を提供する新しい技術を創造するためには、評価技術及び対策技術の双方を高度化しなければならない。このうち、評価技術においては、化学物質リスクの評価に基づいた環境対策を提案する技術と環境負荷の評価に基づいた環境対策を提案する技術の両方を確立する必要がある。前者に対しては、最適ナリリスク管理を実現するための技術を、後者に対しては、生産・消費活動の最適解を提案できる技術を開発する。また、対策技術においては、環境汚染の拡大を未然に防止する技術が必要である。このため、汚染の早期検出及び経時変化を予測できる環境診断・予測

技術及び汚染を効率的に除去するリスク削減技術を開発する。

#### 1-(1) 化学物質の最適ナリスク管理を実現するマルチブルリスク評価手法の開発

化学物質の最適ナリスク管理を実現するため、リスク評価の概念を普及させるとともに、評価と対策の融合を含む総合的なリスク評価技術とそれを用いた管理手法を開発する必要がある。リスク評価の概念普及のためには、既存物質について詳細なリスク評価を実施して公開するとともに、代替物質や新技術による生産物等のリスク評価も実施する。総合的なリスク評価のためには、従来困難であった多面的な評価に基づくマルチブルリスク評価技術を開発する。化学物質のうち、火薬類や高圧可燃性気体等については、利用時における安全性の確保も重要な課題である。このため、安全性評価基準等の国際的統一化に向けた研究開発を実施するとともに、構造物等の影響を考慮した評価技術を開発し、燃焼・爆発被害を最小化する技術を開発する。

#### 1-(1)-① マルチブルリスク評価手法の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・リスク対ベネフィットを基準とした管理手法を広く普及させるため、化学物質リスクによる損失余命に生活の質という観点を組み込んだ新しい評価手法及び不確実性を含んだ少ないデータからリスクを推論する手法を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・有害性データが限られている物質について、損失余命や損失質調整生存年数の尺度によるリスク計算を、不確実性の推定を伴った形で可能にする手法を開発する。平成19年度は、環境排出量の多い物質、発がんや神経影響など主要な影響に着目して、有害性情報が比較的多く存在する物質における各種試験結果のデータベースを構築し、データマイニングの手法を適用するなどして、試験項目間の関連性の抽出を試みる。
- ・引き続き、利他的動機を含めた社会的選好の定義や導出手法を開発を行うとともに、公的意思決定やリスクコミュニケーションへを合理的に行うための手法を検討する。
- ・室内に存在する各種製品からの放散量を換気量と共に測定し、放散源推定法についてその妥当性を検討する。また、製品からの放散量をチャンバー法により測定し、各化学物質の室内濃度を低減するために必要な対策を検討する。逆解析モデルでは、複数発生源が存在する場合での解析、排出量推計の精度、発生源の形状や高度の影響、等を検討する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・30種類以上の化学物質について詳細リスク評価書を完成させ、公表するとともに、社会とのリスクコミュニケーションの中でリスク評価手法を改善し定着させ、行政、産業界での活用を促進する。また、これまで開

発してきたリスク評価・解析用ツールを公開し、行政、産業及び教育の場で広く普及させる。

##### 《平成19年度計画》

- ・詳細リスク評価書作成計画対象30物質のうち、未完成のトリクロロエチレン等5物質の詳細リスク評価作業を継続し完成させる。前年度までに評価を終えて未公表の9物質の評価書についても公開する。そのうち社会的に注目度の高いいくつかの物質については、書籍として出版、および英語版を作成して国際的に公開する。
- ・次世代 ADMER の開発を進め、新たに原因物質のフィールド調査を行い、VOCs の排出削減シミュレーションの妥当性を検証する。水系暴露解析モデルの適用地域を日本全国の1級河川に広げ、既存の観測データを用いた検証を実施する。海域モデルについては、2次3次の分解生成物の予測や生物蓄積過程を組み込むための研究を開始する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・互いに関連しあう複数のリスクのトレードオフ構造の中で、社会が許容可能なリスクを選択できるマルチブルリスク管理のためのリスク評価手法を確立するため、複合製品のリスク評価手法、定量的構造活性相関（QSAR）を用いた未知の化学物質の毒性予測手法及び多物質を対象にした包括的評価手法を開発するとともに、すでに実施されてきたリスク管理対策事例から政策効果等のデータベースを構築する。

##### 《平成19年度計画》

- ・国内外の既存有害性データベースから、*in vitro* 試験や動物試験に関する信頼性の高い論文や報告書を収集する。これらの情報から、試験の検査・観察結果等と主たるヒト健康影響の相互関連性を抽出するためのデータマイニングに用いられる手法を検討する。同様に、信頼性が高い試験結果から、魚類、藻類、甲殻類ごとに影響の種類や毒性作用機序を収集し、基本データセットを作成する。これを基に、無影響濃度（NOEC）等の用量－反応関係を推論する手法を検討する。
- ・人口構成、土地利用、農産物、飼料作物、乳用・肉用牛、乳製品及び肉類に関するデータベースを GIS 上に構築し、これを基に、重み付け手法として、空間的相互作用モデル（エントロピー最大化モデル）の適用を検討し、摂取量分布推計システムを構築する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・難燃剤、工業用洗浄剤、溶剤等の各種代替物質の開発過程で、その導入の合理性を評価することが可能なリスク評価技術を開発するとともに、未規制物質の中から代替品を選択する技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・室内空気中のトルエン・キシレン暴露量、および両物質による神経毒性の用量－反応関係に関する不確実性



の低減を目指し、詳細な解析を行う。暴露については、室内モデルによる濃度推定を検討する。用量－反応関係については、両物質による神経毒性の作業機序を確認し、より多くの知見の蓄積があるトルエンの用量－反応関係をキシレンにも利用できるかどうか検討する。室内に加え、自動車排ガス等に起因する屋外での暴露によるリスクを評価する。溶剤代替におけるトレードオフについては、コストの評価を中心に、引き続き検討する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・環境中でのナノサイズ物質の反応・輸送特性を解析できる粒子計測・質量分析技術を開発するとともに、ナノテクノロジー等の新規技術体系により作られる物質に対し、社会への導入以前にそれらの物質に内包されるリスクを事前評価する手法を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・ナノ材料の排出/暴露評価として、気中への排出特性を把握する模擬実験を進め、類型化や一般化、データベース化を図る。有害性評価としては、*in vitro* 試験のための培養細胞系の確立と、必要な周辺技術（特に微細化と液中分散化）の確立に向けた研究開発を行う。社会科学研究に関しては、ナノ材料の利用に起因する潜在的リスクと法規制との関係についての調査を引き続き行うとともに、一般人の意識調査を行い、経年変化について解析を行う。カーボンナノチューブ、フラーレン、酸化チタンについては初期的なリスク評価文書を作成する。
- ・ナノ粒子の気相分散法（超音波霧化分散法、超臨界流体ジェット法、レーザーアブレション法）を用いて、フローチャンバーにナノ粒子を分散し、チャンバー内の環境（ナノ粒子の数密度・サイズ分布、及び湿度・共存物質）と凝集・拡散特性との関係を実験的に解明する。微細化した CNT（カーボンナノチューブ）の充填層透過メカニズムを明らかにするとともに、CNT の長さに基づく分離法への応用を検討する。

#### 1-(1)-② 爆発の安全管理技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・火薬類や高圧可燃性気体等の燃焼・爆発性危険物については、評価基準等の国際的統一化（GHS）が急速に進んでいることから、国連試験法を改定するとともに、我が国の実情に則した小型かつ高精度で国際的にも利用可能な試験法を開発する。これら新規試験法により取扱技術基準の資料となる各種保安データを蓄積する。

#### 《平成19年度計画》

- ・前年度に引き続き、カナダの国立爆発物研究所（CERL）との間で爆薬中間体の危険性評価と新規試験法開発を行う。また、その成果を OECD 及び国連の会議で積極的に公表する。
- ・煙火等の火薬類の実験室規模ならびに野外での大規模

実験を継続実施し、火薬類の取扱いにおける安全性確保のために必要となる保安データを取得して、取扱技術基準作成ならびに規則改正へ向けて取り組む。

- ・水素供給スタンドの安全技術の高度化のための基礎データとして、高圧水素噴流中の着火性および静電気発生特性の解析を行うとともに、着火後の火炎の成長伝播特性および爆ごう発生特性の実験的な解明を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、構造物や地形等を考慮した周囲への影響を予測する手法を開発し、燃焼・爆発被害を最小化するための条件を明らかにする。また、海外事例を盛り込んだ燃焼・爆発事故災害データベース及び信頼性の高い煙火原料用火薬類等の物性データベースを整備・公開する。

#### 《平成19年度計画》

- ・市街地ビル等の複雑な構造・地形で爆発が発生した場合に周辺環境に及ぼす影響を、数値解析により評価する。また、大規模爆風影響計算にて爆風低減化構造をモデル化し、爆発被害を最小限にとどめるための方策について検討する。さらに、火薬類貯蔵庫の周辺岩盤を数値モデル化するために必要な実験データを取得し、超高速並列シミュレーションを用いて火薬類の爆発影響に対する信頼性の高い評価手法と対策技術を検討する。
- ・国内火薬類全事故事例を公開し、解析を行うとともに、国際標準化に向けてデータベースの環境整備を進める。また、過去の事故事例の事故進展フロー図、教訓データおよび火薬類の物性データを拡充する。海外の会議等に参加し、国内外の専門家とデータベースの連携について意見交換を行う。
- ・煙火原料および煙火組成物について、火薬学的諸特性情報を整備し、RIO-DB 内でデータベースとして完成させる。また、不足している情報や信頼性の低いデータについては再評価を行う。

#### 1-(2) 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

生産と消費に係わる諸活動の環境、経済及び社会への影響の統合的な評価手法として、ライフサイクルアセスメント（LCA）技術を開発し、広く普及させるとともに、LCA の方法論の適用対象を拡大する必要がある。このため、独自に開発した LCA 実施用ソフトウェアを国内外に普及させるとともに、LCA 研究の国際的なネットワークを構築する。適用対象の拡大については、企業や自治体等の組織の活動及び地域施策を LCA の方法論に基づき評価する手法を開発し、組織の活動計画の立案過程にその評価を導入する。

#### 1-(2)-① 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・最新の成果である LCA 実施用ソフトウェア（NIRE-LCA、ver.4）の、我が国及びアジア諸国への普及を加速するとともに、ソフトウェアの改良のため、素材・エネルギーに関する100品目以上のインベントリ（環境負荷項目）データの更新・拡充及び1,000人規模の調査等による社会的合意に基づいたインパクト評価手法を確立する。

《平成19年度計画》

- ・LCA ソフト及び LIME2普及促進に向けた活動を強化し、国際的なイニシアティブ獲得を目指す。
- 1) 10社程度の先進的企業と連携したコンソーシアムを結成し、LIME2を駆使した先行事例研究の積み上げを行う。
- 2) LIME2の手法論とデータ集をとりまとめた手引書を発行する。
- 3) LIME2の特徴を解説し、実施者の社会的要請を受け、技術交流を行うためのワークショップを複数回開催する。
- 4) アジア各国の LCA 関係者との連携を維持強化し、域内の LCA 普及発展、アジア版 LIME 開発に向けた検討を行う。

- ・これまでに開発した LCCBA 手法の実証研究を中心に行う。家電製品（テレビ、冷蔵庫）、事務機器（パソコン、サーバー）を対象とした評価を行う。得られた結果は製品間でマッピングを行い、製品ごとに最も効果の高い環境リスク削減案を提示する。さらに、これらの成果と LCCBA の手法論、実施に当たり有用なデータを取りまとめた LCCBA ガイドブックを作成する。

【中期計画（参考）】

- ・従来の製品評価型 LCA をベースに、企業活動、地域施策及びエネルギーシステムのインベントリとその影響並びに環境効率（価値/環境負荷）を組み入れた新しい LCA 評価法を開発する。また、この評価法を企業、地方自治体等の活動計画や政策立案に複数導入する。

《平成19年度計画》

- ・提案している企業活動を評価できる環境効率指標を企業へさらなる普及を図り、手法の適用範囲、適用限界を明確にして、すべての企業で適用可能な手法にする。また、製品環境効率指標は、提案している2つの手法（価値に経済価値を用いた場合と機能を用いた場合）の得失を明らかにし、それぞれの適用範囲を明確にする。そして、企業の環境適合性製品の開発を支援する。
- ・地方自治体などに対して、提案している地域施策の評価・設計に用いる LCA 手法の自治体での実際の適用、一層の普及を行なう。環境効率に関しては生活施設誘致事業以外に適用を広げる。さらに普及を図るために LCA の考え方に基づく配置・輸送を考慮した地域施策支援ツールを開発する。また、定量化が進んでいな

い地域の環境問題を取り上げ、LIME への導入にむけた環境影響の定量化を行う。

- 1) 運輸部門の温室効果ガス排出に関し、将来の展開を踏まえて試算可能な手法を高度化し、実際のアジア各国の自動車起因の環境影響評価を行う。
- 2) エネルギー技術開発について、費用対効果を含めた多側面、多段階から評価する基本的な手法を高度化する。このため平成18年度取得データの分析を進め、新技術の普及に影響を及ぼす要因の分析を行う。また量産効果に基づく補助金の設計の考え方を太陽熱温水器や住宅用太陽光発電に適用する。
- 3) 平成18年度に開発した統合評価モデルをセメント土石等に拡張し、物質的側面での持続可能な発展指標を試算可能とする。

【中期計画（参考）】

- ・日本と密接な関係を有する国々との LCA 研究に関するネットワークを強化し、当該分野での国際的拠点として先導的な役割を果たすため、APEC 地域を中心としたワークショップを開催するとともに、UNEP/SETAC ライフサイクルイニシアチブ、GALAC（世界 LCA センター連合）及び LCA 関連の ISO において主体的に活動する。

《平成19年度計画》

- ・引き続き、わが国と密接な国々との LCA 研究に関するネットワークを強化し、当該分野での国際的拠点として先導的な役割を果たす。また、UNEP/SETAC ライフサイクルイニシアチブ、GALAC（世界 LCA センター連合）及び LCA 関連の ISO などにおいて主体的に活動する。
- ・平成18年度に製品化した英語版 AIST-LCA Ver.4をアジア諸国に普及するとともに、アジア諸国のインベントリデータの構築を援助する。その活動より、産総研の当該分野での国際的、特にアジア地域の拠点として先導的な役割を果たす。

- 1-(3) 環境問題の発生を未然に防止する診断・予測技術の開発

環境問題の発生を未然に防止するには、環境汚染を早期に検出するとともに、汚染防止対策の効果を確認して次の対策へのフィードバックを可能とする環境診断技術が必要である。また、得られたデータに基づき、環境の変化を予測し、対策の有効性を推定できる技術が必要である。このうち、前者に対しては、第1期に確立した計測要素技術をベースにして、高感度な水質監視や大気監視が可能なモニタリング技術を開発するとともに、微生物を利用した環境モニタリング技術を開発する。後者の予測技術に対しては、産業活動に起因する温暖化関連物質の排出源対策が緊急の課題であるため、CO<sub>2</sub>やフッ素系化合物の環境影響評価手法及び温暖化対策技術の効果を評価する手法を開発する。

- 1-(3)-① 環境診断のための高感度モニタリング技術の

開発

【中期計画（参考）】

- ・水中の毒性量を評価する水質監視技術確立のため、毒物応答速度や再現性が悪い魚等を利用した既存システムに代わり、応答速度30分と分析誤差10 %を有する微生物等の分子認識系を抽出・固定化した毒物センサを開発する。

《平成19年度計画》

- ・化学物質応答性能の高い微生物およびそこから抽出したクロマトフォアについて、応答機構を解明し、さらなるセンサの高機能化を図る。また、センサの応答スペクトルについても網羅的な評価を行い、現場水試料への適用を図る。一方、水銀を使用しない電極については、鉛イオン以外の他有害金属の高感度検出法について検討する。また、光前処理法については、有機物濃度が高い試料など、より広範囲の環境試料にも適用できるように光反応の高効率化を図る。両手法ともに、長期安定性および環境試料中の有機物質以外の共存物質による妨害影響評価を行い、環境水中の微量有害金属の監視技術を確立する。

【中期計画（参考）】

- ・レジオネラ等の有害微生物を迅速に検出するため、従来、培養法で数日間、DNA 利用法でも数時間を要する分析を、数十分以内で分析可能な電気泳動とマトリックス支援レーザー脱離イオン化法質量分析装置（MALDI-MS）を利用した分析技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・環境中のレジオネラ菌を濃縮する技術の開発を行う。濃縮したレジオネラ菌の選択的高感度検出法として、共存微生物存在の影響を受けないキャピラリー等電点電気泳動技術の改良を図る。従来の遺伝子解析技術では解析が困難である株レベルでの微生物の識別を行うデータ解析技術を確立する。

【中期計画（参考）】

- ・細胞内の分子形態や遺伝子発現を利用して、化学物質の有害性を評価するトキシコゲノミクスの分析法の確立のため、電気泳動及びプラズマ質量分析法による細胞中元素の分子形態が識別可能な分析装置の開発及び微量試料のマイクロ流体システムに電気化学活性マーカーを有するプローブによる遺伝子検出チップ等を組込んだ細胞中遺伝子の網羅的解析システムを開発する。

《平成19年度計画》

- ・遺伝子プローブのマルチ電極への固定化と実試料への応用を目指す。その際、キャピラリーを吐出口として有するアレイスポットによる微小電極ごとに独立したプローブ固定化と微量試料の取り扱いを容易にするマイクロ流路との一体化を図る。電気泳動/誘導結合プラズマ質量分析法(CE/ICP-MS)については、前年度開発した分離能低下を抑制したネブライザーを基に

して、誘導結合プラズマへの導入効率の向上を図り、従来と比較して、より高い分析感度が得られる高効率ネブライザーを開発する。

【中期計画（参考）】

- ・高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、応答速度を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

《平成19年度計画》

- ・液体ハンドリング装置用に開発した QCM 免疫センサ素子への抗体固定化と抗原抗体反応の最適条件を検討し、抗原抗体反応量の変動を抑制できる条件を明らかにする。並行して、フローセルによる、QCM 免疫センサ素子への極微量、迅速、かつ直接の抗体固定化法を開発し、QCM 免疫センサ素子への抗体固定化率と反応性の向上を検討する。

1-(3)-② 地球温暖化関連物質の環境挙動解明と CO<sub>2</sub> 等対策技術の評価

【中期計画（参考）】

- ・CO<sub>2</sub>海洋隔離の環境影響に対する定量的評価法確立のため、海洋炭素循環プロセスを解明するとともに、CO<sub>2</sub>海洋隔離時の環境モニタリング手法及び国際標準となる海洋環境調査手法を確立する。また、CO<sub>2</sub>の海洋中挙動を予測するため、海洋の中規模渦を再現可能とした数10 km の分解能を持つ海洋循環モデルを構築し、現実地形の境界条件、CO<sub>2</sub>放出シナリオや生物・化学との関連等を統合した予測シミュレーション技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・室内等の実験結果と海洋の炭酸パラメータのデータを基に、二酸化炭素の海洋隔離による炭酸カルシウム粒子の溶解促進効果について、詳細なシミュレーションにより定量的な評価を行う。西部北太平洋の炭酸塩パラメータについて、収集したデータを元に、気候値的なデータベースを作成する。

【中期計画（参考）】

- ・クリーン開発メカニズムにおける植林の炭素固定量を評価するため、地上観測データと衛星データを統合的に解析する技術の開発により、現状50-100 %である炭素収支推定誤差を半減させ、アジアの陸域植生の炭素収支・固定能の定量的マッピングを行う。また、CO<sub>2</sub>排出対策効果の監視の基本的ツールを提供するため、地域・国別 CO<sub>2</sub>排出量変動の識別に必要な数100 km の空間分解能を持つ CO<sub>2</sub>排出量推定手法（逆問題解法）を開発する。

《平成19年度計画》

- ・熱帯地域における渦相関法の誤差の原因と推測される移流の影響を見積もる手法開発に着手する。リモートセンシングを用いて炭素吸収量データを広域化する手



法について引き続き検討する。アンサンブル型逆問題解法を現状の輸送モデルと現状の連続観測データから構築する。

【中期計画（参考）】

- ・都市高温化（ヒートアイランド現象）と地球温暖化の相互関係の評価する手法を構築するため、都市気象モデルと都市廃熱モデルの連成モデルを開発する。また、モデルにより都市廃熱の都市高温化を評価する手法を構築するとともに、廃熱利用や省エネルギー対策の都市高温化緩和に対する効果を定量的に評価する。

《平成19年度計画》

- ・アジアを中心に国外におけるヒートアイランドの状況と地球温暖化との関連について調査を行う。

【中期計画（参考）】

- ・フッ素化合物の適切な使用指針を示すため、第1期で開発したフッ素系化合物の温暖化影響評価・予測手法を改良し、省資源性、毒性、燃焼特性等の要素を考慮した総合的評価・予測手法を開発する。

《平成19年度計画》

- ・温暖化指標評価手法を完全なものとするために、更に検証を行い正確度と表示方法を改善する。また、実際の評価に用いることで応用を図る。温暖化以外の評価についても検討し、総合評価に近づける。
- ・可燃性化合物と不燃性化合物の混合系の燃焼限界の測定と予測法の開発、並びに含酸素系化合物の燃焼速度の測定を行う。工業洗浄剤開発に向けて、候補化合物の合成法の検討、環境影響、燃焼性評価を進める。いくつかのフッ素化合物群について調査及び評価を行い、大気寿命が短く特性に優れた発泡剤の開発に資する。

1-(4) 有害化学物質リスク対策技術の開発

リスク評価や環境負荷評価に基づいた事前対策によって、有害化学物質のリスク削減を実現するためには、従来の環境浄化・修復技術に加えて、潜在的問題性が認識されいながら有効な対策がとられていない小規模発生源による汚染、発生源が特定困難な汚染及び二次的に生成する有害化学物質による汚染に対処可能な技術の開発が必要である。このため、空気、水及び土壌の効率的な浄化技術を開発する。また、小型電子機器など、都市において大量に使用されながら、効果的なリサイクル技術が確立していないために、廃棄物による潜在的な環境汚染の可能性のある製品等の分散型リサイクル技術を開発する。

1-(4)-① 環境汚染物質処理技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・揮発性有機化合物（VOC）の小規模発生源を対象とし、有害な2次副生物を発生することなく従来比2倍以上の電力効率で数100 ppm 濃度の VOC の分解が可能な触媒法や低温プラズマ法を開発するとともに、高沸点や水溶性の VOC を吸着回収することが可能な新規吸着法等の処理プロセスを開発する。

《平成19年度計画》

- ・含ハロゲン、含酸素系 VOC の分解で CO の生成量を抑制できる低温プラズマ・触媒系を確立する。吸着回収では、実サイトにおけるテストを重ねることにより、通電もしくは電磁場による吸着剤直接加熱技術を用いた吸着回収装置の完成をめざすとともに、より高濃度の VOC に適した吸着剤開発並びに回収技術開発に着手する。

【中期計画（参考）】

- ・水中の難分解性化学物質等の処理において、オゾン分解併用型生物処理法など、従来法に比べて40 %の省エネルギーを達成する省エネ型水処理技術を開発する。また、再生水の有効利用のため、分離膜を組み入れた小規模浄化プロセスを開発する。

《平成19年度計画》

- ・オゾン分解併用型生物処理法の普及を図るため、普及予定先の処理特性を把握するとともに、当該事業所で使用されている原材料のオゾン分解性および生物分解性を明らかにする。シクロデキストリン吸着剤の高分子担体への新たな結合手法の開発では、トシル化シクロデキストリンの高分子担体での実施例を増やし、効率化の可能性を検討する。
- ・小型の膜分離水処理装置に、開発中の超高感度蛍光分光装置を取り付け、膜破断の検出が実処理装置に適用可能かどうかを検討する。
- ・多段式廃液浄化システムを漬物廃液浄化に適用し、実廃液の処理能力を検証する。

【中期計画（参考）】

- ・環境修復技術として、空気浄化については、ホルムアルデヒド等空気汚染物質の浄化が室内においても可能な光利用効率10倍の光触媒を開発する。また、発生源に比べ1桁以上低い有害物質濃度に対応するため、水質浄化については、超微細気泡及び嫌気性アンモニア酸化反応を利用し、土壌浄化については、腐植物質や植物等を利用することにより、各々処理能力を従来比3倍とする浄化技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・三次元構造を有するナノクラスター光触媒の構築、新規多孔質材料との複合化光触媒を構築して有害物質の分解に対する活性の向上と反応特異性の発現を目指す。また、可視光利用に関しては、これまでの研究に加え、可視一紫外光応答混合型の光触媒による活性向上効果についても調べる。光触媒材料及び浄化システム面からも反応効率を向上させる。微生物については、光触媒による変化をより明確にする。
- ・マイクロバブルの圧壊について、実現場を利用して活性汚泥法の前処理としての適応性の検証試験を実施する。また、上水処理については臭素酸除去機能を完備した処理システムの検討を進める。
- ・淡水湖沼および活性汚泥を対象に、高い嫌気アンモニ

ア酸化活性を示す環境を検索するとともにその最適条件を推定し、技術開発の基盤情報とする。

- ・作出した F1株による実証試験を行うとともに、更なる高能力を有するハイパーアキュムレータのスクリーニングを行う。また、移動促進剤を併用した重金属や疎水性有機物質の浄化について検討する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・フッ素系の界面活性剤として多方面で使用されているパーフルオロオクタン酸（PFOA）等難分解性化合物の環境中での動態を解明するとともに、光触媒等を利用した2次生成物フリーの安全な分解処理技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・PFOA 等のパーフルオロカルボン酸類のヘンリー定数や解離定数、及び硫酸イオンラジカルとの反応速度の温度依存性を測定し、それらの大気経路長距離移動性、大気中 OH 反応及び水中硫酸イオンラジカル反応による変換・除去過程の有意性を評価する。亜臨界水を用いる分解方法についてもナノ鉄粉等を用いて反応性の向上をはかる。また、環境中で PFOA 等を二次生成することが懸念されているフルオロテロマーアルコール、フルオロアルキルシラン等の分解・無害化反応システムを開発する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・季節や天候の影響を考慮した効果的な発生源対策を導くことを目的として、浮遊粒子状物質やオキシダントの予測モデルを構築するため、誤差要因や未知のメカニズムを探索するフィールド観測を実施するとともに、拡散モデルを高精度化し、雲物理過程、植生モデル、ヒートアイランド現象等を導入したシミュレーション手法を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・沿道における窒素酸化物の濃度予測を高精度化するため、光化学反応モデルを用いたモデルの結果を境界条件として与えるマルチスケールモデルを開発する。このための VOC 発生源のデータの整理を行う。気象モデルの高精度化について、基本方程式に立ち返って観測と合わない原因を分析する。

#### 1-(4)-② 都市域における分散型リサイクル技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・都市において多量に発生する廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として、再生金属純度を1桁向上しつつ50 %以上省エネルギー化する金属再生技術を開発するとともに、20 %以上の省エネルギー化と50 %以上の再利用率を達成するプラスチック再生技術を開発する。同時に、分散型リサイクル技術の社会的受容性を評価する技術を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・単体分離の前後それぞれにおいて最適な衝撃速度制御パターンを実験およびモデル計算によって検討し、そ

れらを連結することで最適なシステム制御方法を確立する。また、ハード面からの検討として金属及び樹脂の粉碎速度に及ぼすライナー内壁の溝形状の影響を明らかにする。

- ・白金族金属含有酸溶液において、白金／ベースメタル（鉄、銅）の分離係数 $>20$ を達成可能な抽出分離系の開発を行う。さらに、多様な金属成分を有する溶液処理法としてのリン酸塩添加の効果を実際の廃棄物を用いた試験で確認する。また、これを用いてさらに低コスト省エネ化が見込める簡易型のリサイクルプロセスを提案する。また、希土類金属等レアメタルのリサイクルに関し、湿式法を中心とした経済的プロセスの開発を開始する。

- ・中期計画開始時より40 %高い燃料化効率を実現すべく、脱塩素・油化小型プラントを用いて、

- 1) 含塩素混合プラスチックの脱塩素率の検討、
- 2) 各種プラスチックの油化、ガス化の条件の検討、
- 3) 本開発成果を実用化した際の環境負荷等を既存のリサイクル手法と比較評価する。また、エポキシ樹脂を温和な条件下で可溶化すると共に、添加されている臭素系難燃剤を抽出するための最適条件を調べる。固体残渣のモデル化合物として活性炭を用い、各種溶融炭酸塩共存下における水から水素への転換反応も検討する。

- ・分散型リサイクルシステム提案のためのモデルケースとして、北九州エコタウンのニーズに基づいたリサイクルシステム提案を行う。また、そのための適当な協力体制や社会的受容性評価方法の検討を行う。

- ・希土類磁石の酸溶解液から Nd および Dy を分離回収する方法を開発する。また3波長蛍光体に関し、Tb の回収方法を確立するとともに、溶媒抽出等、湿式精製処理からの再合成に適した反応系を明らかにする。さらに未劣化廃蛍光体の再利用性について評価する。

#### 2. 地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土の有効利用の実現

地圏・水圏における物質循環の理解に基づいた、大深度地下利用などの国土利用の促進と、資源開発における環境負荷の低減が求められている。このため、自然と経済活動の共生を目指して、環境問題及び資源問題を解決することを目的として、地圏における循環システムの解明と流体モデリング技術の開発を実施する。また、沿岸域の海洋環境の疲弊を防ぎ持続的な低環境負荷利用を可能にするため、環境評価技術の開発を行う。

#### 2-(1) 地圏における流体モデリング技術の開発

環境への負荷を最小にした国土の利用や資源開発を実現するために、地圏内部における地下水及び物質の流動や岩盤の性状をモニタリングすることが必要である。そのために、地圏内部の水循環シミュレーション技術を開発し、これらの技術に基づき、地下水環境の

解明、地熱貯留層における物質挙動の予測及び鉱物資源探査に関する技術を開発する。また、土壤汚染等に関する地質環境リスク評価及び地層処分環境評価に関する技術を開発する。

## 2-(1)-① 地圏流体挙動の解明による環境保全及び資源探査技術の開発

### 【中期計画（参考）】

- ・独自に開発したマルチトレーサー手法を適用して、関東平野や濃尾平野等の大規模堆積平野の水文環境を明らかにし、こうした知見を利用して地球温暖化及び急速な都市化が地下水環境に及ぼす影響を評価する。また、地下水資源を持続的かつ有効に利用するため、地下水の分布、水質、成分及び温度の解析技術並びに地中熱分布に関する解析技術を開発する。

### 《平成19年度計画》

- ・熱移流シミュレーションの上部温度境界条件のデータとして衛星画像による地表温度データを用いて、熱移流シミュレーションの高度化を実施する。また、タイのカンバンフェットに設置した地中熱ヒートポンプシステムの最初の半年（冬期）のデータを解析するとともに、次の半年（夏期）のデータを回収し、1年間のシステム成績を評価する。具体的には、地下の深度別熱伝導率、熱容量、可能な採熱量のほか、システムの成績係数を評価し、他地域へ応用する場合の成績係数の見積りを行う。

### 【中期計画（参考）】

- ・地熱資源を有効利用するため、地下流体挙動のシミュレーション技術を開発し、将来予測技術を確立するとともに、環境負荷の少ない中小地熱資源の開発に関する技術指針を産業界に提供する。

### 《平成19年度計画》

- ・『全国地熱ポテンシャルマップ』のユーザーアンケート結果による利便性の改良を図り、点データ不足地域においてデータ収集を行うとともに、浸透率分布やGIS機能を高度に利用して、地熱ポテンシャルの見積り機能の開発を行う。
- ・地熱貯留層管理のためのモニタリング技術について補足的な現地観測を行うとともに、それらのデータを用いた貯留層モデリング技術についてまとめを行う。また共同研究やソフトウェアユーザー会などを通じて得られた成果の普及を図る。

### 【中期計画（参考）】

- ・地圏流体の挙動の理解に基づき、産業の基礎となる銅や希少金属鉱物資源に関する探査技術を開発し、探査指針を産業界へ提示する。

### 《平成19年度計画》

- ・過アルカリ岩に伴う熱水性変質部の重希土類元素のポテンシャル評価を行うとともに、平成18年度に明らかになった鉄マンガングル床の海外での重希土ポテンシャル評価を行う。重希土類資源データベースのアップグ

レードを行う。

- ・鉱化作用を伴う火成岩の特徴を明らかにするために、石英脈のカソードルミネッセンス分析、流体包有物の検討に基づき、銅鉱化熱水の起源、性質、進化過程を検討する。

## 2-(1)-② 土壤汚染リスク評価手法の開発

### 【中期計画（参考）】

- ・土壤汚染の暴露量を定量的に評価し、健康リスク及び経済リスクを低減するために、汚染地の土壤及び地下水の特徴を組み込んだモデルに加え、微生物や鉱物等による自然浄化機能を考慮に入れたモデルを確立する。これらのモデルを利用した地圏環境修復手法を開発し、工場等の土壤に関するサイトアセスメントへの適用を可能にする。

### 《平成19年度計画》

- ・地圏環境評価システムのサイトモデルの機能を向上させ、重金属類を対象として土壤汚染統合化マップに使用するリスクデータ及び基本パラメータを取得する。また、地圏環境評価システムのうち詳細モデルの3次元解析手法を開発し、わが国特有の土壤・地質情報の各種データと併せて評価システムを構築する。天然鉱物と微生物による油分及び環境汚染物質の自然浄化効果を定量的に解析するための数式を作成し、地圏環境評価システムのデータベース化をはかる。
- ・平成18年度、油土壌汚染サイトで取得した地中レーダ、電磁マッピングの測定データの詳細な解析を継続するとともに、地中に NAPL を形成する程度に油汚染が見られるフィールドにおいて、地中レーダ、電磁マッピング等による実験を行い、それらの探査法の適用性についての検討を行う。地下構造物からの3次元的漏水を模擬したモデル実験を行い、3次元的なワイドアングル地中レーダ探査データを取得し、反射面分布および速度分布を作成し、ワイドアングル地中レーダ探査の漏水箇所検知への適用性について評価する。

## 2-(1)-③ 地層処分環境評価技術の開発

### 【中期計画（参考）】

- ・地層処分の際のサイト評価に役立てるため、岩石物性等の地質環境に関する評価技術の開発を行う。沿岸部では地下水観測データに基づいた塩淡水境界面変動メカニズムの解明を行い、数値モデルを利用した超長期変動予測技術の開発を行う。また、沿岸部の地下1,000 m程度までの地下構造探査手法について既存の調査事例を分析することにより、選定される調査地に最適な探査指針を提示するための知見を整備する。

### 《平成19年度計画》

- ・沿岸域深部地下水性状を明らかにするため、幌延沿岸部を実証フィールドとした野外研究を開始する。本年度は、実証フィールドの広域地質・水文構造を把握するため、地下水水質調査、地表物理探査を実施する。
- ・「web 版沿岸域基礎データシステム（メタデータ）」



を改良し、海上保安庁のデータを入力して、web 上で公開する。

- ・人工信号源電磁探査法データの3次元解析手法の開発を重点的に行い、3次元調査を目的とした面的なデータ取得野外実験を実施し、開発した測定システムと解析法の有効性を確認する。
- ・反射法地震探査データより弾性減衰特性を抽出するためのデータ解析手法について、速度情報、減衰情報など各種地震波の属性（アトリビュート）を組み合わせ、亀裂卓越部等を抽出するための地層評価法を開発する。
- ・平成18年度に試作した FBG 光ファイバ伝導率センサおよび熱流量センサの開発を継続し、より規模の大きなベントナイト試料を有する実験設備（JAEA の COUPLE 等）を用いたセンサの検証を行う。

## 2-(2) CO<sub>2</sub>地中貯留に関するモニタリング技術及び評価技術の開発

大気中の CO<sub>2</sub>削減のため、発生源に近い沿岸域において CO<sub>2</sub>を地下深部に圧入する技術が期待されている。そのため、地下深部の帯水層の CO<sub>2</sub>貯留ポテンシャルの推定及び CO<sub>2</sub>の移動に対する帯水層の隔離性能評価に必要なモデリング技術を開発する。また、CO<sub>2</sub>を帯水層に圧入した際の環境影響評価のための CO<sub>2</sub>挙動に関するモニタリング技術を開発する。

### 2-(2)-① CO<sub>2</sub>地中貯留技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・CO<sub>2</sub>発生源に近い沿岸域において、帯水層の持つ CO<sub>2</sub>隔離性能及び貯留ポテンシャルの評価を実施するために、地下深部の帯水層に圧入された CO<sub>2</sub>の挙動を予測するモデリング技術の開発等を行う。また、帯水層に圧入された CO<sub>2</sub>の挙動がもたらす環境影響を評価するため、精密傾斜計による地表変形観測等の物理モニタリング技術及び水質・ガス等の地化学モニタリング技術の開発を行う。

#### 《平成19年度計画》

- ・帯水層への CO<sub>2</sub>地中貯留のための概念モデルを作成するため、以下の検討を実施する。
- 1) 東京湾モデル地域について、数100年程度の人類社会学的な時間での CO<sub>2</sub>貯留層の地化学変化を速度論的シミュレーションにより検討する。また、シミュレーション結果を東京湾モデル地域の実データとマッチングを行い、有効性を検証する。
  - 2) 帽岩に対する岩石力学的な影響評価としてシール層の健全性評価手法の開発では、断層面の移行経路としての評価を行うために透水性に対する岩種の影響を測定、閉じ込めメカニズム成立性の評価手法を開発する。
  - 3) 広域地下水流動モデルをもとに、広域地下水流動評価を行う。
  - 4) 作成した東京湾モデル地域での帯水層モデルを改良し CO<sub>2</sub>貯留時の CO<sub>2</sub>挙動予測シミュレーションを実施する。

- ・地震波による CO<sub>2</sub>地中挙動モニタリング技術の開発のため、貯留層内の CO<sub>2</sub>浸潤による地震波の減衰について、CO<sub>2</sub>飽和度の違いに起因する不均質の特徴的サイズを地震波で確認する手法を開発し、貯留層における CO<sub>2</sub>飽和度を推定する。

### 2-(3) 沿岸域の環境評価技術の開発

自然が本来持っている治癒力を利用して、人類の利用により疲弊した海洋環境を回復させることが求められている。そのため、沿岸域において、海水流動、水質などの調査手法の開発や環境負荷物質挙動の解明により、環境評価技術の高度化を図る。

#### 2-(3)-① 沿岸域の環境評価技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・沿岸域の環境への産業活動や人間生活に起因する影響を評価するため、沿岸域における海水流動調査、水質・底質の調査及び生物調査の手法を開発するとともに、環境負荷物質の挙動をモニタリングする技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・平成18年度に整理、及び解析した気象・河川流量等のデータを考慮し、瀬戸内海全域を対象としたモデルの高精度化を図る。
- ・生物調査手法について、海藻種を判定する超音波モニタリング手法の現地への適用を試みるとともに、海岸生物や人工護岸付着生物調査を継続する。
- ・都市型閉鎖水域の複雑な成層・流動構造と貧酸素水塊などの計測データの解析を続ける。
- ・廃棄物処理、再資源化に伴い生成される焼却灰について、危険化学物質の拡散と、副生成物の影響を含めた環境安全評価に関する実験や計測を行う。また、六甲花崗岩中のタングステン鉱床、有馬層群中の多田鉱山、および生野層中の生野鉱山を起源とする重金属がどの程度河川水中に溶出しているかを河川水の分析により把握し、岩石、土壌、河川堆積物、河川水の間重金属の物質循環を解明する。

### 3. エネルギー技術及び高効率資源利用による低環境負荷型化学産業の創出

低環境負荷型の化学産業を実現するため、長期的には枯渇資源である石油に依存したプロセスから脱却するとともに、短中期的には、既存プロセスの省エネルギー化や副生廃棄物の削減が必要である。前者については、バイオマスを原料とする化学製品の普及を図り、バイオマス由来の機能性を生かした化学製品の製造技術を開発する。後者については、特に資源の利用効率が高く副生廃棄物も多いファインケミカル製造プロセスの廃棄物低減と、今後の需要増が予想される水素等の製造プロセスの省エネルギー化が望まれる。このため、副生廃棄物を極小化するファインケミカルの化学反応システムと、気体分離膜による省エネルギー型気体製造プロセスを開発する。

### 3-(1) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

バイオマスを原料とする化学製品は現状では高価であるため、製品の普及を目指すためにはコストに見合った機能性を付与すると同時に、製造コストを低減しなければならない。機能性の付与のために、生物由来原料の利点である生分解性等を最大限活用するとともに、石油由来材料に近い耐熱性を有する部材の製造技術を開発し、また、バイオマス由来の界面活性剤（バイオサーファクタント）を大量に製造する技術を開発する。製造コストの低減のために、成分を効率的に分離及び濃縮できる技術を開発するとともに、成分を目的産物に効率的に転換できる技術を開発する。

#### 3-(1)-① バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・バイオマス原料から、融点200℃前後で加工温度230℃前後のエンジニアリングプラスチック及び融点130℃前後で軟化温度80℃以上の食品容器用プラスチック等、生分解性と耐熱性に優れた化学製品の製造技術を開発する。また、容器包装材料として普及しているPETフィルムと同等の酸素透過度500 mL・25.4  $\mu\text{m}^2/\text{day}/\text{MPa}$  以下を満たすフィルムを合成する技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・前年度見いだした酵素によるグルタミン酸からの $\gamma$ -アミノ酪酸の大量生産条件について検討する。また、補酵素活性のある画分の構造決定を行う。
- ・ $\gamma$ -アミノ酪酸のポリマーであるポリアミド4を230℃前後で成形できる条件を検討する。
- ・融点130℃前後で軟化温度65℃以上の生分解性ポリエステルまたはポリエステルアミドを合成するために、結晶性を制御した数平均分子量を1万以上とするポリマーを開発する。また、生分解性のポリマーのガス透過性を改善するための方法を探索する。今年度は、多層化による酸素透過度の改善を試みる。
- ・平成18年度に調製したカルボキシル基を有する反応性アセテート混合エステル誘導体とエポキシ基を有する化合物とを反応させて、適度な柔軟性を有する新規セルロースアセテート誘導体を調製する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・環境適合性を持つバイオサーファクタントの実用化を目的として、低コスト大量生産技術を開発するとともに、ナノデバイスなどの先端機能部材への適用を行う。
- 《平成19年度計画》
- ・バイオサーファクタントの生合成系遺伝子及び酵素について解析を進め、これらの制御によるさらなる収率向上の可能性について検証する。また、先端機能部材（機能性化粧品や皮膚外用剤等）への製品化を目指して、実製造に必要となる各種プロセスの検討を進める。

##### 【中期計画（参考）】

- ・バイオマスからアルコール、酢酸等の基礎化学品を製造するプロセスの効率化のため、生成産物等を高効率で分離するプロセス技術及び生成産物を機能部材に高効率で変換するプロセス技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・平成18年度に開発した新規親水性ゼオライト膜2種類を用いたエステル化反応における脱水プロセスへの適用を目標として、波及効果の高い脱水プロセスの検討を開始する。また、ガスバリア膜と膨張黒鉛を均一混合したガスケットを試作し、600℃までの温度条件下でのガスシール性能を評価する。

#### 3-(2) 副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術の開発

高付加価値ファインケミカルズの製造プロセスの環境負荷を低減するためには、副生廃棄物量が多い選択反応における廃棄物量の削減が必要である。このため、市場導入が有望視されている高付加価値エポキシ化合物の選択酸化反応については、重金属や塩素などの酸化剤を用いないことで、それらが廃棄物として排出されないプロセスを開発し、選択水素化等のその他の選択反応については、超臨界等の反応場を用いて反応効率を向上させることで、副生廃棄物を削減する技術を開発する。

#### 3-(2)-① 環境負荷の小さい酸化剤を用いる反応技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・重金属酸化物の代わりに過酸化水素を酸化剤とする選択酸化反応技術として、転化率50%、モノエポキシ化選択率90%、過酸化水素効率80%以上で二官能性モノマーから非フェノール系エポキシ樹脂モノマーを合成する技術等を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・平成18年度の研究で発見した触媒系をもとに、量産化に向けたエポキシ樹脂モノマー製造のコストダウンを図ると共に、3-シクロヘキセン-1-カルボン酸アリル以外の二官能性モノマーのエポキシ化反応について検討を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・塩素の代わりに酸素と水素を用いる選択酸化反応技術として、基質転化率10%、エポキシ化選択率90%、水素利用効率50%以上でプロピレンからプロピレンオキシドを合成する技術等を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・金ナノ粒子チタノシリケート触媒の組成とナノ細孔構造を制御し、平成18年度に課題として明らかとなった、直接エポキシ化反応の選択率の向上を図る。さらに、水素選択透過膜型触媒反応器の実用化に向けた改良を継続する。

#### 3-(2)-② 反応効率を高めるプロセス技術の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・有機溶媒に代えて超臨界流体場を利用して廃棄物を50 %以上低減する選択的水素化反応プロセスを開発するとともに、協働型ハイブリッド触媒を用いて触媒効率を200 %以上向上させる電池電解液製造プロセスを開発する。

## 《平成19年度計画》

- ・水素貯蔵材料として有用であるシス体のデカリンを選択性（（シス／（シス＋トランス））80 %以上で連続的に製造する触媒反応システムを開発する。
- ・高性能型電池電解液製造プロセスの開発に着手する。協働型ハイブリッド触媒を用いて、既存触媒に比べ反応効率を1.5倍以上向上させる。

## 【中期計画（参考）】

- ・マイクロリアクタ、マイクロ波及び複合機能膜等の反応場技術と触媒を組み合わせ、廃棄物生成量を50 %以上低減するファインケミカルズの合成技術を開発する。

## 《平成19年度計画》

- ・高温高压マイクロデバイス実用化への課題である各モジュール間での流量均一化を検討し、工業化技術として完成度を高める。高温高压マイクロ反応の例として、超臨界水ニトロ化を重点的に取り上げ、ニトロ化数制御を検討する。さらに、ニトロ化向けの耐食型マイクロデバイス構造を検討し、実用化レベルでの耐食性を実証する。
- ・マイクロチャンネルの構造最適化による、高収率、高選択的マイクロ化学プロセスの検討を行う。
- ・水、マイクロ波、触媒からなる複合反応場を利用した高収率、高選択的合成プロセス開発を行う。
- ・マイクロ波合成法を用いて、青色燐光性イリジウム錯体の合成収率の改善と副生成物であるダイマーを抑制する方法を検討する。
- ・反応後中和の必要がなく分離の簡便な触媒をマイクロ波で活性化することにより、後処理工程を簡便化した含芳香環モノマー・ポリマーの合成法を開発する。また全芳香族ポリマー合成においてマイクロ波によるカップリング反応の活性化を行い、副生夾雑物を減少させた分子量増大化を検討する。
- ・触媒のリサイクル効率の向上を目指し、金属配位子の構造やナノ分離膜による濾別について検討する。
- ・イオン性液体を用いた二酸化炭素によるヒドロホルミル化反応において、イオン性液体のカチオンの構造と酸の組み合わせの最適化を行なう。
- ・窒素と硫黄を含む化合物合成において、有毒物質を使わない新規な選択的硫黄アルキル化反応の開発を行う。ビスマス系新規触媒探索において、不斉反応への利用を目指した検討を継続すると共に、ラジカル反応への利用が可能な新規ビスマス化合物を開発する。有機リン化合物の合成において、実用化を目指して触媒手法

によるリン類合成プロセスの効率化の検討を行うと共に、新規機能性リン材料の開発を行なう。

## 3-(3) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

今後の需要の増大が予想される水素と酸素を省エネルギーで製造する技術が求められている。そこで、省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するため、高純度の水素を効率よく分離できるパラジウム系膜の適用温度領域を拡大して幅広い用途に利用可能とするとともに、低コスト化を目指して非パラジウム系膜の開発を行う。また、省エネルギー型酸素製造プロセスの実現のために、空気から酸素を高効率で分離する膜を開発してその実用化に向けた技術開発を行う。

## 3-(3)-① 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・99.9 %以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から600 ℃までの広い温度領域で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発する。また、安価な無機材料や非貴金属材料を用いた水素分離用非パラジウム膜の開発及びプロトタイプモジュールを作製する。

## 《平成19年度計画》

- ・500 ℃-600 ℃の高温度領域において耐久性を有する水素分離膜として、ジルコニアチューブ基材を開発し、ジルコニア層にパラジウムを充填した pore-filling 型の膜を作製する。さらに、パラジウムと金の合金水素分離膜を作製する。
- ・水素分離膜と触媒を組み合わせた膜反応器型水素製造モジュールを作製し、エタノール改質反応に適用することで膜を使用しないものに比べて効率が向上することを実証する。
- ・実用レベルの水素選択透過性能を有するパラジウム系合金膜等の無機膜の長期耐久性能を試験し、更なる性能向上ならびに長期耐久性のための改善すべき要因を把握して実用化に備える。

## 【中期計画（参考）】

- ・空気からの高効率型の酸素製造プロセス用として、現状の市販高分子膜の2倍のプロダクト率（酸素透過率 X 酸素濃度）を達成できる膜を開発してプロトタイプモジュールを作製する。

## 《平成19年度計画》

- ・中空糸炭素膜モジュールにおける欠陥やガスリーク対策を検討し、大量生産のための基盤技術を構築する。また、中空糸炭素膜モジュールを用いた空気分離試験を行い、操作条件等のプロセスの最適化を行う。

4. 分散型エネルギーネットワーク技術の開発によるCO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上

CO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上のため



には、再生可能エネルギーを大量に導入して化石エネルギーへの依存度を低下させるとともに、化石起源を含めたエネルギーの利用効率を向上させることが必須である。

再生可能エネルギーの多くが分散的なエネルギー源であること、また電力自由化により新たに導入される技術の多くも分散型であることから、今後は分散型システムの重要性が増すと予想される。このため、再生可能エネルギーの時間的・空間的変動と需要の調整を図るために、分散型エネルギーネットワークの効率的且つ安定な運用技術に関する研究開発を実施する。また、分散型エネルギーネットワークシステムの自立性とシステム効率を高めるために、再生可能エネルギーの大量導入を実現する技術及びエネルギー利用効率の大幅な向上をもたらす個別技術を開発する。

#### 4-(1) 分散型エネルギーの効率的な運用技術の開発

分散型エネルギーネットワークシステムでは、自立性とシステム効率を高めるために、供給と需要の時間的・空間的な不整合を調整する機能が不可欠である。このため、需要データベースに基づき、異種エネルギー源を統合して最適な予測・制御を行う安定運用技術を開発する。また、エネルギー源間の相互融通と需要及び供給の急激な変動を吸収するためのエネルギー輸送、貯蔵技術、事故時対策技術及び高いエネルギー密度を有する可搬型エネルギー源に関する研究開発を実施する。またセキュリティと容量の観点から、完全な自立システムの構築は困難なため、他システム及び基幹電力系統との協調運用技術を開発する。

#### 4-(1)-① 分散型エネルギー技術とエネルギーマネジメント技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・エネルギーネットワークにおいて不可欠な負荷平準化技術として、エネルギー貯蔵密度20 Wh/L 以上のキャパシタ及び事故時の過剰電流からシステムを守る低損失で高速応答の超電導限流器を開発するとともに、排熱利用技術として実用レベルの変換効率10 %以上を有する熱電変換素子等を開発する。さらに、将来性の高い新エネルギー技術の評価を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・キャパシタの研究では、ナノ結晶  $\text{LiCoO}_2$  活物質の実用レベルでの100 °C級高速充放電性能を実現し、さらに革新的合成法開発、構造制御および大量生産法の開発を行う。配向性カーボンナノチューブキャパシタの高容量化に向けた材料改質技術の開発を行う。
- ・多数の超電導薄膜限流素子の直並列によって、6.6 kV/200 A 級限流器プロトタイプを製作し、通電・限流試験を行う。
- ・セグメント型熱電素子で変換効率10 %の目処をつけるため、接合技術、モジュール化技術の開発と材料特性の向上を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・効率的なネットワーク運用技術として、多数の分散エネルギー源からのエネルギー供給技術や貯蔵技術、さらに需要側での負荷調整などネットワークの総合的制御技術、また基幹電力系統との協調運用のための技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・平成18年度に引き続き、分散電源が大量連系された系統における複数機器の協調制御・運用法の検討を進め、系統の安定化効果を評価する。燃料電池の統合運用技術については、実負荷に対するエネルギー供給試験等を行い、より高効率で利便性の高いシステムの構成と運用法に関するデータの蓄積を行うとともに、実用化に向けた改善を図る。

#### 4-(1)-② ユビキタスエネルギー技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・二次電池や燃料電池の飛躍的な性能向上をもたらす電極・電解質の材料関連技術を開発し、携帯情報機器等のユビキタスデバイスのエネルギー源として求められるエネルギー密度600 Wh/L 以上の電源デバイスを実現する。

##### 《平成19年度計画》

- ・電池の更なる高エネルギー密度化とサイクル寿命の向上に向けて、シリコン薄膜系電極などのナノレベルでの反応機構の解明とナノ材料技術を駆使した電極形成技術の検討を進める。イオン液体電解質については、イオン伝導度向上のための新規アニオン探索を引き続き行うとともに、リチウム金属負極のデンドライト抑制挙動の解明を引き続き行う。正極材料については、鉄-マンガン系正極材料の高容量化のための添加元素としてコバルト以外のより低コストな元素の適用の可能性を検討する。
- ・アンモニアボランの触媒的加水分解に関しては、安価で活性の高い非貴金属触媒を探索すると共に、分解メカニズムについても検討し、活性の向上に資する。また、アンモニアボランの適用可能性を拡大するために、その燃料電池燃料としての利用可能性についても検討する。さらに、室温付近において水素貯蔵能を有する新規水素化合物の探索を継続すると共に、水素吸蔵合金とCOとの相互作用と被毒メカニズムについて解明する。また、エタノールの改質において  $\text{In}_2\text{O}_3$  の活性を向上させると共に、他の安全な媒体の改質により水素を得るシステムのための触媒を探索する。
- ・既存熱電モジュールの実用化研究に取りかかる。最初の用途先として産業廃棄物炉を設定する。まずはA4サイズ大のモジュールユニットを作製する。目標は40 V、1 kW とし、最終的に産業廃棄物炉に取り付け実証実験を行う。また、素子の機械特性をプロセス技術や他元素添加などにより向上させる。また、コンビナトリアルケミストリーによる材料探索も継続させなが

ら、平成18年度にこの技術で見つかった酸化物の結晶構造解明と組成最適化を試みる。 $\text{CaLuMnO}_3$ を n 型素子として用いたモジュールを作製し、世界最高の発電性能を有する酸化物モジュールの作製を試みる。

#### 4-(2) 小型高性能燃料電池の開発

分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高める上で、高効率発電と熱供給が可能な燃料電池は重要なエネルギー源である。固体高分子形燃料電池の技術開発は近年急激な進展を見せているが、実用化のためには長寿命化と低コスト化が必要である。そこで、性能劣化現象の原因解明と対策技術の開発、低コスト化のための材料開発を行う。また、固体酸化物形燃料電池に関しては、実用化を図るために信頼性の向上技術及び性能を公正に評価する技術を開発するとともに、普及促進のための規格・標準化を推進する。

##### 4-(2)-① 小型固体高分子形燃料電池の開発

###### 【中期計画（参考）】

- ・定置型固体高分子形燃料電池の普及促進のため、実用化に必要な4万時間の耐久性の実現を目標として、短時間で性能劣化を効果的に評価する技術を開発するとともに、劣化の物理的機構を解明する。これに基づき、劣化の抑制と低コスト化のための材料開発及び構造の最適化を行う。

###### 《平成19年度計画》

- ・PEFC の耐久性を高める新規耐酸化性触媒担体において、貴金属触媒の高分散化・高性能化を実現するため、Magneli 相酸化チタンなど高伝導性酸化物担体の比表面積を実用レベルまで向上させることを目指す。バイオマス由来物等を燃料とする新しいダイレクト燃料電池の研究開発を行い、従来の電解質膜に代わる電解質の検討等を行う。
- ・燃料電池の劣化要因の一つである耐一酸化炭素被毒性の低下に関して、電池特性低下と材料劣化の関係を解明を進める。燃料極触媒のルテニウムの状態変化及び一酸化炭素との物理化学的反応特性を in-situ X 線吸収微細構造 (XAFS) 計測により明らかとする。
- ・マイクロ燃料電池の実用化・普及に資するための性能試験方法、安全性評価試験方法について検討する。性能試験方法では起動特性等について用途に応じて多様な運転形態をもつマイクロ燃料電池に適した試験方法を取りまとめるとともに、メタノール型マイクロ燃料電池の燃料不純物影響評価試験方法を取りまとめる。安全性評価試験方法では、水素漏洩評価試験方法を取りまとめるとともに、メタノール型マイクロ燃料電池が人間のごく近傍で使用される場合のメタノール漏洩評価試験方法を取りまとめる。

##### 4-(2)-② 固体高分子形燃料電池の本格普及のための基盤研究

###### 【中期計画（参考）】

- ・先端科学技術を利用して固体高分子形燃料電池の基幹

要素材料である電解質及び電極触媒の性能の革新的向上に繋がる基盤情報を得て、革新材料の創製に繋げる。また、燃料電池の基本機能を担う各種構成部材間の多様な界面における物質移動現象の機構を究明しその物理限界を突破する技術の開発に繋げる。

###### 《平成19年度計画》

- ・引き続き、固体高分子形燃料電池内で起きている重要な現象を先端科学的手法から追跡し、現象を詳細に解析する。その成果を直ちに実際のエンジニアリングの世界に活用できるような発信を行う。さらに、国際的な研究交流促進のためにワークショップを開催する。
- ・時間分解 in situ 振動分光法を駆使して、燃料電池空気極における酸素還元反応の機構解明を行うと共に、その結果に基づき、幾何・電子構造を制御した新規触媒の開発を促進する。
- ・固体高分子形燃料電池内の物質移動現象に適したモデル材料を考案し、それを用いて燃料電池作動疑似環境下での物理化学特性を追跡する手法を確立する。さらには、物質移動現象と電池性能との相関関係を見出す。
- ・化学構造・高次構造の異なる種々の高分子電解質膜材料におけるプロトン伝導、ガス拡散性、含水挙動等の物性を精緻に解析し、構造との相関を解明する。

##### 4-(2)-③ 固体酸化物形燃料電池の開発

###### 【中期計画（参考）】

- ・固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の早期商用化を目指して、液体燃料やジメチルエーテル (DME) などの多様な燃料の利用を可能にする技術及び10万時間程度の長期寿命予測技術を開発する。また、普及を促進するために、実用サイズのセル及び1~100 kW 級システムを対象とした、不確かさ1 %程度の効率測定を含む性能評価技術を確立するとともに、規格・標準化に必要な技術を開発する。さらに、SOFC から排出される  $\text{CO}_2$  の回収及び固定に関する基盤技術を開発する。

###### 《平成19年度計画》

- 1) SOFC の燃料多様化で問題となる炭素析出の制御・防止のため、運転温度・加湿条件等を因子として、燃料極の炭素析出を高感度に分析し、炭素析出機構および劣化・破壊がおこる限界条件を明らかにし、アノードプロテクションマップの作製を目指す。
  - 2) SOFC の長期寿命予測を可能にするため、劣化に至る前にスタック・モジュールの表面・界面に生じる微小な変化を高感度分析によって検出し、劣化現象との関連解明を行って予測および対策法の検討を行う。劣化の原因となる物理化学現象について定量・基盤的データの収集を行い共通基盤化する。
- ・平成18年度に試作した可搬型効率計測システムを用いて NEDO が開発中の SOFC コージェネレーションシステムのうち、代表的なシステムについて効率等を実測し測定方法、測定手順、機器校正方法を確立する。

4-(3) 太陽光発電の大量導入を促進するための技術開発  
分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高める上で、資源制約のない再生可能エネルギーである太陽光発電は極めて重要である。太陽光発電の大量導入を実現するためには低コスト化が最大の課題であり、発電効率／（製造コスト＋実装コスト）を大幅に向上させる必要がある。このため、シリコン系太陽電池については発電効率の向上を図るとともに、製造コストの低減につながる技術を開発する。また、高効率化もしくは低コスト化の点で有望な非シリコン系太陽電池の技術開発を行う。さらに、大量導入を促進するために、生産規模拡大を支える性能評価技術確立する。

4-(3)-① 太陽光発電の高効率化と大量導入支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- 異なるバンドギャップを有する薄膜を組み合わせる積層デバイス技術を開発し、効率15 %を達成する。またシリコンの使用量を低減するために、厚さ50  $\mu\text{m}$ の基板を用いる極薄太陽電池の製造技術を開発し、効率20 %を実現する。

《平成19年度計画》

- ボトムセルのさらなる高品質化と高効率化技術確立し、ボトムセル単体で変換効率8 %を目標とする。2 m 長プラズマ源で15 %以下の膜厚均一性を達成する。
- エミッタ層の品質向上とセル構造の最適化を行い、新規技術を取り入れた太陽電池作成プロセスを確立し、多結晶シリコンを用いた薄型太陽電池で変換効率16 %を達成する。
- 産学官連携体制で使用可能な試作ラインを用いて、太陽電池の軽量化が可能で設置場所の拡大に資する次世代フレキシブル太陽電池用基材開発を行う。

【中期計画（参考）】

- 出力の高電圧化によりシステム効率を高める化合物系太陽電池技術を開発して理論限界に近い効率19 %を達成する。また印刷プロセス等の簡易な製造方法の導入により低価格化が期待できる有機材料等の新材料太陽電池を開発する。

《平成19年度計画》

- 大面積 CIGS 太陽電池の高効率化を目指して、Mo 裏面電極や CIGS 光吸収層を大面積に均一かつ高品質に製膜する技を開発する。
- 有機薄膜太陽電池において、有機材料の組み合わせと構造の最適化を行い、5 %以上の変換効率かつ大気中48時間以上の耐久性を実現する。

【中期計画（参考）】

- 大量導入の基盤となる工業標準化のため、新型太陽電池の研究開発の進展に応じて、太陽光スペクトル、温度及び時間特性等を考慮した高度な性能・信頼性評価

技術を開発し、基準セル・モジュールを製造メーカー等に供給する。

《平成19年度計画》

- 発電量評価のための I-V 特性換算方式および計測方式の開発を行う。また、モジュールの分光感度の測定技術を開発する。

4-(3)-② 革新的太陽エネルギー利用技術の開発

【中期計画（参考）】

- 低コストな太陽電池として期待される色素増感太陽電池について、増感色素、半導体電極及び電解液などの改良による高性能化を図り、2010年に変換効率12 %を実現し、2020年の目標である変換効率15 %を目指す。

《平成19年度計画》

- 可視部に吸収をもつ大きな吸光係数の新規なルテニウム錯体等を設計、合成する。分子設計においては計算科学的手法も援用する。合成した新規色素が十分な光電変換性能をもつためのデバイス調製の条件を検討する。

4-(4) 水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術の開発

分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高めるためには、再生可能エネルギー供給と需要の時間的・空間的な不整合を補完するエネルギー技術が不可欠であり、燃料電池等の分散電源や化石エネルギーの高効率利用技術をシステムに組み込む必要がある。特に、燃料電池等による水素エネルギー利用を促進するために、高効率な水素製造技術及び水素貯蔵技術を開発する。また、当面の一次エネルギー供給の主役として期待される化石起源の燃料を有効に利用するとともに、使用時の  $\text{CO}_2$  発生量を低減させるため、燃料の低炭素化技術、各種転換プロセスの高効率化技術及び硫黄分や灰分を極小化したクリーン燃料の製造・利用技術を開発する。

4-(4)-① 水素製造及び貯蔵技術の開発

【中期計画（参考）】

- 燃料電池自動車用タンクに必要とされる貯蔵密度5.5 重量%を目標とした水素貯蔵材料を開発する。

《平成19年度計画》

- Mg あるいは Al を含む合金を開発し水素貯蔵性を評価する。合成困難なこれらの材料を、従来とは異なる方法で容易に製造可能なプロセスを開発する。高圧ハイブリッドタンクに適した合金の開発を進める。

【中期計画（参考）】

- $\text{CO}_2$  排出が無い高効率な水素製造法として、固体酸化物を用いた高温水蒸気（700～850  $^{\circ}\text{C}$ ）の電解技術を開発する。

《平成19年度計画》

- 平成19年度はスタッキング技術の開発を継続する。平成18年度検討した円筒型について2セル以上を接続し



た組電解セルについて性能を解析し、入力100 W 程度のスタック構成を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・水を直接分解して水素を製造する光触媒・光電極プロセスの効率向上に向けた光電気化学反応に関する基盤技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・半導体自動探索システムを効率よく用いて、光触媒や光電極に有望な半導体候補を数多く見だし、それらの活性の最適化を行う。さらに半導体バンド構造や表面構造と活性との相関を検討し、新規探索や活性向上のための指針を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・水素貯蔵材料及び高圧水素等の爆発に対する安全データの整備を行うとともに、安全確保技術の開発を行い、安全関連法規類の制定・改正に資する。

《平成19年度計画》

- ・（平成18年度までに終了）

4-(4)-② メタンハイドレート資源技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・メタンハイドレート資源の有効利用のため、日本近海のメタンハイドレート分布の詳細調査と資源量の評価を行う。

《平成19年度計画》

- ・カスカディア・マージンから採取された堆積物試料の長期恒温培養試験を継続するとともに、メタン生成活性が確認された試料についてラジオトレーサー法により原位置でのメタン生成速度を経路別に評価する。また海洋堆積物中の微生物がメタン生成に利用する原料有機物の実態を解明するため、長期恒温培養試験前後の堆積物の有機物分析を行う。
- ・日本近海の海底メタンハイドレートの胚胎状況を明らかにする目的で、第一に南海トラフのハイドレート分布域に対して3D 地震探査データを含む解析技術を用いて地質の解析を実施しハイドレート鉱床の成因を明らかにする。また、日本海側の直江津沖などのハイドレート分布域の地質解析を行い、太平洋側とは異なるリフト型縁辺域におけるハイドレート鉱床の特性を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・採取プロセスを室内で再現する実験技術を開発するとともに、出砂率評価法、水生産率評価法及び圧密・浸透率同時解析法等の生産挙動を評価する新たな基盤技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・出砂量について産出試験結果とコア試験結果の比較評価を行い、必要な出砂対策技術を開発する。また、わが国周辺海域の基礎試錐天然コアの浸透率、強度、熱伝導率、比熱に対する孔隙内の細粒砂、メタンハイドレート産状の影響を解析して、メタンハイドレート堆

積層の物性に対し統一的な解釈を行うと共に、減圧生産手法を中心に、分解時の圧密特性、強度特性、浸透率特性の変化、ガス水生産比、出砂率について実験室的に評価する。

【中期計画（参考）】

- ・メタンハイドレートの分解・採取手法について、温度・圧力条件が生産速度や回収率等に与える効果を評価するとともに、生産予測のためのシミュレーションソフトウェアを開発する。

《平成19年度計画》

- ・陸上産出試験・短期生産試験のガス生産速度、水生産速度等の生産結果の検証を行い、貯留層の浸透率特性、熱伝導率特性についてマッチングによる評価を行うと共に、長期試験における生産性、生産挙動をシミュレータにより解析する。
- ・異種ガス交換法などの新たな生産手法の実フィールドへの適用性評価、不均質層に適用可能な圧密評価モジュールの開発、浸透率評価モジュールなどを開発し、生産シミュレータの機能強化と改良を行う。
- ・陸上産出試験・短期生産試験における地層の圧密特性を現場の検層結果などを基に解析し、生産試験における地層の変形現象を評価する。

【中期計画（参考）】

- ・液化天然ガス輸送に比較し10 %近い省エネルギー化が見込める、ガスハイドレートの高密度ガス包蔵性及びガス選択性を利用した新たな輸送方法の基盤技術を開発するため、ガスハイドレート結晶におけるガス貯蔵密度の増大及びガス分離効率の増大等のメカニズムを解明し、これを制御する技術を開発する。また、ガスハイドレートの生成・分解機構を解明し、低圧化での生成技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・『ガスハイドレート産業創出イノベーション』を活用して、天然ガスハイドレート輸送・貯蔵技術の実用化に向けた実証研究を行うと共に、経済性の評価によってLNGなどの既存プロセスとの比較検討を行う。

4-(4)-③ クリーン燃料製造技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・従来の1200～1500 °Cより低温の500～700 °Cで炭化水素から水素を製造する技術を開発し、CO<sub>2</sub>回収エネルギーを含めた転換効率を従来の65 %から75 %以上へ向上させる。またガソリンから水素製造を行うための長寿命、低温改質触媒を開発する。

《平成19年度計画》

- ・50 kg/day の水素製造試験装置での運転試験を行い、連続試験装置での性能を解析可能な実験点数を得る。このため前年度明らかになった改造を行い、設計値である650 °Cの反応温度での実験を行う。また、CO<sub>2</sub>吸収剤の繰り返し使用試験を実施する。
- ・50 kg/day の水素製造試験装置の実験データを解析し、

連続条件での反応速度、反応率等、実装置設計に必要な数値データを得る。

- ・開発触媒の作用機構と適用可能性を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・石炭火力発電システムの課題である灰処理設備を不要化できる無灰炭を、従来不可能であった低品位炭から製造する技術を開発する。特に多くの炭種に対応できる溶剤抽出技術について、抽出率を向上させる技術の開発を行い、経済性効果と CO<sub>2</sub>排出削減効果が顕在化する60 %以上の抽出率を達成する。

《平成19年度計画》

- ・高い抽出率を与える数炭種について、それらの物性、化学構造、灰分組成、各種反応性に関するデータベースを構築し、各種用途に応じた最適炭種（2～3炭種）を提案する。
- ・民間との共同研究により、ハイパーコールの配合時の最適粒度、配合率、配合方法を明らかにし、コークス用添加剤としての実用化評価を実施する。
- ・低品位炭から製造したハイパーコールを用いて700 ℃以下での連続ガス化試験を行い、水素と合成ガス製造に関する条件探索を行うとともに、新規ガス化システムを提案する。

【中期計画（参考）】

- ・未利用重質油から軽質油を製造する効率を、従来の80 %から90 %以上に向上させる製造プロセスを開発する。

《平成19年度計画》

- ・部分水素化によるアスファルテンの凝集力低減効果推算法を確立し、アスファルテン凝集体の部分水素化の効果の理論解析により、分子の凝集挙動を明らかにする。また、連続装置による実験により、低温で有効な水素化溶剤の構造と反応条件を明確にする。これらの知見を基に液収率の高い新規の重質油アップグレーディング技術を提案する。

【中期計画（参考）】

- ・石油系輸送用燃料の硫黄濃度を、今後施行される規制値10 ppm 以下に低減する触媒技術の実用化開発を行うと共に、さらに進んだ1 ppm 以下に低減するゼロサルファー化や低アロマ化のための触媒技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・軽油の超低硫黄化用触媒（S<10ppm）では、NiMo 系及び CoMo 系 LX-NC1の耐久性向上に向け、触媒の加速劣化試験及び触媒のナノ構造解析を通し、触媒劣化要因究明及び劣化防止対策を支援する。更なる低硫黄化（S<1ppm）に向け、触媒改良により、反応温度<350 ℃での達成を目指す。接触分解ガソリンの低硫黄化触媒（S<10ppm）では、オクタン価ロスが1.5以下となる CoMo 系触媒を開発する。低アロマ軽油（芳香族量<5 %）用触媒に関しては、産総研開発の

PdPt/Yb-USY ゼオライト系触媒の更なる改良を行い、耐硫黄性強化対策（～1500ppm）を目指す。

4-(4)-④ クリーン燃料利用技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・石油代替燃料であるジメチルエーテル（DME）を利用して公道走行が可能な自動車を10台規模で製作し、自治体を中心としたフリート走行試験により普及に向けた実証を進める。また、天然ガス液化化油（GTL）を燃料とするエンジンについて、排気ガスデータ等の特性を取得し、更なる低公害化のための燃料組成の指針を定め、市場への導入普及を進める。さらに、バイオディーゼル燃料（BDF）の軽油に関する品質確保法の改正に資するデータの取得・提供を行う。

《平成19年度計画》

- ・DME 燃料中に不純物が含まれる場合のエンジン性能及び排ガス特性の評価を行い、得られた成果を自動車用 DME 燃料の TS（標準仕様書）に反映する。
- ・DME トラックの走行試験を引き続き行い、DME 自動車の技術基準作成に貢献する。
- ・バイオ混合 DME 発電システムの耐久試験を行い、システムの完成度向上を目指す。
- ・合成燃料（GTL 含む）等の新燃料について、製造、利用、普及の観点から現状および将来展望を調査し、国内での普及シナリオおよびライフサイクル CO<sub>2</sub>排出量低減に対する指針を示す。
- ・100 %BDF の自動車燃料配管材料への影響、燃料噴射系が BDF 性状に及ぼす影響などの調査を行い、100 %BDF を車両に適用するために要求される燃料品質及び車両設計指針を示す。

【中期計画（参考）】

- ・新長期規制後に導入が見込まれる新たなディーゼル車排ガス規制に対応したエンジン燃焼技術を開発するとともに、窒素酸化物及び粒子状物質を除去するための触媒システムを開発する。

《平成19年度計画》

- ・革新的新技術を搭載するエンジンについて、電子制御油圧駆動カムシステムを活用することで、燃焼開始時期を制御し、極低エミッションを維持しながらの運転領域拡大を目標とするエンジン燃焼技術を研究する。
- ・従来型のアンモニア選択還元法に CO 選択還元法を組み合わせることにより、アンモニア使用量を低減させる新規 NO 選択還元触媒システムを開発する。
- ・大型ディーゼル車に搭載可能な、スケールアップした熱回収型コンバータを設計、試作、性能評価する。

5. バイオマスエネルギーの開発による地球温暖化防止への貢献

CO<sub>2</sub>排出の大半が化石エネルギー起源であることから、地球温暖化を防止する上では再生可能エネルギーの大量導入により、化石エネルギーへの依存度を低下

させることが必須である。こうしたなかで、バイオマスのエネルギー利用は京都議定書上 CO<sub>2</sub>排出量がゼロと評価されていることから、その積極的導入が求められている。このため、国内の木質系バイオマスを高効率でエネルギー転換する技術を開発するとともに、バイオマスの市場導入を促進するために必要となる多種多様なバイオマス種に最適な利用システム構築のための評価技術を開発する。

#### 5-(1) 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

CO<sub>2</sub>固定能の高い木質系バイオマスのエネルギー利用においては、先行している直接燃焼による発電や熱利用では規模が小さいため熱効率が低く、バイオマスが有する化学エネルギーを有効に利用できない。そこで木質系バイオマスを付加価値の高い化学エネルギーである液体燃料等に転換するため、高効率かつ低環境負荷を実現するガス化技術、発酵技術及び液体燃料製造技術を開発する。

#### 5-(1)-① 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・製材あるいは間伐材等の木質系バイオマスで95 %以上、農業廃棄物や建築廃材等の廃棄物系バイオマスで90 %以上のガス化率で、合成ガス（一酸化炭素＋水素等）を製造するプロセスを開発する。また、生成ガスの精製やガス比調整により得られるサルファーフリーの合成ガスから軽油等の運輸用燃料を製造するための触媒技術を開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・ガス組成改質触媒による合成ガス組成の向上の可能性を検討する。
- ・ガス化システムに改質触媒を組み込み、生成ガス組成変化、微量成分挙動の可能性を検討する。
- ・各種バイオマスの反応挙動解析と、特に低温域における熱特性や生成物を分析し、ガス化装置設計に資する結果を得る。
- ・フィッシュアトロブシュ (FT) 反応用ルテニウム系触媒について、

- 1) マンガン添加物効果を解明する。
- 2) 選択性制御を目指して、 $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>担体とゼオライト等の他の担体との複合化、及びメソポーラス担体の合成などを検討する。
- 3) バイオガスを用いる FT 反応の特長を明確にする。

##### 【中期計画（参考）】

- ・含水率の高い生ごみ等の廃棄物系バイオマスから水素とメタンを得る発酵技術において、微生物の担体保持方法や配合調整法等の開発を行い、エネルギー回収率が実用化レベルである55 %以上の発酵プロセスを開発する。

##### 《平成19年度計画》

- ・つくばセンター内の水素メタン二段醗酵実験プラント

運転によって得られた実験データをもとに、企業と共同で水素メタン二段醗酵技術の実用化に向けた実証試験事業立ち上げの検討を継続して進める。実証プラント事業について、プラント建設候補地を絞り込み、経済性等事業性に関する検討を進める。

#### 5-(2) バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

多種多様なバイオマス資源の利用を推進し、市場導入を促進するために、バイオマスの賦存状況や材料特性に関するデータベースを構築するとともに、バイオマス利用統合プロセスシミュレーション技術を開発する。

#### 5-(2)-① バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・バイオマス利用技術の経済性と環境負荷を評価するために、システムシミュレーションに基づく総合的なプロセス評価技術及び最適化支援を行う技術を開発する。また、バイオマスの利用促進を図るため、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースを構築する。

##### 《平成19年度計画》

- ・引き続き、基礎フロー、基礎シミュレーション、およびデータベースの充実を図るとともに、LCA（ライフサイクルアセスメント）の手法を取り入れて環境適合性評価技術を開発する。

#### 6. 省エネルギー技術開発による CO<sub>2</sub>排出の抑制

CO<sub>2</sub>排出の大半がエネルギー起源であることから、CO<sub>2</sub>排出量の削減のために各需要部門における省エネルギー技術の開発が強く求められている。このため、民生部門では、種々のパワーエレクトロニクス機器の電力損失を大幅に低減できる省電力型パワーデバイス技術、分散型エネルギーネットワークの高効率運用によりエネルギー使用を最適化する技術、住環境を快適に保ちつつ省エネルギーを図る建築部材の開発及び電子機器の省電力技術を開発する。産業部門では、省エネルギー化学プロセス及び省エネルギー型環境浄化技術を開発する。運輸部門では、輸送機器の軽量化による省エネルギー技術を開発する。

#### 6-(1) 省電力型パワーデバイスの開発

エネルギー消費が電力の形で使用される割合が益々増加していることから、多くの場所で電力変換器に使用されているパワーエレクトロニクス機器の低損失化が不可欠である。現状のパワー素子では、シリコンの半導体特性から損失の低減には限界がある。このため、物理特性から大幅な低損失化が見込める、炭化ケイ素や窒化ガリウムなどの材料を用いた省電力型パワーデバイスの基盤技術を開発する。

#### 6-(1)-① 省電力型パワーデバイスの開発

##### 【中期計画（参考）】



- ・炭化ケイ素や窒化ガリウムなどの材料を用いたパワーデバイスに関して、これまでに開発した世界最高水準の素子技術を発展させ、現状のシリコンを用いた素子に比べて損失を1/3に低減した電力変換器のプロトタイプを開発する。

《平成19年度計画》

- ・低損失デバイス用ウェハのさらなる高品質化、低損失デバイスの高性能化（大容量化と高信頼化）とインバータ設計・構成技術を統合してパワーエレクトロニクスとしてのプロトタイプ実証を行う。インバータ性能の要因を解析し、各要素技術の実用化へ向けての向上指針を明確にする。

#### 6-(2) 省エネルギー化学プロセス技術及び環境浄化技術の開発

産業部門のエネルギー消費の約30 %を占める化学産業の省エネルギー化は CO<sub>2</sub>排出削減に大きな効果が期待される。このため、各種化学プロセスの省エネルギー化を実現するとともに、環境浄化やリサイクルなどの静脈産業における省エネルギー化を実現する。化学プロセスの省エネルギー化については、高効率な熱交換技術、蒸留技術、熱利用技術及び漂白技術を開発する。また、環境浄化及びリサイクルについては、投入エネルギーの低減を図るため、高効率大気浄化技術及び省エネルギー型の水処理技術を開発するとともに、金属の回収及び高純度化再生の省エネルギー化技術を開発する。

#### 6-(2)-① 産業部門消費エネルギー低減のための化学技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・産業用空調機器の消費エネルギー低減のため、水蒸気脱着温度を従来の100℃以上から50℃程度に引き下げることを可能とするデシカント空調機用ナノポア材料を量産する技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・（平成18年度までに終了）

【中期計画（参考）】

- ・省エネルギー型蒸留プロセスのために、従来比30 %以上の消費エネルギー削減が可能な内部熱交換式蒸留塔（HIDiC）を実用化する技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・石油化学産業分野の民間企業5社との共同研究を平成18年度に引き続き実施し、HIDiC型蒸留システムを普及するために、技術移転の受け皿となる「汎用化技術管理・事業化推進委員会」を設立する。これを中心として、これまでの産総研技術の集約と体系化を行い、民間主体の事業化体制の構築に資する。

【中期計画（参考）】

- ・物質生産とエネルギー変換を同時に行うコプロダクション技術を導入した高効率な化学製造プロセスを解析・評価するソフトウェアを開発する。

《平成19年度計画》

- ・産業間連携等の大規模プロセスの設計に有効な評価手法を明らかにすると共に、各種プラントの特性の評価と解析を行いエネルギー有効利用の効果を定量化する。

【中期計画（参考）】

- ・漂白プロセスの消費エネルギーを20 %以上低減できる綿布の光漂白技術を開発するとともに、他の材質の布及びパルプ等に適用範囲を拡大する技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・機械パルプの光酸化漂白のための薬剤探索と処理条件の最適化を図ると共に、光漂白技術から派生した混紡分離技術の最適化を図る。

#### 6-(2)-② 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発（IV. 3-(3)-①を再掲）

【中期計画（参考）】

- ・99.9 %以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から600℃までの広い温度領域で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発する。また、安価な無機材料や非貴金属材料を用いた水素分離用非パラジウム膜の開発及びプロトタイプモジュールを作製する。

《平成19年度計画》

- ・500℃-600℃の高温度領域において耐久性を有する水素分離膜として、ジルコニアチューブ基材を開発し、ジルコニア層にパラジウムを充填した pore-filling 型の膜を作製する。さらに、パラジウムと金の合金水素分離膜を作製する。
- ・水素分離膜と触媒を組み合わせた膜反応器型水素製造モジュールを作製し、エタノール改質反応に適用することで膜を使用しないものに比べて効率が向上することを実証する。

- ・実用レベルの水素選択透過性能を有するパラジウム系合金膜等の無機膜の長期耐久性能を試験し、更なる性能向上ならびに長期耐久性のための改善すべき要因を把握して実用化に備える。

【中期計画（参考）】

- ・空気からの高効率型の酸素製造プロセス用として、現状の市販高分子膜の2倍のプロダクト率（酸素透過率 X 酸素濃度）を達成できる膜を開発してプロトタイプモジュールを作製する。

《平成19年度計画》

- ・中空糸炭素膜モジュールにおける欠陥やガスリーク対策を検討し、大量生産のための基盤技術を構築する。また、中空糸炭素膜モジュールを用いた空気分離試験を行い、操作条件等のプロセスの最適化を行う。

#### 6-(2)-③ 環境汚染物質処理技術の開発（IV. 1-(4)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ・揮発性有機化合物（VOC）の小規模発生源を対象と

し、有害な2次副生物を発生することなく従来比2倍以上の電力効率で数100 ppm 濃度の VOC の分解が可能な触媒法や低温プラズマ法を開発するとともに、高沸点や水溶性の VOC を吸着回収することが可能な新規吸着法等の処理プロセスを開発する。

《平成19年度計画》

- ・含ハロゲン、含酸素系 VOC の分解で CO の生成量を抑制できる低温プラズマ・触媒系を確立する。吸着回収では、実サイトにおけるテストを重ねることにより、通電もしくは電磁場による吸着剤直接加熱技術を用いた吸着回収装置の完成をめざすとともに、より高濃度の VOC に適した吸着剤開発並びに回収技術開発に着手する。

【中期計画（参考）】

- ・水中の難分解性化学物質等の処理において、オゾン分解併用型生物処理法など、従来法に比べて40 %の省エネルギーを達成する省エネルギー型水処理技術を開発する。また、再生水の有効利用のため、分離膜を組み入れた小規模浄化プロセスを開発する。

《平成19年度計画》

- ・オゾン分解併用型生物処理法の普及を図るため、普及予定先の処理特性を把握するとともに、当該事業所で使用されている原材料のオゾン分解性および生物分解性を明らかにする。シクロデキストリン吸着剤の高分子担体への新たな結合手法の開発では、トシル化シクロデキストリンの高分子担体での実施例を増やし、効率化の可能性を検討する。
- ・小型の膜分離水処理装置に、開発中の超高感度蛍光分光装置を取り付け、膜破断の検出が実処理装置に適用可能かどうかを検討する。
- ・多段式廃液浄化システムを漬物廃液浄化に適用し、実廃液の処理能力を検証する。

- 6-(2)-④ 都市域における分散型リサイクル技術の開発 (IV. 1-(4)-②を再掲)

【中期計画（参考）】

- ・都市において多量に発生する廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として、再生金属純度を1桁向上しつつ50 %以上省エネルギー化する金属再生技術を開発するとともに、20 %以上の省エネルギー化と50 %以上の再利用率を達成するプラスチック再生技術を開発する。同時に、分散型リサイクル技術の社会的受容性を評価する技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・単体分離の前後それぞれにおいて最適な衝撃速度制御パターンを実験およびモデル計算によって検討し、それらを連結することで最適なシステム制御方法を確立する。また、ハード面からの検討として金属及び樹脂の粉碎速度に及ぼすライナー内壁の溝形状の影響を明らかにする。
- ・白金族金属含有酸溶液において、白金／ベースメタル

(鉄、銅) の分離係数 $>20$ を達成可能な抽出分離系の開発を行う。さらに、多様な金属成分を有する溶液処理法としてのリン酸塩添加の効果を実際の廃棄物を用いた試験で確認する。また、これを用いてさらに低コスト省エネ化が見込める簡易型のリサイクルプロセスを提案する。また、希土類金属等レアメタルのリサイクルに関し、湿式法を中心とした経済的プロセスの開発を開始する。

- ・中期計画開始時より40 %高い燃料化効率を実現すべく、脱塩素・油化小型プラントを用いて、

- 1) 含塩素混合プラスチックの脱塩素率の検討、
  - 2) 各種プラスチックの油化、ガス化の条件の検討、
  - 3) 本開発成果を実用化した際の環境負荷等を既存のリサイクル手法と比較評価する。また、エポキシ樹脂を温和な条件下で可溶化すると共に、添加されている臭素系難燃剤を抽出するための最適条件を調べる。固体残渣のモデル化合物として活性炭を用い、各種溶融炭酸塩共存下における水から水素への転換反応も検討する。
- ・分散型リサイクルシステム提案のためのモデルケースとして、北九州エコタウンのニーズに基づいたリサイクルシステム提案を行う。また、そのための適当な協力体制や社会的受容性評価方法の検討を行う。
  - ・希土類磁石の酸溶解液から Nd および Dy を分離回収する方法を開発する。また3波長蛍光体に関し、Tb の回収方法を確立するとともに、溶媒抽出等、湿式精製処理からの再合成に適した反応系を明らかにする。さらに未劣化廃蛍光体の再利用性について評価する。

- 6-(3) 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発 (IV. 4-(1)を一部再掲)

分散型エネルギーネットワークシステムでは、自立性とシステム効率を高めるために、供給と需要の時間的・空間的な不整合を調整する機能が不可欠である。このため、需要データベースに基づき、異種エネルギー源を統合して最適な予測・制御を行う安定運用技術を開発する。

- 6-(3)-① 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発 (IV. 4-(1)-①を一部再掲)

【中期計画（参考）】

- ・排熱利用技術として実用レベルの変換効率10 %以上を有する熱電変換素子等を開発する。

《平成19年度計画》

- ・セグメント型熱電素子で変換効率10 %の目処をつけるため、接合技術、モジュール化技術の開発と材料特性の向上を行う。単結晶を中心にさまざまな熱電材料の物性測定を行い、熱電材料の高性能化の指針を得る。熱電モジュールの発電効率の測定は外部からの測定依頼にも対応し、測定技術の普及を図る。

【中期計画（参考）】

- ・効率的なネットワーク運用技術として、多数の分散エ

エネルギー源からのエネルギー供給技術や貯蔵技術、さらに需要側での負荷調整などネットワークの総合的制御技術を開発する。

《平成18年度計画》

- ・平成18年度に引き続き、分散電源が大量連系された系統における複数機器の協調制御・運用法の検討を進め、系統の安定化効果を評価する。燃料電池の統合運用技術については、実負荷に対するエネルギー供給試験等を行い、より高効率で利便性の高いシステムの構成と運用法に関するデータの蓄積を行うとともに、実用化に向けた改善を図る。

#### 6-(4) 輸送機器及び住居から発生する CO<sub>2</sub>の削減のための機能部材の開発 (Ⅲ. 3を再掲)

製造業以外で大きな排出源である輸送機器と住居からの CO<sub>2</sub>排出の削減に材料技術から取り組むため、軽量合金部材の耐熱性向上と大型化する技術を開発しエンジンと車体の軽量化を実現し、また、高断熱等の機能化建築部材に関する研究開発を行うことにより、建築物の居住性を損なわずにエネルギーの消費低減に貢献する。

#### 6-(4)-① 耐熱性軽量合金の開発 (Ⅲ. 3-(1)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・軽量金属材料のエンジン部品を実現するため、鋳鍛造部材の製造技術に必要な耐熱合金設計、連続鋳造技術、セミソリッドプロセスによる高品質部材化技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・セミソリッド成形加工により高品質部材を得るため、新方式による合金スラリーの鋳造条件を調べる。一方、平成18年度までに得られた Si 添加および SiC 添加法では Al 合金なみの高温強度を得ることはできなかった。平成19年度においては高温強度をさらに高めるため、Si 添加量の効果の検討および複合効果の検討を行う。

#### 6-(4)-② 高加工性軽量合金素形材の開発 (Ⅲ. 3-(2)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために必要な連続鋳造技術、冷間塑性加工プロセスによる部材化技術、集合組織制御による面内異方性を低減する圧延薄板製造技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・連続鋳造機によりマグネシウム合金の高品質ビレットを製造するための組織制御技術を開発する。摩擦攪拌接合をマグネシウム合金と鉄系材料の異種接合まで拡張する。AZ31合金の異周速圧延における処理条件の影響を明らかにし、成形性の改善を目指す。また、

AZ61合金に対する異周速圧延の可能性を検討する。交差圧延法により効果的に面内異方性を低減させるためのマグネシウム合金組成を探索し、成形性を検証する。鏡面研磨していないマグネシウム合金の DLC コーティングにおいて、耐食性向上に有効な成膜条件を探索する。

#### 6-(4)-③ 省エネルギー型建築部材の開発 (Ⅲ. 3-(3)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・建築物の空調エネルギーを10 %削減するための調光ガラス、木質サッシ、調湿壁、透明断熱材、セラミックス壁及び照明材料等の各種部材の開発及び低コスト化を行う。また、熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。

《平成19年度計画》

- ・調光ミラーの耐久性の更なる向上を図ると共に、大型ガラスによる実証試験を行う。自律型調光ガラスでは、サーモクロミックガラスのバリエーションを広げるとともに、屈折率の制御や膜の最適化を図る。木質材料については、薬液含浸や圧縮による高性能化に伴って生じる問題点を抽出し、その解決技術を検討する。調湿材料系では、イモゴライト系における材料特性の最適化とデシカント空調デモ機の試作を行う。廃棄物リサイクルによる保水性建材では、実証試験、室内実験により特性を評価し、保水機能発現メカニズムを検討する。
- ・平成18年度で得られた多孔質ガラスを蛍光ガラスにし、LED と組み合わせて照明装置を試作する。また、蓄光材料については孔中の蓄光材料の状態と蓄光性能の関連を検討する。

#### 6-(5) 電子機器を低消費電力化するデバイス技術の開発 (Ⅱ. 2-(3)を一部再掲)

モバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの機能向上とバッテリーによる長時間駆動を目指し、新デバイス構造を用いた集積回路の性能向上と低消費電力性を両立させる技術及び強磁性体や強誘電体等の半導体以外の材料を用いた新デバイス技術の研究開発を行う。

#### 6-(5)-① 低消費電力システムデバイス技術の開発 (Ⅱ. 2-(3)-②を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・ユビキタス情報ネットワークの中核となる、低消費電力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路機能に応じたデバイス特性の動的制御が可能となるダブルゲート構造等を利用した新規半導体デバイス及び強磁性体や強誘電体等の不揮発性を固有の物性として持つ材料を取り込んだ新規不揮発性デバイスを開発する。併せて、これら低消費電力デバイスをシステム応用するのに不可欠な集積化技術に取り組み、材料技術、集積プロセス技術、計測解析技術及び設計技術



並びにアーキテクチャ技術等を総合的に開発する。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度に設計した TEG チップの測定を行い、FlexPowerFPGTA 試作チップの特性解析を進める。新たに改良版 FlexPowerFPGA 試作チップを開発し、FPGA 全体での動作を確認する。XMOS デバイスモデルを実デバイス測定データとフィッティングさせ、モデルの精度を評価する。HiSIM 研究グループとの共同開発を更に前進させる。
- ・高性能 MgO 障壁 MTJ 素子とスピン注入型書き込み技術を用いたスピン RAM や次世代 HDD 磁気ヘッド、マイクロ波デバイスなどを実現するため、MTJ 素子の更なる高性能化とスピン注入磁化反転の低電流化・高信頼性化のための研究開発を行う。
- ・相補型 FeFET 開発のための基幹要素である電圧しきい値の制御とばらつき抑制の研究を行い、1チップ上の90個の FeFET のオン状態オフ状態の各しきい値電圧のばらつきの標準偏差をメモリウィンドウの8 %以内にし、p チャンネル FeFET の演算状態のしきい値電圧を-0.5 V 以下にする。論理と記憶動作ができる不揮発論理基本回路を設計する。
- ・平成18年度に引き続き不純物分布測定等の計測解析技術を、新規半導体デバイス、デバイスプロセス、電子材料等の実評価へ適用し、評価対象技術に関する研究開発の推進に寄与する。また、平成18年度に策定した要求仕様に基づき不純物分布測定手法のさらなる高空間分解能化を実施し、有効性の確認と到達分解能の見極めを実施する。
- ・低消費電力性と高速性を両立した極微細 LSI を実現可能にするために、4端子 XMOS デバイスを構成要素とした、LSI の主要機能回路である新概念 SRAM を設計し、試作検証する。
- ・情報通信機器用電源応用を念頭に、AlGaN/GaN ノーマリオフ型低損失スイッチング素子開発とそのレギュレータ回路適用を進める。このため、当該トランジスタ/ダイオード開発、実装技術開発、回路技術開発として、high-k 材料による MISFET 特性の向上、高耐圧構造導入、ノーマリオフ特性の安定化、表面保護膜改善等を行うと共に、パンプ接合による素子実装、等価回路モデル構築とレギュレータ回路の検討を進める。

## V. 産業基盤を構築する横断技術としての計測評価技術の研究開発

計測評価技術は、研究開発、産業活動といった技術を用いた諸活動を行う上での社会の基盤であり、優れた計測・評価技術なくして、技術に関連する活動の円滑な実施は行い得ない。こうした認識に則り、①先端的な計測・分析機器や計測評価方法の開発と社会での導入実施に不可欠となる標準化や標準試料の提供、②産業技術の基盤となるデータベースや社会の安全・安心に関するデ

ータベースの構築を行う。これにより、産業振興を牽引する新たな知見の獲得や産業技術の信頼性向上に繋がる共通の基盤技術としての計測評価技術を提供する。

### 1. 計測評価技術の開発と知的基盤構築の推進

様々な顕微鏡の開発によりナノテクノロジー等の新たな技術分野が生まれたように、先端的な計測・分析機器は広汎な技術、産業分野に展開できる基盤の特性を有している。こうした基盤の構築を行うとの観点から、産業分野を先導する先端的な計測・分析機器の開発と産業技術の信頼性を向上させる評価解析技術の開発を行う。また、新技術や新製品が国内外の市場を確保するためには、機能の優位性や製品の安全性、信頼性が技術的に確保されていることが必要であることから、製品の機能や特性等を評価する計測技術を開発し、試験評価方法の形で提供するとともにその標準化に貢献する。

#### 1-(1) 先端的な計測・分析機器の開発

ナノテクノロジー等における先端的な計測・分析機器の開発においては、ナノメートル領域の物質や欠陥等を高感度かつ高精度に検出する技術や物質の挙動を可視化する技術の開発が必要とされている。そのために、①反応性の高い状態にある原子・分子やイオンを用いた新たなツールを開発してナノメートル領域の計測や分析を可能にする技術、②新たな光・量子源の開発や高輝度化・マイクロビーム化により局所領域の物質の挙動を可視化する技術等の開発を行う。さらに、①、②の技術に関して標準化に貢献する。また、装置等の動作状況の把握や稼働条件の最適化を図るために、実環境下で計測可能な機器の開発が必要とされており、実環境下で動作する圧力や応力等のセンサの開発とそれを利用した計測技術の開発を行う。

#### 1-(1)-① 反応性の高い状態にある原子・分子の計測・制御技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・90 %以上の超高濃度の酸化活性なオゾンを精密に制御して、10 nm 以下の薄い SiO<sub>2</sub>膜を供給用1インチ半導体基板に±0.1 nm で均一に作製する技術及び200 °C以下の低温における酸化膜作製技術を開発するとともに、長さの国家標準にトレーサブルな厚さ計測用の物差しを半導体産業等に提供する。

《平成19年度計画》

- ・長さの国家標準にトレーサブルな厚さ計測用の物差しとなる10 nm 以下の SiO<sub>2</sub>膜の供給を開始する。また、光励起オゾン酸化法により作製した多結晶シリコン上酸化膜における5 %以内の膜厚平坦性の実現およびゲート酸化膜としての電気的特性評価を行なう。

##### 【中期計画（参考）】

- ・材料の表面をナノメートルレベルで均一に削り取るための新型イオン源を開発し、半導体デバイスの深さ10 nm 以内に存在する不純物を10<sup>11</sup>個/cm<sup>2</sup>レベルで分

析できる技術を開発する。また、その計測手法の標準化を行う。

《平成19年度計画》

- ・溶液型金属クラスター錯体のイオンビーム化の基礎技術としてイオン液体のビーム化を行う。また、過渡吸収分光顕微鏡において空間分解能100 nm を実現する。

【中期計画（参考）】

- ・ナノ物質に結合するマーカーとして極安定ラジカルを合成し、そのマーカーを磁気計測方法によって検出することによりナノ物質の挙動を精密に計測し、生体影響評価に資する。

《平成19年度計画》

- ・標識化合物(Perfluoroalkylradical:PFR)を結合させた標識 PFR-CNT（ピーポッド）の合成について確証を得、これを用いたファントム試験を行う。吸入暴露によるマウスでのナノ物質の生体影響評価を ESR イメージング手法を用いて行う。変調周波数100 kHz の磁場変調用電力増幅器を作成し、直径50 mm 軸長10 mm の円筒状試料挿入空間内に最大0.4 mT の磁場変調を発生させる。櫛型評価用試料を用いた CNT 探針の直径の評価を行ない、TEM による生体中 CNT の観察手法を確立する。

【中期計画（参考）】

- ・数10 Da の原子から1 MDa を越えるタンパク質のような巨大分子までの広い質量範囲において、タンパク質を構成するアミノ酸の違いを識別できるレベルの質量分解能で分子量分布計測が行える飛行時間型質量分析装置を開発する。

《平成19年度計画》

- ・超伝導高分子検出器の有感面積2 mm<sup>2</sup>以上を実現して分析時間を1/50にするとともに、従来の質量分析では直接分析ができなかった中性粒子の分析を可能とする。マルチチャネル半導体増幅回路の極低温(4 K)動作を可能にするために、GaAs FET の発熱量を現在の10 mW から1 μΩ以下に低減する。

【中期計画（参考）】

- ・半導体検出器のエネルギー分解能と検出効率を1桁以上改善した超伝導検出器を開発し、生体用軽元素のエネルギー分散分光分析を可能にする特性 X 線検出システムを開発する。

《平成19年度計画》

- ・放射光計測用100チャネル超伝導検出器を搭載可能な極低温実装を完成させ、X 線吸収分光測定に必要な高真空分析チャンバーに設置する。

1-(1)-② 光・量子ビームを利用した動的現象の可視化技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・産業現場に導入可能な大きさと3-30 keV の X 線エネルギーと10<sup>9</sup> photon/s 以上の X 線収量を有する、生体高分子の立体構造解析や可視化への適用が可能な単色

硬 X 線発生システムを開発する。

《平成19年度計画》

- ・長軸ファブリーペロー共振器へのレーザ入射モードマッチング効率を向上させると共に、サーボシステムで共振器を安定化させた状態でγ線ビームを発生する。同ビームを用いて、ラジオグラフィを行い、本手法を実用化するための指針を得る。

【中期計画（参考）】

- ・ビーム径を100 μm 以下に絞り込める陽電子マイクロビーム源を開発し、材料中のナノメートルレベル以下の空孔・欠陥の3次元分布や動的変化を計測するシステムを開発する。

《平成19年度計画》

- ・C バンド小型電子加速器で3 MeV 以上の電子ビーム加速を実現するとともに、ポータブル電子加速器により X 線非破壊検査が可能であることを実証する。さらに、陽電子ビーム集束のための高輝度化装置の性能を向上させ、陽電子ビームを50 μm 以下に集束する技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・既存の偏光変調素子が使用できない40 nm-180 nm の真空紫外領域において、生体分子の立体構造の決定が可能な S/N 比10<sup>-5</sup>の測定精度を持つ高感度円偏光二色性測定装置を開発する。

《平成19年度計画》

- ・円偏光二色性(CD)スペクトルのベースラインを低減させることを目的として、偏光アンジュレータの偏光変調駆動機構の改良を行う。これにより糖鎖や各種ペプチドなど分子異性体の一方しか入手出来ないような物質について信頼性における CD データの取得が可能となる。温度制御した水溶液試料の CD 測定により生体分子立体構造変化の測定を行う。
- ・試料の光電子顕微鏡像と光学顕微鏡像を測定できるシステムを設計・製作し、光電子顕微鏡装置に組み込む。一般に、生物試料を X 線顕微鏡で測定する場合、信頼性のある結果として発表するためには、光学顕微鏡像との比較が必須となっている。そのため、放射光の光軸上で、X 線顕微鏡像と同軸で、光学顕微鏡像を測定できるシステムを構築する。

- ・FEL を用いた金属触媒表面化学反応の研究では、短波長 FEL 用高安定型光共振器による安定な FEL の波長を190 nm 付近まで拡大し、反応ガス圧や基板温度等の条件を探りながら PEEM 計測技術を向上する。長波長分光測定システムを構築し、赤外用低損失共振器ミラーを導入して赤外 FEL の波長域を拡大し、5 μm 以上の中赤外域 FEL 発振を実現する。

1-(1)-③ 実環境下での圧力、振動の計測技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・発電用ガスタービンの状態診断等への応用を目指して、ピーク時800 ℃、常用500 ℃以上の高温、25 MPa 以

上の高圧下で0 Hz～数 MHz の広帯域圧力変動を実環境下で計測する高耐熱性の圧力、振動薄膜センサデバイスを開発する。

《平成19年度計画》

- ・高耐熱圧力センサについては、燃焼圧センサを試作し、エンジンの圧力応答を計測し、その特性評価を進める。
- ・高温振動センサについては、センサの試作を重ね、高温での耐久性評価試験を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・在宅医療用の生体情報センサやヒューマノイドロボットの触覚センサ等への応用を目指して、150℃以上の温度に耐え5 mm ピッチ以下の応力分布分解能を持つ、柔らかい高分子やゴム質表面に形成可能な箔状圧力センサシステムを開発する。

《平成19年度計画》

- ・Roll to Roll による薄膜形成技術の確立と、これを用いた箔状フレキシブル圧電センサの拡張を目指す。また、超音波を用いた生体組織の粘弾性計測による畜産品質評価システムの開発を行う。さらに、これらの技術の応用展開として、配管検査システムへの適用を行う。

【中期計画（参考）】

- ・材料の高精度劣化モニタリングなどへの応用を目指して、応力分解能が既存の歪ゲージと同等以上の数 nN/粒子かつ空間分解能の目安となる数百 nm 以下の応力発光体ナノ粒子を合成する技術、粒子を配列、分散及び固定化する技術並びに応力発光体を用いた遠隔応力計測システムを開発する。

《平成19年度計画》

- ・応力発光体を用いた構造物の安全管理ネットワーク構築を目指した応力発光塗膜センサおよび光検出システムの開発を行なう。短波長応力発光体を開発し、応力発光の光エネルギーを化学的に利用するシステムの構築を検討する。デバイス化を目指した応力発光薄膜の合成手法を開発する。

#### 1-(1)-④ 横断的な計測評価手法の構築に向けた先端的計測評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・次世代の衛星として期待されている準天頂衛星システムによる高精度な位置情報システムのコスト低減、長寿命化及び信頼性向上を目指し、地上局の原子時計と準天頂衛星に搭載された水晶発振器を無線により同期させる技術（擬似時計技術）を開発し、同期精度 10 ns 以内、100,000秒以上における長期安定性 $10^{-13}$  以内の擬似時計システムの実現を目指す。

《平成19年度計画》

- ・準天頂衛星を用いた実験を行うために開発した構成機器・ソフトウェアを組合せ、システム全体の動作確認を行う。この組合せ試験に必要な機器の開発も合わせて行う。システムの冗長系について検討を行う。これ

までに開発してきた擬似時計制御アルゴリズムを実システムに組み込む準備を行う。

#### 1-(1)-⑤ 患者の負担を軽減する高精度診断技術の開発 (I. 2-(1)-①を再掲)

【中期計画（参考）】

- ・診断及び治療に伴う患者の肉体的負担を軽減できる低侵襲検査診断システムを構築するため、心拍動等の動画像を連続計測可能な超高速 MRI 技術及び微小電極を用いた低侵襲計測技術等の要素技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・現状の問題点である画像歪みの低減方法に関して技術的な改善を行い、生体の組織構造に起因する緩和時間や拡散係数などが強調できる超高速撮像法として実用化を推進する。
- ・細胞の活動電位計測あるいは電気刺激が可能な低侵襲多点微小電極を開発するため、活動電位の計測や局所的な電気刺激に適する電極間隔について電気生理学実験により検討する。

【中期計画（参考）】

- ・個々人のゲノム情報に基づいた高精度診断を実現するため、1分子 DNA 操作技術や1分子 DNA 配列識別技術等の個々人のゲノム解析に必要な要素技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・ポリメラーゼ反応によって、4種類のヌクレオチドが所定の順番で取り込まれる過程を実時間で可視化する。これにより、実時間で1分子 DNA シークエンシングの第一歩が達成される。平成18年度に引き続き、反応効率の高いポリメラーゼの変異体の探索を行う。
- ・単一の金属ナノ粒子凝集体について、表面増強ラマン散乱（SERS）と弾性散乱スペクトルを同時に測定できる装置と走査型電子顕微鏡を用い、SERS 技術の実用化を困難にしている強度のばらつきの原因を解明する。そのために、SERS 強度と弾性散乱スペクトルおよび金属ナノ構造の形態との相関を、個々の金属ナノ粒子について調べる。金属ナノ構造の創製法として、新たに見出した近赤外レーザー誘起光還元法を用いて SERS 活性の高いナノ構造を作成する。

【中期計画（参考）】

- ・疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質を1分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・細胞マルチソーティング技術の実用化に向けて、細胞処理量の向上を目指した自動化などの装置の改良を行う。細胞回収に適したマイクロチップの設計を行う。セルソータ用の PDMS チップを自作できる体制を整える。複合多糖による生理活性発現の研究では、白色脂肪細胞の生物活性の発現を評価する技術を診断分野



等へ応用することを目的として、同細胞の分化の進行度と測定に要する細胞数などを検討して評価条件の最適化を図る。

- ・量子ドットで標識した成長因子 EGF が成長因子レセプターEGFR を活性化するかを確認する。確認後、EGF の活性に問題がなければ糖脂質存在下、非存在下での EGFR の挙動を量子ドットで標識した EGF を用い、AFM と蛍光顕微鏡を用いて観察を行い、作用機序を解明する。

【中期計画（参考）】

- ・同定された生活習慣病のタンパク質マーカーを簡便に解析して疾患の早期診断に役立てるため、極微量の血液からマーカーを数分以内で解析できるデバイスを開発する。また、遺伝情報の個人差を解析して罹患の可能性や薬効を診断するため、注目する遺伝子について個々人の配列の違いを数分以内に解析できるデバイスを開発する。

《平成19年度計画》

- ・新規なダイナミックコーティング用のセルロース誘導体を用いて、従来、分離が困難であったタンパク質および糖鎖試料の分離を行う。心筋梗塞診断デバイスの開発では、H-FABP をマイクロ流路中で検出するため、流路設計および検出系の設計を行う。また血球成分分離ユニットの流路組込みを行う。
- ・理論解析に基づき、数10個以上の遺伝子または生体マーカーを非標識で計測できるマイクロアレイ創製を目的として、表面プラズモン共鳴およびエリプソメトリに基づく非標識二次元検出技術を開発する。特に、並列同期検出法を利用した測定の高速度および精度の向上を図る。上記非標識計測に用いるデバイスを作製するため、金、シリカおよび金属酸化物の表面に DNA やタンパク質を高密度に固定化する技術を開発する。また、金薄膜上にシリカの高密度薄膜を形成する技術を開発する。
- ・機能集積型バイオチップの実現に向け、下記の項目について研究開発を行う。

- 1) 電気泳動による高精度分離と確実な分取動作が両立可能なチップを開発するとともに、サンプル導入部を改良し、導入精度を向上させる。
- 2) PMMA 材への直接描画による微細流路形成技術等のバイオチップ向けプロセスを確立するとともに、これを用いた診断デバイスの試作につなげる。

- 1-(1)-⑥ 超伝導現象を利用した電圧標準技術の開発（Ⅱ．4-(2)-①を再掲）

【中期計画（参考）】

- ・独自に開発した Nb 系ジョセフソン素子大規模集積技術を用いて、1~10 V 出力の直流電圧標準システムを開発し、ベンチャー企業等に技術移転することにより世界的規模での普及を行うとともに、高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発

する。

《平成19年度計画》

- ・小型冷凍機によって動作し10 V 出力を有する PJ 電圧標準システムの安定な供給を実現するため、高い歩留まりを有する NbN/TiN/NbN ジョセフソン・アレーの設計・作製技術を開発するとともに複数の電圧標準チップを採用する新しい方式のシステムを開発する。
- ・設計改良を行い10ビット D/A 変換器チップの完全動作を実証し、ジョセフソン周波数／電圧関係に基づいた精密波形合成を行う。また、マルチチップシステムの開発に着手し、プロトタイプとしての2チップ D/A 変換器システムの動作を実証する。

- 1-(1)-⑦ 高度ナノ操作・計測技術の開発（Ⅲ．4-(1)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ・加工と計測との連携を強化するための、プローブ顕微鏡等を応用した複合的計測技術を開発する。また、計測データの解析を支援するナノ構造体のシミュレーション・モデリング法、高精度計測下での生体分子のその場観察と操作技術等の新手法を開発する。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度までに開発された走査型近接場光学顕微鏡では、高さ方向のみ、粗動も含めて高精度な位置計測が可能であるが、平成19年度はこれを3次元的にナノメートル計測可能なように改良を行う。これにより、実際の量子輸送計測に用いられているホールデバイスでも任意の位置を正確に計測できるようにする。
- ・エネルギー損失電子顕微鏡により、ソフトマテリアルのナノ空間における化学構造情報を得るための観察条件の最適化を行い、企業との共同研究を通じて、工業材料への適用を行い、構造形成機構、構造一物性相関を明らかにする。

- 1-(1)-⑧ 環境診断技術の開発（Ⅳ．1-(3)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ・高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、応答速度を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

《平成19年度計画》

- ・液体ハンドリング装置用に開発した QCM 免疫センサ素子への抗体固定化と抗原抗体反応の最適条件を検討し、抗原抗体反応量の変動を抑制できる条件を明らかにする。並行して、フローセルによる、QCM 免疫センサ素子への極微量、迅速、かつ直接の抗体固定化法を開発し、QCM 免疫センサ素子への抗体固定化率と反応性の向上を検討する。

- 1-(2) 計測評価のための基盤技術の開発

構造物の損傷の診断・予測を目指して、構造物内部

の損傷や劣化を非破壊で構造物全体にわたって遠隔監視できる技術を研究開発する。また、材料・部材に影響を及ぼす局所領域の物性、材料内部の原子・分子の移動拡散現象及び微量の不純物等の計測評価技術の研究開発を行うとともに、標準測定法、解析手法、技術資料（TR、TS 等）及び物性データ集等として整備し、評価手法の標準化への貢献や標準物質の開発を併せて行う。さらに、生体分子やナノ物質等の信頼性の高い計測・分析技術及びそれらと IT を組み合わせた計測評価システム技術などの開発を行うことにより、産業と社会の信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の構築に資する。

#### 1-(2)-① 構造物の損傷診断技術の開発と標準化の推進【中期計画（参考）】

- ・プラントでのパイプ等の損傷の診断を可能にするために、FBG（Fiber Bragg Grating）光ファイバセンサを用いて、100 MHz までの高周波歪とき裂を同時に 1 mm 以下の分解能で50 m<sup>2</sup>に及ぶ広域を監視する計測技術を開発するとともにその標準化に貢献する。  
《平成19年度計画》
- ・光ファイバを波動の伝播ガイドとした FBG マルチセンシング技術を開発し、超音波伝播映像化システムと組み合わせた広域検査技術の開発に取り組む。
- ・現状の映像化システムの10倍以上の映像化速度（100×100走査点の映像化を1分以内）を有する計測システムを構築し、本システムを利用した配管検査技術の開発に着手する。また、超音波伝播の可視化法についての規格化にも取り組む。

#### 1-(2)-② 原子・分子の移動拡散現象の計測評価技術の開発と標準化の推進

##### 【中期計画（参考）】

- ・燃料電池に適用できる固体電解質材料のプロトン移動機構を解明するために、固体 NMR 法等を用いて 10<sup>-9</sup> m<sup>2</sup>/s までの範囲のプロトン拡散係数を測定する技術を開発するとともに、拡散係数等の物性と構造との相関を明らかにする。  
《平成19年度計画》

- ・構造材等との複合化による無機固体酸系プロトン伝導体のプロトン移動速度への影響を分子レベルで計測・解析し、燃料電池固体電解質の材料化に適した物質を探索する。圧力増加とともにプロトン伝導度が上昇すると報告されている無機固体酸塩のイオン間距離やイオン回転とプロトン伝導の関係を明らかにするために、高圧相のプロトン伝導度測定と構造解析を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・燃料電池自動車の70 MPa 級高圧水素貯蔵を可能にするために、ステンレス鋼等の金属材料の水素脆化評価方法の開発を行うとともにその技術基準の策定を行う。  
《平成19年度計画》
- ・70 MPa 級高圧水素貯蔵に係る金属材料の高圧水素脆

化の評価試験圧力を210 MPa へ向けて実現を図ると共に、長期にわたる水素脆化評価をマクロな材料試験並びにミクロな観点からのアプローチを行い、産総研高圧水素脆化データベースの拡充を図る。また、水素脆化評価ステーションを産業界のニーズを勘案して更に整備する。

- ・100 MPa 高圧水素疲労試験機を製作するとともに、金属、非金属材料の水素環境下における侵入水素量と強度特性の関係を調査する。また、軸受・バルブ摺動材料、シール材料及び表面改質材の摩擦摩耗データを取得して課題を明確化するとともに、高圧水素の密度、粘性係数、水への溶解度を明らかにする。さらに、材料内のき裂進展及び水素拡散のシミュレーションの高度化を図る。

#### 1-(2)-③ 材料プロセスの信頼性に関わる評価技術の開発と標準化の推進

##### 【中期計画（参考）】

- ・排ガス浄化用マイクロリアクタの10 nm レベルの微小空孔を対象に、磁気共鳴法を用いた空孔の形状や寸法の不均質性評価方法や標準材料の開発を行い、その標準化に貢献する。  
《平成19年度計画》

##### 《平成19年度計画》

- ・NiO/イットリア安定化ジルコニア（YSZ）複合体系表面を顕微ラマン分光によりマッピング測定し、得られるスペクトル情報と3次元位置情報の総合的分析からNOx 分解に関係すると考えられる Ni 還元析出量の表面形状依存性等を定量化するとともに、Ni 触媒の構造を変化させたときの、NOx 分解反応の起こり易さの変化を、量子化学計算により検討する。微小空孔の触媒機能の新たな評価プローブ物質として、フッ素系極安定ピラジカル（二つのラジカルの結合体）前駆体の開発を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・局所領域の力学物性とマクロな部材の力学物性との関係の解明を目指して、通常の硬度計では評価が困難なコーティング膜等の機械的特性を、100 μm<sup>3</sup>程度の微小領域における変形特性を用いて定量的に評価する手法を開発し、その標準化に貢献する。  
《平成19年度計画》

##### 《平成19年度計画》

- ・ダイヤモンドライクカーボン被覆被膜金型用鋼材の局所変形を解析するため、顕微インデンテーション法における接触部位の光学測定を接触面周縁部にまで拡張し、応力遮閉効果を定量的に評価する。さらにコーティング薄膜を実用化する上で非常に重要な問題のひとつである基材と被膜間の密着特性について薄膜の剥離特性を顕微インデンテーション法により評価する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・ファインセラミックス焼結体製品の機能や性能に大きく影響する原料微粉体中に含まれる微量成分に対して、信頼性の高い定量方法、分析値の不確かさ評価方法及

び均質性評価手法等の開発を行うとともに、分析方法の標準化と2種類の窒化ケイ素の国家標準物質の作製を行う。

《平成19年度計画》

- 安定化および部分安定化ジルコニア原料微粉末中のイットリア定量方法の標準化を目的に、最適な試料分解方法を明らかにする。化学分析用アルミナ微粉末標準物質の開発を目的に、2ないし3種類の候補標準物質の候補試料について、均質性を確認する。併せておおよその成分濃度を把握する。

1-(2)-④ 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献（Ⅰ．5-(3)-①を再掲）

【中期計画（参考）】

- バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製する。また、臨床検査などで検査対象となっているタンパク質について高純度の標準品を作製する。

《平成19年度計画》

- 臨床検査対象または疾患マーカーとなっているタンパク質を標準タンパク質として作製するため、ヒト cDNA ライブラリからのクローニングし、大量発現系を構築する。これを種々のタンパク質について行い、標準タンパク質のバラエティを広げる。

【中期計画（参考）】

- バイオテクノロジー関連の SI トレーサブルな測定技術を整理して標準化のための課題を明らかにする。また、新規 DNA 計測手法について国際標準制定に貢献する。

《平成19年度計画》

- 室温大気下で長期に保存できる抗酸化型安定タンパク質を分子設計し、その合成に着手する。
- 作成した標準 DNA を元に、定量のための標準 RNA の作成を行うと共に、その保存性や純度検定を行うための検討を行う。また、RNA 定量のための計測技術の検討を行い、その計測精度を明らかにする。また、引き続き DNA 計測手法の国際標準制定について貢献する。

1-(2)-⑤ バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した先端計測・解析システムの開発（Ⅰ．5-(2)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- レーザーによる生体高分子イオン化並びに光解離を利用した高分解能質量分析と微量試料採取を融合した生体分子の網羅的計測・解析システムを開発し、細胞モデルを構築する。

《平成19年度計画》

- （平成18年度までに終了）

1-(2)-⑥ ナノカーボン構造体の構造制御技術と機能制御技術の開発（Ⅲ．2-(2)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ナノカーボン構造体及びそれに含有される金属元素等を単原子レベルで高精度に分析できる高性能透過型電子顕微鏡及びナノカーボン構造体等の高精度な分光学的評価法を開発する。また、ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイアの成膜技術を開発するとともに、機械的、電気化学的及び光学的機能等を発現させる技術を開発する。

《平成19年度計画》

- 超高感度元素分析装置開発においては、高感度化のための YAG/YAP シンチレータなどの検出系の最適化を行う。原子直視型解析構造解析技術の開発においては、ナノスケール材料を構成する分子・原子を直接観察し、その構造と時間変化を捉えるため、高感度・高分解能・長時間分解能を合わせ持つ電子顕微鏡を開発する。
- 電子顕微鏡中で輸送特性などのマクロな物性変調を検証するため、電子顕微鏡とカソード発光を組み合わせた実験装置の開発を行う。また、これまでに構築してきたナノカーボン分光評価装置をさらに改良し、ピーポッド等の電子物性を解明する。さらに、短尺ナノチューブの開発、ナノチューブの国際標準化に向けた分光学的評価法を開発する。
- 研磨盤用ナノダイヤコーティングの生産機として直径 150 mm の研磨盤を1時間で成膜完了し、膜厚均一性を5 %以下の装置を開発し、ナノダイヤコーティングを利用した超精密研磨盤としてのアプリケーションを確立する。また、PPS へのナノダイヤコーティングの密着力の強化を行う。

1-(2)-⑦ 安全・信頼性基盤技術の開発（Ⅲ．4-(1)-④を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- MEMS 技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証する。

《平成19年度計画》

- マイクロポンプを有した捕集システムと、振動センサ、検出システムを合体した全体システムの動作試験を行い、においセンシングによる人間の健康管理について試験を行う。安心安全応用としての鳥インフルエンザ監視用システムに関してはパワーマネジメントにより10 mW 級以下の消費電力を達成する。また実際の動物実験を行う。

2. 産業と社会の発展を支援するデータベースの構築と公開

研究開発に関係する様々な現場から膨大なデータが取得・蓄積されているが、多くのデータは異なる観点からの解析により新たな研究開発成果を生み出す可能性を常に持っており、一般性のあるデータは共通の財産としてデータベース化して公開することが重要である。そこで、先端産業技術の開発と安全な社会の実現のために、産業技術の基盤となる物質の物性等のデー



データベースや環境、エネルギー、安全性等に関するデータベースを構築し、Web 等を利用して産業界と社会の利用に広く提供する。

## 2-(1) 産業技術の基盤となるデータベースの構築

産業技術の基盤となる物質・材料のスペクトル特性や熱物性等を測定、評価、蓄積し、データベース化するとともに、Web 等を利用して公開し産業界と社会の利用に広く提供する。スペクトル特性に関しては、危険物や添加剤など社会ニーズの高い化合物群のデータ蓄積を重点的に行う。熱物性データベースに関しては、各種データベースと共同運用することから、それぞれのデータの信頼性を評価するガイドラインを整備する。

### 2-(1)-① 物質のスペクトル特性及び物性等のデータベースの構築

#### 【中期計画（参考）】

- 有機化合物のスペクトルデータベースに関して、新たに6,000件のスペクトルを測定して解析及び評価を行い Web に公開する。

#### 《平成19年度計画》

- 危険物などの化合物群を中心に1,000件以上の新規スペクトルデータの収集と公開を行う。科学技術振興機構の日本化学物質辞書等のリンクセンタープロタイプとのリンク機能を向上し、データベース間での双方向の情報共有化を実現を目指す。

#### 【中期計画（参考）】

- 同データベースにおいて、ユーザの利便性を高めるため、構造式検索機能や IR（赤外）スペクトルピークの検索機能の追加及びスペクトル表示機能の強化などを行う。

#### 《平成19年度計画》

- 有機物スペクトルデータベースのデータ入力ツールにおける構造式検索機能を最適化する。最適化した機能を、公開データベースへ移行するために必要な仕様を決定する。必要な構造情報を化合物辞書へ登録する。IR スペクトルピークの検索機能を完成し、検索に必要なデータを辞書に登録する。

#### 【中期計画（参考）】

- 固体や流体の熱物性データベースに関して、新たに1,000種類以上の物質・材料について3,000件以上のデータを収録するとともに、データの正確さと信頼性を評価するためのガイドラインを整備する。

#### 《平成19年度計画》

- 熱物性の国家標準によって校正された実用計測器により基本材料の熱物性値を計測し、正確さを評価したデータを分散型熱物性データベースに収録する。

#### 【中期計画（参考）】

- 製造業において求められる熱設計のためのシミュレーション技術の定量性と信頼性の向上に寄与するために、標準データを含む広範な熱物性データを Web 等を介

して提供する。

#### 《平成19年度計画》

- 基本材料に関する熱物性データの文献調査を行い、計測の正確さを評価するとともに、固体物理学に基づき標準式を導出し、評価済みデータを分散型熱物性データベースに登録する。

## 2-(2) 社会の安全・安心に関するデータベースの構築

燃焼・爆発事故災害、火薬類の物性、環境中の微生物、エネルギー消費量、環境影響排出物質等に関して計測評価データを蓄積し、データベース化するとともに、Web 等を利用して産業界と社会に広く提供する。

### 2-(2)-① 爆発の安全管理技術の開発（Ⅳ．1-(1)-②を一部再掲）

#### 【中期計画（参考）】

- 火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、構造物や地形等を考慮した周囲への影響を予測する手法を開発し、燃焼・爆発被害を最小化するための条件を明らかにする。また、海外事例を盛り込んだ燃焼・爆発事故災害データベース及び信頼性の高い煙火原料用火薬類等の物性データベースを整備・公開する。

#### 《平成19年度計画》

- 市街地ビル等の複雑な構造・地形で爆発が発生した場合に周辺環境に及ぼす影響を、数値解析により評価する。また、大規模爆風影響計算にて爆風低減化構造をモデル化し、爆発被害を最小限にとどめるための方策について検討する。さらに、火薬類貯蔵庫の周辺岩盤を数値モデル化するために必要な実験データを取得し、超高速並列シミュレーションを用いて火薬類の爆発影響に対する信頼性の高い評価手法と対策技術を検討する。
- 国内火薬類全事故事例を公開し、解析を行うとともに、国際標準化に向けてデータベースの環境整備を進める。また、過去の事故事例の事故進展フロー図、教訓データおよび火薬類の物性データを拡充する。海外の会議等に参加し、国内外の専門家とデータベースの連携について意見交換を行う。
- 煙火原料および煙火組成物について、火薬学的諸特性情報を整備し、RIO-DB 内でデータベースとして完成させる。また、不足している情報や信頼性の低いデータについては再評価を行う。

### 2-(2)-② バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発（Ⅳ．5-(2)-①を再掲）

#### 【中期計画（参考）】

- バイオマス利用技術の経済性と環境負荷を評価するために、システムシミュレーションに基づく総合的なプロセス評価技術及び最適化支援を行う技術を開発する。また、バイオマスの利用促進を図るため、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースを構築する。

《平成19年度計画》

- ・引き続き、基礎フロー、基礎シミュレーション、およびデータベースの充実を図るとともに、LCA（ライフサイクルアセスメント）の手法を取り入れて環境適合性評価技術を開発する。

【別表2】地質の調査（地球の理解に基づいた知的基盤整備）

活動的島弧に位置する我が国において、国民生活の安全・安心を確保し、持続的発展が可能な社会を実現するため、地質の調査とそれに基づいた知的基盤整備における貢献が求められている。そのため地球を良く知り、地球と共生するという視点に立ち、国の知的基盤整備計画などに沿って地質の調査・研究を行い、その結果得られた地質情報を体系的に整備し、その利便性の向上を図る。また、地震、火山等の自然災害による被害の軽減、高レベル放射性廃棄物の地層処分及び都市沿岸域における地球環境保全等に関連した社会的な課題を解決するため有益な地質情報を整備し、提供する。さらに、地球規模のグローバルな問題を解決するために、地質情報の整備、自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際的な研究協力を推進する。

1. 国土及び周辺地域の地質情報の統合化と共有化の実現

国土の地質情報の整備と供給が求められていることから、地質の調査に関する研究手法及び技術の高度化を進めるとともに、国の知的基盤整備計画に基づき、国土と周辺地域において地質の調査を実施し、社会の要請に応えた地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備を行う。また、地質情報を社会に提供することにあたっては、地質情報の高度化と利便性の向上に努める。また、大陸棚調査を実施し、大陸棚限界に関する情報を作成する。さらに、衛星画像情報の高度利用に関する技術開発及び情報整備に取り組む。

1-(1) 地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備

安全・安心な国民生活の実現のため、日本及び周辺地域の地質情報に関する理解を深め、地質の調査に関する研究手法・技術の高度化が必要であることから、島弧の地質体及び周辺海域の海底地質に関する地質の調査を実施し、過去から現在に至る地質体の形成モデルを構築する。さらに、これらの成果も踏まえて、長期的な計画のもと、地質情報の基本図である20万分の1の地質図幅の全国完備を達成し、5万分の1の地質図幅25区画、20万分の1の海洋地質図15図、20万分の1の重力図5図及び空中磁気図3図を作成し、信頼性の高い国土の地質基本情報としての地球科学基本図を整備する。

1-(1)-① 地球科学基本図等の整備

【中期計画（参考）】

- ・地質情報の基本図である20万分の1の地質図幅の未出

版18区画を作成し、全国完備を達成するとともに、地震防災の観点から更新の必要性の高い5区画を改訂し、高精度で均質な地質情報整備を推進する。

《平成19年度計画》

- ・20万分の1地質図幅新規7区画（伊勢・中津など）、重要地域の改訂4区画（新潟・静岡など）の地質調査を実施し、新規2区画（中之島・宝島）を完成する。

【中期計画（参考）】

- ・防災、都市基盤整備、産業立地等の観点から重要な地域、20万分の1の地質図幅の作成及び改訂に有益な地域及び地質標準となる地域を優先的に選択して5万分の1地質図幅25区画を作成する。

《平成19年度計画》

- ・5万分の1地質図幅新規23区画（加茂・京都東南部など）、改訂3区画（船川・戸賀・阿仁合）の地質調査を実施し、新規5区画（松本・青森西部など）を完成する。

【中期計画（参考）】

- ・日本周辺海域の海洋地質情報を整備するため、北海道南岸沖海域及び沖縄周辺海域の海底地質調査を実施する。調査済み海域の地質試料及び調査資料に基づき15図の海洋地質図 CD-ROM 版を作成し、地質試料と調査資料等をデータベースとして整備し、公開する。

《平成19年度計画》

- ・地質情報の整備のために、既調査域の解析などの地質図作成を進め、平成18年度未成分も含めて、7図の地質図原稿を完成する。また、海底地質・海底堆積物などの海洋地質データベースの拡充を行う。

【中期計画（参考）】

- ・地球物理学的調査に基づく重力図については第1期に調査を実施した中国・四国地域の20万分の1の重力図5図を作成し、第2期には近畿・中部地域の重力調査に着手する。空中磁気図については、地殻活動域のうちデータ取得が進んでいる福井平野などを対象として縮尺5万分の1程度の高分解能空中磁気図3図を作成する。また、重力、空中磁気及び岩石物性データなどの地球物理情報をデータベースとして整備、公開する。

《平成19年度計画》

- ・重力図については、中国・四国地域において重力図を1図作成するとともに、中国・四国及び近畿・中部地域での重力調査を実施する。空中磁気図については、岩手山地域の空中磁気図を1図作成する。日本列島基盤岩類物性データベースへの物性情報の追加登録を行う。

1-(1)-② 島弧の形成モデルの構築

【中期計画（参考）】

- ・島弧地質体の深さ、温度、応力場等の形成条件と地質年代を明らかにするための分析技術を高度化し、この知見に基づいて島弧堆積盆の堆積環境及び変形履歴の復元を行い、島弧の形成モデルを構築する。また、海

底で採取した地質試料の古地磁気、組成分析等の結果に基づいて、海底地質の元素濃集、物質循環及び古環境変動等の地質現象を明らかにする。

《平成19年度計画》

- ・島弧地殻主要部を構成する付加体、変成帯、深成岩体の形成条件を野外調査と微化石層序・放射年代・鉱物分析などによって解明するために、北部北上帯では西縁部の地層の層序・構造の復元を行い、九州四十帯では延岡構造線の活動時期の推定を試みる。三河地方領家帯では変成帯の温度圧力構造を解明し、四国中央部三波川帯では地質構造と変形履歴を解明する。さらに、足尾山地の付加体中に貫入するアダカイト質花崗岩類の起源を検討する。
- ・関東平野、新潟平野、足柄平野、近江平野などの活動的堆積盆の形成モデル構築のため、テフラ・古地磁気・放射年代・化石層序などを用いて、中部更新統～完新統の標準層序の確立と地質構造の解明を行う。新潟平野北部では、引き続き紫雲寺背斜構造を覆う上部更新統～完新統について調査を進め、活断層の発達及び平野形成プロセスと大規模な液状化との関係を明らかにし、新潟大学と連携し新発田市の防災計画改定へ向けた地盤情報の整備を行う。関東平野では、3次元平野地下情報の整備に向けた第四系の大縮尺広域地質図の統一凡例、及び地下地質断面用の標準層序区分凡例を作成する。
- ・オホーツク海・ベーリング海の堆積物コアから古地磁気強度変動を求め、1万年オーダーの分解能のグローバルな等時間面を提供し、古海洋・古気候研究に役立てる。また、地磁気エクスカッションが完新世に起きた可能性を検証する。
- ・プレートの沈み込みによって成長する海溝寄りの堆積盆(前弧海盆)の発達様式の急変と、伊豆小笠原海溝の位置の移動により形成されたプレートの傾きの変換点の位置を求め、プレートの運動方向が変化したタイミングを明らかにする。
- ・深海底資源開発と二酸化炭素の海洋隔離技術を組み合わせたハイブリッド型システム、また、海洋深層水利用等との複合システムなどの多角的検討を行い、実用化の可能性を探る。
- ・メタンの海洋生態系による固定・消費メカニズムの研究として、産総研で開発した「メタン固定・消費生態系モデル」の改良を行うとともに、このモデルの構成要素のひとつである堆積層経由のメタン供給メカニズムを発展させ、「メタンの移動過程におけるガスハイドレート生成・分解モデル」を構築する。さらに、メタン湧出が海洋環境に与える影響を考察する。
- ・海底下(地殻内)における流体のダイナミクスを明らかにするため、地殻流体が海底下より湧き出して来る際の海底面における物理化学的挙動の観測と理論的考察をする。地殻流体の海洋への寄与と役割を解明する

ため、現場計測のセンサー類によって海水中における拡散の観測を行なう。

#### 1-(2) 地質情報の高度化と利便性の向上

国土の基本情報である地質情報を社会により役立つ情報として提供するために、地質情報の精度と利便性の向上を図ることが必要であることから、20万分の1の地質図情報については共通凡例に基づくシームレス情報化を促進するとともに、地理情報システム(GIS)を活用した統合的な地質図データベースを整備する。5万分の1の地質図情報については最新の研究成果を常に更新する。地質情報の高精度化を図るために、地質情報の標準化の促進が必要であることから、新生代標準複合年代スケールの作成、地質標本の標準試料化及び地球化学標準試料の作製などの地質情報の標準化を促進する。

#### 1-(2)-① 地質情報の統合化の研究

【中期計画(参考)】

- ・地質情報の精度と利便性の向上のため、出版済みの地質図幅に基づき、20万分の1の地質図情報に適用可能な共通凡例を新規作成することにより、20万分の1の地質図情報のシームレス情報化を行う。地質図データベースに登録されている5万分の1の地質図情報については、最新の研究に基づいて地質情報を更新する。

《平成19年度計画》

- ・国際地質標準策定の会議に評議員として出席する。また、20万分の1シームレス地質図詳細版のバクターデータを更新するとともに、関連情報とのリンクを検討する。また、5万分の1シームレス地質図「滋賀」の編纂を実施する。
- ・新潟県中越地方において平成18年度に実施した、地すべりの素因抽出を、より南西部の地震空白地域において実施する。この地域において過去の空中写真を用いて高精度地形データの作成を行い、GISを利用した地形・地質データの分析とニューラルネットワークの手法を用いた地すべりの素因抽出を行い、中越地震で既に地すべり被害を受けた地域との比較検討を行う。

#### 1-(2)-② 地質情報の標準化の研究

【中期計画(参考)】

- ・地質年代の標準となる新生代標準複合年代スケールを作成する。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度の研究で正確な年代を決めることのできなかった3つの基準面について、深海底掘削で得られた北太平洋の3本のコアの試料を入手して古地磁気層序との直接対比を行い、正確な数値年代を決定する。これにより、500万年前以降の地質年代スケールの時間分解能を向上させる。

【中期計画(参考)】

- ・海外での地質調査及び文献調査を実施することにより、アジア地域における地質情報を整備する。



《平成19年度計画》

- ・アジア国際数値地質図（IGMA500）の陸域と海域における地質図について、さらに編集作業を進め、アジア広域地質図 DB の礎を構築する。また、100万分の1縮尺の数値地質図を世界規模で作成するプロジェクトに参加し、日本としての役割を推進する。

【中期計画（参考）】

- ・地質図の凡例及び地質年代等の地質情報を表現するための標準を作成し JIS 化及び国際標準化を図る。

《平成19年度計画》

- ・ベクトル数値地質図の主題属性コード及び品質要求事項の JIS 原案及び JIS A0204の改定案を日本工業標準調査期に審議に付し、その制定を目指す。また、地質用語集を編集し、その TS 素案をとりまとめる。世界地質図委員会デジタル地質標準作業部会において、国際地質図の標準凡例の適用例について検討を行う。

【中期計画（参考）】

- ・岩石、鉱物、化石等の地質標本の記載及び分類のための基盤情報となる標本カタログ等の作成を進め、地質標本及び岩石コア情報データベースとして整備し、公開する。また、化学分析及び文献調査により岩石、土壤等の化学組成に関する情報を取得し、それらの情報を地球化学データベースとして整備する。

《平成19年度計画》

- ・標準層序・環境指標を確立させるため岩石・鉱物・化石等の地質標本の記載・分類学的研究を進め、地質標本館収蔵標本に基づく個別標本データベースの構築・整備をはかる。化石標本について、平成18年度に構築・整備した岡本和夫氏寄贈の新生代貝類化石 DB の公開をする。変成岩標本 DB について平成18年度に引き続き整備拡充を進める。
- ・岩石・堆積物・土壤の化学組成等のデータに関して、特に関東西部地域のデータを登録・整備する。

【中期計画（参考）】

- ・地質試料の分析精度を高めるための標準として5個の地球化学標準試料を作製する。

《平成19年度計画》

- ・海域で採取された底質試料を調整して、環境分析のための地球化学標準試料1個を作製する。

1-(2)-③ 地質情報の高度利用技術開発

【中期計画（参考）】

- ・地質に関する電子情報を標準化し利便性を向上させるため、既存の地質図、地球物理等の複数のデータベースについてメタデータの標準化を図り、地質情報を整備する。これらのメタデータを活用して、複数のデータベース情報を総合的に解析することにより、付加価値の高い3次元地下構造モデルの構築手法を開発する。

《平成19年度計画》

- ・新規発行の地質図類について標準フォーマット JMP2.0仕様のメタデータを作成し、政府クリアリン

グハウス及び地質情報総合メタデータ日本版に登録・管理する。また、地質情報総合メタデータ日本版について、検索後の背景地図画像の修正など必要なシステム改修を行う。

- ・地質情報総合メタデータアジア版において、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）加盟国の地質図類メタデータに関し、サムネール画像を含む登録の更新・管理を行うと共に必要なシステム改修を行う。
- ・地質文献データベース（GEOLIS、G-MAPI）の検索システム改良について、利用者の利便性の向上を図るため、地質調査総合センター作成の統合地質図データベースとの連携の調査・検討、および旧地質調査所時代の貴重書類のデータ登録・公開をおこなうとともに、迅速な入力・登録データの充実のために入力プログラムの修正を行う。また、G-MAPI の地図画像については画質・画像数ともに継続して、充実化をはかる。
- ・引き続き、アンケート調査により物理探査調査研究関係メタデータの蓄積に努める。データベース本体のデータおよび電子メールによるアンケート収集に関わり、個人情報の保護に配慮したシステム改変ならびにデータの見直しを行う。
- ・地質図情報から推定される地質構造モデルと重力構造モデルを統合的に解析し、最適3次元地質構造モデルを構築する。また、ボーリングデータを GIS を用いて表示するデータベースを構築すると共に、地下壕の安定性評価に寄与する地質情報について調査・検討を行う。

1-(3) 大陸棚調査の実施

海底地質調査を基にした大陸棚調査を実施し、地質情報の集積及び解釈を行い、大陸棚の地質構造モデルを構築する。これらの結果を取りまとめるとともに、国連「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する大陸棚の限界に関する情報作成に貢献する。

1-(3)-① 大陸棚調査の実施

【中期計画（参考）】

- ・大陸棚調査にも資する海底地質調査を行い、対象とした海域から得られた地質試料の化学分析・年代測定等海域地質の総合解析に基づき、海底地質情報を整備し、大陸棚の地質構造モデルを構築する。これらの結果を取りまとめるとともに、国連「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する大陸棚の限界に関する情報作成に貢献する。

《平成19年度計画》

- ・平成17年度の基盤岩採取調査に引き続き東北日本沖の太平洋の海山の基盤岩採取を行い、得られた基盤岩の同位体組成等に基づく海山の成因、および採取試料を基に潜在的資源の可能性の研究を実施する。大陸棚の限界に関する情報作成では、ほか機関との共同でとりまとめを進めて限界情報の作成を進める。

1-(4) 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報

## の整備

自然災害、資源探査、地球温暖化、水循環等に関する全地球的な観測が重要になってきているなか、地球観測戦略の一環として、衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備を実施し、衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発を行うとともに、石油資源等の探査やアジア地域の地質災害対策・地球環境保全等のために、地質の調査に関わる衛星画像情報を整備する。

## 1-(4)-① 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

## 【中期計画（参考）】

- ・石油資源等の探査やアジア地域の地質災害対策・地球環境保全等のため、ASTER や次期衛星（ALOS 等）からの衛星情報と地表での地質調査情報との融合による遠隔探知技術の高度化を図るとともに、衛星画像情報を整備する。

## 《平成19年度計画》

- ・中国西北部タリム盆地周辺を研究地域として、衛星画像情報による岩相マッピング高精度化のために硫酸塩鉱物含有量と分光特性の関係を研究する。ALOS 衛星搭載 PALSAR データの関東地域について収集を継続するとともに、地盤沈下の解析を行う。地質災害対策・地球環境保全等のための衛星画像整備として、火山衛星画像データベースにアフリカおよび欧州の火山画像を追加登録する。
  - ・石油資源等の探査に係る遠隔探知技術の高度化と衛星画像情報の整備を目標に、
- 1) ASTER の幾何・放射量・大気補正にかかる研究を行う。幾何補正については、各種地上および他の衛星観測データを用い、幾何位置および DEM の精度検証を行い、その高精度化を図る。放射量補正については、平成18年度に引き続き、オンボード校正機器および地上代替校正実験からの解析を行い、最新の補正係数算出およびそのセンサ劣化のトレンド解析を実施する。また、大気・放射量補正の高度化のためのプロトタイプソフトウェアを開発する。  
放射量補正については、平成18年度に引き続き、オンボード校正機器および地上代替校正実験からの解析を行い、最新の補正係数算出およびそのセンサ劣化のトレンド解析を実施する。また、大気・放射量補正の高度化のためのプロトタイプソフトウェアを開発する。
  - 2) 堆積岩区分図プロトタイプシステムの PALSAR データに係る部分（データ入力部）の開発、中国タリム盆地周辺地域でのデータ収集・処理とシステムへの格納する。
  - 3) 資源フュージョン解析のために開発してきた技術を活用し、東アジアの資源地域を対象に、ロジスティクス情報抽出に向けた解析技術を開発研究する。
  - 4) PALSAR データを用いた資源賦存地域における環

境評価の研究の一つとして、InSAR 技術を適用して鉱山跡地の地盤沈下を検出するための研究を実施する。

- 5) 世界地質図委員会の国際規格に則ったアジア数値地質図の数値地質図の編集をより広域に広げて実施するほか、タイ北西部の地質調査を実施する。
- 6) 過去に観測された全ての ASTER データを GEO Grid に転送・蓄積する。このデータを基に、モンゴルのより広範囲の地域においてモザイク処理ソフトウェアのテストを実施する。

## 1-(5) 地質情報の提供

地質の調査に関する研究成果を社会に普及するため、地質の調査に関する地質図類等の成果の出版及び頒布を継続するとともに、電子媒体及び Web による頒布普及体制を整備する。地質標本館の展示の充実及び標本利用の促進に努め、地質情報普及活動、産学官連携及び地質相談等により情報発信を行う。

## 1-(5)-① 地質情報の提供

## 【中期計画（参考）】

- ・地質の調査に関する地質図類、報告書、研究報告誌等の出版及び頒布を継続するとともに、CD-ROM 等電子媒体及び Web による頒布普及体制を整備する。また、地球科学文献の収集、整備、保存及び提供を行い、地球化学標準試料の頒布、標準試料及び標本の提供を行う。

## 《平成19年度計画》

- ・平成19年度出版計画に基づき提出される地質図類、報告書、研究報告誌等の原稿検査と JIS 基準の適用、印刷に向けた仕様書作成と発注を行う。
- ・既刊出版物の管理・頒布・普及を継続して行う。在庫切れ地質図類の入手要望に対してオンデマンド印刷により適切に対応する。
- ・国内外の既刊地質図類についてラスターデータ整備を行う。海洋地質図、新刊の20万分の1及び5万分の1地質図幅等のベクトル数値化を進める。
- ・地域に密着した国土データである各種地質図類への一般の理解を広げるために、地質図及び地域の地質を解説した一般向け「九州地質ガイド」を出版する。
- ・国内外の地球科学文献の収集、整備、保存及び提供を継続して行い、所蔵地質情報の充実に努める。

## 【中期計画（参考）】

- ・地質標本館の展示の充実に努め、来館者へのサービス向上を図る。また、地質標本館収蔵の標本及び新規受け入れ標本については、最新の学術水準と照らし正確な同定を行い、新たに解説書を作成するとともに、Web で公開し産総研内外の研究者等に対して標本利用の促進を図る。

## 《平成19年度計画》

- ・展示の理解を促進するために、市民向け解説パンフレットの作成・配置、映像機器を用いた地球科学の解説コンテンツの整備を推進する。また、平成18年度に寄

贈された鉱物標本740点のカタログを編集出版する。最低3回の特別展示を開催する。展示物のインタラクティブ性強化につとめる。市民との双方向コミュニケーションに工夫した普及講演会を引き続き推進する。

- ・地質調査総合センターの各ユニットとの連携のもと、地質標本館収蔵標本の登録・管理、利用、データベース化を推進する。地質試料の薄片研磨片の調製を行う。

【中期計画（参考）】

- ・地質情報普及活動として、地方での展示会、野外見学会、講演会等を主催するとともに、地方公共団体や学会等が主催する地質情報普及を目的としたイベントにおいて、共催、講演及び展示などの協力を行う。また、緊急調査等に関する地質情報についても、迅速に情報を発信する。

《平成19年度計画》

- ・移動標本館活動を札幌市で開催される地質情報展、および産総研地域センターなどで行う。一般市民を対象として茨城県南部の地質見学会を実施する。学校教育関係者と連携し、若年層の自然観育成、科学理解度増進に注力する。地質調査総合センターから自然災害等の緊急調査が派遣された場合は、その緊急研究の成果を速報する。
- ・地質調査総合センターの研究成果を発信するため、札幌市において地質情報展を実施し、成果普及活動を展開する。また、日本地球惑星科学連合2007年大会などでブース展示し、併せて研究成果品の紹介・普及を進める。

【中期計画（参考）】

- ・地震、火山等の自然災害、地質環境及び資源探査に関する地質情報の活用を促進するとともに、共同研究を推進するため、産業界、学界、地方公共団体等との連携を強化し、地質に関する相談に積極的に対応する。

《平成19年度計画》

- ・地質情報の利用促進のため、地質相談所を窓口として、外部機関や市民からの問い合わせに積極的に応えとともに、団体見学者の要望に応じて地域地質の解説を行う。
- ・「地質ニュース」を引き続き編集する。
- ・産業技術連携推進会議知的基盤部会地質地盤情報分科会を主催し、地質地盤情報研究会を開催することにより、地方公共団体の公的研究機関や民間企業との協力連携を推進する。
- ・地質調査総合センターシンポジウムを開催する。

2. 環境に配慮した資源利用のための地質の調査・研究

地圏・水圏における物質循環は自然環境や水資源に影響を与えると同時に、資源生成や汚染物質の循環・集積にも大きな役割を果たすことから、環境問題や資源問題を解決するため、地球規模の物質循環の解明が重要である。そのため、地下空間における水文環境、地球規模の炭素の循環システム及び物質の集積メカニ

ズムの解明を行う。さらに物質集積メカニズムの解明に基づき、土壤汚染、地熱資源、鉱物資源、燃料資源等に関する情報を整備し、データベースを作成する。

2-(1) 地球環境を支配する水と炭素の循環システムの解明

環境負荷影響評価や環境対策技術に資する物質循環情報を提供するため、地下空間における水の循環を解明し、水文環境に関するデータベースを整備する。また、将来の海洋中深層での CO<sub>2</sub>隔離における判断材料を提供するため、西太平洋域における炭素循環に関するモデリング技術を開発する。

2-(1)-① 水文環境データベース及び水文環境図の作成

【中期計画（参考）】

- ・地下水資源及び水文環境に関する理解を深めるため、流域規模や地質構造などを考慮して選定した佐賀平野等の国内堆積平野を対象として、地下水流動及び地中熱分布に関する調査を実施し、データベースを整備するとともに、水文環境図2図を作成する。

《平成19年度計画》

- ・水文環境図「筑紫平野」を出版する。また、水文環境図「山形盆地」の平成20年度の出版を目指し、山形盆地における現地水文調査を実施する。各地方自治体（山形市、天童市、河北市、村山市、尾花沢市、上山市、山辺市、中山市、寒河江市）が管理する地盤沈下対策用観測井や民間の揚水井からの採水等を実施し、水試料の一般水質分析・重金属分析などを行う。

2-(1)-② 海洋における物質循環のモデル化

【中期計画（参考）】

- ・海洋の環境及び物質循環に関する理解を深めるため、炭素を中心とした海洋物質循環モデルの開発を行い、これを用いて西太平洋域の後期第四紀環境における水温、塩分、一次生産等を定量的かつ高精度の時間解像度で復元するとともに、溶存全炭酸、栄養塩、一次生産、海水の年代等の物質循環を支配する最重要指標を定量的に再現する。この技術を利用し、将来の海洋中深層 CO<sub>2</sub>隔離を実行する際の判断材料を提供する。

《平成19年度計画》

- ・炭素循環に関連した物質循環変動を解析するため、北西・赤道太平洋における生物起源炭酸塩沈降粒子の沈積量変動と ENSO 現象との関係解明を行う。また、地球環境変化と親潮、黒潮混合海域の栄養塩、一次生産等の物質循環との関係の解明を行う。

2-(2) 地圏における物質の循環・集積メカニズムの解明と評価

地圏において土壤汚染や資源生成の要因である物質の循環と集積に関する知見を提供するため、地下における水及び熱の循環・集積メカニズムを解明し、土壤汚染に関する情報を整備する。また、地熱、鉱物、燃料等の資源情報を整備するとともに、資源生成に関するデータベースを作成する。



## 2-(2)-① 土壤環境リスクマップと地熱・鉱物資源データベースの作成

### 【中期計画（参考）】

- ・土壤中に含まれる自然起源及び人為起源の重金属等の汚染物質に関するデータを含む土壤汚染情報を整備することにより、土壤環境リスクマップ2図を作成する。《平成19年度計画》
- ・仙台平野を対象として実施した土壤・地質基本調査の結果に基づいて、地理情報システムを用いた自然起源及び人為起源の重金属に関する解析を行う。また、表層土壤、地質情報および地下水質などの取得したデータを整理して、重金属類の移動性に関して流域解析を実施する。これらの各種データを統合化して、仙台平野における土壤環境統合化マップを作成する。

### 【中期計画（参考）】

- ・資源情報を GIS 上で統合することにより地熱情報データベース及び鉱物資源データベースを作成し、資源ポテンシャル評価に関する情報を社会に提供する。《平成19年度計画》
- ・平成18年度までに開発した GIS 技術により、「全国地熱ポテンシャルマップ」の高度化を支援し、インドネシアの JICA 地熱発電開発マスタープランの調査結果をとりまとめるとともに、後継の JBIC 地熱開発促進事業（仮称）を支援し、熱・熱水の影響評価手法の検討をとりまとめる。
- ・関東・甲信越地域および中央アジアの鉱物資源データベースの編纂を行う。20万分の1「中津」の鉱物資源情報の編纂を行う。
- ・JICA によるラオスおよびザンビアでの鉱業分野投資促進のための地質・鉱物資源情報整備計画調査の要請に対応する。
- ・東北・北海道地方の骨材資源の材質・分布・産状・生産量を報告書として取りまとめる。

## 2-(2)-② 燃料資源地質情報解析と資源・環境評価手法の開発

### 【中期計画（参考）】

- ・堆積物の起源及び天然ガスの生成、集積、消費等の実態の解明のため、房総半島～南海トラフ前弧海盆等の燃料鉱床胚胎堆積盆を対象として微生物活動及び堆積作用等に関する地質情報を解析し、堆積盆評価技術の開発を行い、企業等の探鉱指針策定に資する。《平成19年度計画》
- ・南海トラフ～房総、新潟～日本海～韓半島、および北海道～三陸沖などの海陸にわたる堆積盆を対象として、海域の物理探査とコアデータ解析、陸域の地質調査及び試料分析、そして掘削データ解析の結果に基づく地質層序・貯留岩形成機構・地質変動解析をすすめることにより資源ポテンシャル評価に有用な地質情報を収集整理する。房総中部の特殊地質図を完成させるとともに、南海トラフ域の燃料資源図作成のための素材デ

ータの追加を行う。

- ・水溶性ガス田微生物のメタン生成に伴う同位体分別の解析、及びラジオトレーサー法によるメタン生成速度の経路別評価を進めるとともに、堆積物の長期恒温培養試験で得られたメタンの同位体比を測定し、ガス田の天然ガスとの対比を試みる。ガス田の微生物がメタン生成に利用する原料有機物の実態を解明するため、長期恒温培養試験前後の堆積物の有機物分析を行う。

### 【中期計画（参考）】

- ・地圏における燃料資源開発及び地質汚染等に関する地質環境評価のため、国土及び周辺域を対象として、フィールドに適用が容易な物理探査、地質地化学探査、データ解析等の手法を開発し、それらの手法に基づいて水、熱及び化学種循環系の数値モデルの構築と検証の方法を確立し、新たな地質調査技術を産業界へ普及させる。

### 《平成19年度計画》

- ・広域的燃料資源ポテンシャル評価を目的として、地震探査データ解析による堆積学的検討、熱構造解析を進め、新たなデータを含めて海底地質調査データをコンパイルし、広域流体流動系を含む地質モデルを構築する。
- ・ER-VPT プローブによる液状化評価を補足するため、NMR を用いた地盤調査装置のプロトタイプを完成させる。また、液状化対策における地盤空気注入工法の施工管理技術の確立をめざし、比抵抗変化から地盤飽和度をリアルタイムかつ3次元でモニタリングする技術の開発に着手する。
- ・流体を含む岩石の電気物性測定に関する室内試験、野外観測を継続し、自然電位・比抵抗観測等のデータを用いた流体循環系の数値シミュレーション技術の改良を行う。また、釜石鉱山で平成18年度に得た流動電位観測のデータについて詳細解析を行い岩盤の水理特性を推定する。

## 3. 地質現象の解明と将来予測に資する地質の調査・研究

地震、火山等の自然災害による被害の軽減及び高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全性の確保のため、地質情報に基づいた科学的知見を提供することが期待されている。その実現のために、地震発生、火山噴火のメカニズム及び地下水位の変動メカニズムの解明を目指した調査・研究を実施する。また、都市及び沿岸域における自然災害被害の軽減を目的として、地質環境の調査・研究を実施する。さらに、高レベル放射性廃棄物地層処分事業の安全規制に係る国の施策に資するため、地下深部における地質学的及び水文科学的知見を取りまとめる。

### 3-(1) 地震及び活断層の調査・研究の実施

地震防災の観点から重要と判断される活断層に加え、活動度の低い活断層も対象として、活動履歴の調査を

行い、活断層の活動性評価を実施する。海溝型地震については、活動履歴を調査し、断層モデルを構築する。活断層深部の状態をより正確に把握するため、断層近辺の構造、物性及び応力に関する調査・研究を進める。また、大地震発生に関連する地下水及び電磁気的な現象の発生メカニズムを解明するとともに、変化検出システムを構築する。さらに、活断層や地質情報を活用した地震による被害予測の精度を改善するため、地震動予測手法の開発を行う。

### 3-(1)-① 活断層の活動性評価

#### 【中期計画（参考）】

- ・地震防災の観点から重要と判断される15以上の活断層について、活動履歴、変位量、3次元形状等の調査を実施する。これらの結果を利用してシミュレーションを行い、セグメントの連鎖的破壊の可能性を評価する手法を開発し、主要な活断層における確率論的な地震発生予測を行う。

#### 《平成19年度計画》

- ・基盤的調査観測対象断層帯の追加・補完調査として、将来の活動確率が未だ十分に明らかにされていない5つ程度の活断層帯を対象として、活動性、活動履歴等の調査を実施する。
- ・糸静線中部・北部の数ヶ所でトレンチ調査を実施し、過去1万年間程度の活動履歴を明らかにする。また音波探査結果とコアデータに基づき、青木湖の新規堆積物の変形過程を3次元的に復元するとともに、堆積物の解析・年代測定を行い、活動履歴、陸上トレースとの関係、および断層発達過程を検討する。
- ・世界の主要な地震断層に関する資料収集および補足調査（特にパキスタン、インド、中国、トルコ等）を行い、セグメントとその境界に関するパラメータ抽出を実施する。さらに、次項の動力学的条件の検討と併せて、連動破壊の評価手法の開発を始める。
- ・走向方向と傾斜角方向の両方向に折れ曲がりのある断層について、計算コードの開発を進める。また、初期応力条件として、評価対象断層の地震サイクルごとの残留応力分布や周辺の大地震等による静的応力場の擾乱を考慮した計算を行う。
- ・近畿地方、台湾、北海道において、逆断層帯の3次元解析のためのデータ取得を行うと共に、地質図および既存地下構造データを編集して3次元断層構造を推定する。また、日本海東縁地域の完新世海成段丘面の分布と形成時期を明らかにし、浅部～深部地下構造データの再解析・再解釈と合わせて、大地震像の解明を目指す。
- ・東北地方を対象として、段丘面の区分と編年、各種の地質学・地球物理学的データの編纂を行い、測地学的変形速度・モードとより長期の地質学的変形速度・モードの相違を検討する。これをもとに、逆断層セグメントの連鎖的破壊の多様性と活動期－静穏期の有無を

明らかにし、それらのメカニズムの解明を目指す。

#### 【中期計画（参考）】

- ・低活動性の活断層及び伏在活断層の調査を行い、その活動特性と地震発生ポテンシャルを評価するための手法として、従来の層序学的手法に加えて物質科学及び地球物理学的な手法を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・富士川河口断層帯とともにプレート衝突域の大規模活断層である神縄・国府津－松田断層帯の古地震調査を実施し、南部フォッサマグナ地域のテクトニクスと断層活動様式の解明を目指す。
- ・低活動性活断層の地形表現とその検知限界の解明のため、既存文献調査・現地調査・数値解析を含む予察的研究を行うとともに、いくつかの活断層を対象とした航空レーザ測量を実施する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・全国の主要な150の活断層を構成するセグメントの形態と活動サイクルに関する特徴をまとめ、主要活断層の位置情報を縮尺2万5千分の1の精度で編纂しGIS化する。

#### 《平成19年度計画》

- ・データベースの検索機能やグラフ表示機能等を強化すると共に、webGIS版を公開する。

### 3-(1)-② 海溝型地震の履歴の研究

#### 【中期計画（参考）】

- ・海溝型地震の予測精度向上に貢献するため、日本周辺海域で発生する海溝型地震の過去1万年間程度までの発生履歴を明らかにする。また、これらの地震発生履歴と津波浸水履歴や海底地質構造等の情報に基づいた津波シミュレーションによる解析とを統合することにより海溝型地震の断層モデルを構築する。

#### 《平成19年度計画》

- ・静岡県では東海地震の発生パターンを明らかにするため、地殻変動の履歴解明を進める。志摩半島から四国の沿岸域では、津波堆積物が残されている低地を見つけるための調査を進め、津波堆積物の形成履歴を可能な限り解明する。
- ・数千年間の長期的な地殻変動と数十年間の短期的な地殻変動との矛盾を解決するため、過去1000年間程度の地殻変動の変化の解明を試みる。また、貞観津波を再現するシミュレーションに着手する。
- ・既存資料の分析と解析を進め、連動型巨大地震に伴う地殻変動サイクルや発生履歴に関する論文作成など成果の公表を進める。
- ・アンダマン諸島の地震に伴う地殻変動パターンを解明するための調査を進める。ミャンマー西海岸の段丘形成年代をサンゴ化石の放射性炭素年代測定によって解明するとともに、衛星画像を用いて広域的な段丘の分布範囲を明らかにする。
- ・日本海溝域において、海溝斜面域の海底堆積物採取と

地質構造調査を実施し、活構造やそれを規制する地質構造の把握と地震性堆積物の採取を試みる。また、この海域及南海トラフ沿い、琉球海溝沿いの海底堆積物中の地震性堆積物の堆積年代の特定を進める。

### 3-(1)-③ 地震災害予測に関する研究

#### 【中期計画（参考）】

- ・関東平野をモデル地域として、第1期に開発した活断層情報を活用した断層モデルの構築手法の高度化を図るとともに、関東地域の地下構造モデルを作成し、震源過程から、不均質媒質中の波動の伝播及び埋没谷などの地表付近の不整形地盤特性を考慮した地震動予測手法を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・関東地方の第四紀地質に関する研究（地質分野重点課題）で推定された表層地盤構造を考慮しつつ、プレート境界型地震及び内陸の活断層を想定震源とした地震動の数値シミュレーションを行う。特に、内陸の活断層系の1つである立川断層系では、断層面上での動力学的パラメータの不均質を考慮した震源モデルを作成する。これらの地震動計算の結果を元に暫定的な地震動予測図を作成する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・石油備蓄基地及び石油コンビナート施設に立地する石油タンクの安全性評価のため、全国の7地域について、数値シミュレーションによって長周期地震動を予測する。

#### 《平成19年度計画》

- ・関東地域、濃尾地域、石狩一勇払地域を対象に長周期地震動シミュレーションを実施する。新潟地域については、平成18年度に収集した地下構造情報を追加して地下構造モデルを再構築する。大分地域については、平成18年度に実施した探査結果を取り込み、京都大学等との共同研究として地下構造モデルを作成する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・ライフラインの被害予測に貢献するために、断層変位による表層地盤の変位・変形量を数値シミュレーションによって予測する手法を開発する。

#### 《平成19年度計画》

- ・深谷一綾瀬川断層帯周辺の表層地盤モデルに物性のバラツキを加え、有限要素法等による変形解析を行う。このほか文献調査により、都市部の活断層について変形解析に用いるパラメータを検討する。

### 3-(1)-④ 地震発生予測精度向上のための地震研究

#### 【中期計画（参考）】

- ・近接断層間、横ずれ断層等の地表兆候の少ない断層周辺地域において地下構造調査を実施し、得られた構造特性に基づき、断層の連続性、変位量及び構造の不均質性を評価する。

#### 《平成19年度計画》

- ・断層面の不均質性を物理探査で検出するデータ解析手

法について基礎的研究を行う。大宮台地周辺の深度500 m 程度までの地下構造を高精度で明らかにする。伏在断層の位置と形状を断層関連褶曲の考え方に基いて推定する手法を検討するためにモデルフィールドで地下構造調査を行う。中越地震隣接域の地下構造データの解析を進める。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地球物理観測による活断層深部の物質分布の推定及び応力状態評価の手法開発を行う。

#### 《平成19年度計画》

- ・新潟県中越地震震源域の隣接部（中越地域）では、これまでのデータを総合し、より広域の3次元地下構造モデルを構築し、これに基づく地震発生予測モデルを作成する。糸魚川静岡構造線中部で微小地震観測を継続し、当該地域の応力場を明らかにする。中国鮮水河断層周辺域の応力方位データを取得し、応力場を明らかにする。
- ・平成18年度に引き続き、物質科学的研究から断層深部の応力状態を推定するために、紀伊半島の中央構造線の調査、及び長石の変形構成則の決定のための実験を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地震活動の場である地下深部における高温高压状態を岩石実験により再現することにより、高温高压下における岩石物性、地震発生過程に及ぼす水の役割及び岩石破壊に伴う電磁気現象を解明する。

#### 《平成19年度計画》

- ・岩石の電気伝導度を、より高温下での間隙圧制御のもとでの測定技術開発を行い、弾性波速度と電気伝導度測定と岩石内部のクラックに関する基礎データを取得する。また断層状態把握のための基礎実験を行い、破壊の準備段階における微小な応力変動とAE活動の関係の解明を試みるとともに、電磁波放射との関係の解明を継続する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地震に伴う電磁気異常の観測システムをノイズ除去手法の改良等により高度化すると同時に、地電流センサの特性を人工信号観測により評価する。

#### 《平成19年度計画》

- ・平成18年度までに取得した地震に伴う電磁気異常の観測データ等の整理・解析を進め、地電流センサの特性評価をとりまとめる。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地下水等の変動観測に基づく前兆の地下水位変化検出システムを運用、改良するとともに、観測データ及び解析結果を関係機関に提供し、またこれらデータベースを公開する。さらに、東南海・南海地震対象域に臨時地下水観測点を設置して観測を開始する。

#### 《平成19年度計画》

- ・東南海・南海地震対象域の地下水等総合観測施設の整



備を進めるとともに、東海地震対象域の既存地下水観測施設を高度化する。国の東海地震予知事業の一環として引き続き前兆の地下水位変化検出システムを運用する。

- ・平成16年新潟県中越地震に伴った地下水温度上昇・水質異常について、新潟大学と協力してメカニズムを検討する。
- ・第5回注水実験までの結果を解析する。
- ・地震に関する地下水観測データベースを引き続き公開するとともに、数値データの関係機関への公開の準備をする。東南海・南海地震対象域の2新規観測点のデータを加える。
- ・台湾成功大学との共同研究「台湾における水文学的・地球化学的手法による地震予知研究」を引き続き推進し、台湾において第6回ワークショップを開催する。

### 3-(2) 火山の調査・研究の実施

火山噴火予知及び火山防災に役立つ火山情報を提供するため、活動的火山を対象として噴煙、放熱量等の観測及び地質調査を実施し、火山の噴火活動履歴及び噴火メカニズムを解明する。

#### 3-(2)-① 火山の調査・研究

##### 【中期計画（参考）】

- ・活動的火山の地質調査を行い、噴火活動履歴を明らかにする。これらの成果として火山地質図3図を作成するとともに、第四紀火山の噴火履歴及び噴火活動の時空分布に関するデータベースを整備する。

##### 《平成19年度計画》

- ・十勝火山、樽前火山及び九重火山の火山地質図作成調査、伊豆半島、中部九州地域などの火山活動時空分布調査を行う。活火山データベース及び第四紀火山データベースのデータ追加更新を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・火山に関する地質学、地球物理学及び地球化学的知見の総合的モデルの構築を図るため、活火山の噴煙、放熱量及び地殻変動などの観測研究、地質調査及び室内実験を実施し、それらによって得られた情報に基づき噴火脱ガス機構、マグマ供給系及び流体流動のプロセスを明らかにする。また、第1期に開発した微小領域分析技術等を火山地域で得られた地質試料分析に適用し、マグマ熱水系における元素挙動を解明する。これらの成果として火山科学図2図を作成する。

##### 《平成19年度計画》

- ・三宅島での噴煙組成連続観測試験運用結果を解析し、観測手法の改良を行う。マグマの貫入に伴うような熱水系発達のシミュレーションを実施する。マグマ脱ガスの素過程に関するアナログ実験を行い、減圧発泡過程におけるガス浸透率変化要因を明らかにする。マグマ供給系時間発展における応力場とマグマ物性の影響をアナログ実験と露頭観察に基づきモデル化する。全国の主要な火山において火山ガス組成・放出量の観測

を、富士山・薩摩硫黄島・口永良部島において地殻変動観測を実施し、火山活動の評価を行う。

- ・SIMS(二次イオン質量分析計)を用いた金銀鉱石中の金の微小領域定量法を開発する。光竜鉱床と菱刈鉱床の鉱脈組織解析から、金銀鉱床の成因的分類を行う。また、活火山体である雲仙火道掘削コア中の二次鉱物を記載し、熱水系の性質を炭素酸素同位体測定から明らかにする。桜島火山微小メルト包有物の SIMS 水素炭素濃度測定のため、安山岩・デイサイト組成のガラス試料を高圧実験で作成し、FTIR による濃度検定を行う。また、東日本花崗岩ジルコンのウラン-鉛年代を測定する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・火山体の斜面崩壊危険箇所を物理探査により明らかにするための山体安定性評価技術をデータと評価パラメータの選択により改良し、モデル火山において山体安定性に関する評価図を作成する。

##### 《平成19年度計画》

- ・火山体安定性評価図作成に関し、モデル火山での高分解能空中磁気探査を計画する。有珠火山地域地球物理総合図を完成させる。

### 3-(3) 深部地質環境の調査・研究の実施

高レベル放射性廃棄物の地層処分事業に対し、国が行う安全規制への技術的支援として、地質現象の長期変動及び地質環境の隔離性能に関する地質学的及び水文地質学的知見を整備し、技術情報としてとりまとめる。また、放射性核種移行評価に向けての研究基盤を確保する。

#### 3-(3)-① 地質現象の長期変動に関する研究

##### 【中期計画（参考）】

- ・将来にわたる地震・断層活動、火山・火成活動、隆起・浸食の長期変動が地層処分システムに与える影響を評価するために必要な地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

##### 《平成19年度計画》

- ・低活動性断層の評価手法標準化では、断層岩の性状と断層の活動性との関連に関する研究を引き続き行う。
- ・巨大カルデラ噴火の発生頻度と影響範囲の研究で、阿寒・屈斜路・摩周カルデラの噴出物の岩石学的・年代学的検討を行う。また、カルデラの湖水および周辺の河川水、湧水調査等を行い、噴火の影響に起因した水系の特徴を明らかにする。北西九州地域の地殻・マントル構造の解明と新規火山出現予測手法の適用では、地震波観測を継続する。
- ・北海道東部及び青森東部での隆起・浸食量の定量化を行う。具体的には、青森県東部で中期更新世の海水準変動履歴を明らかにするための海成段丘を対象とした追加ボーリング掘削と、北海道東部での海成段丘層と指標テフラ層との層序関係の確認を行う。

#### 3-(3)-② 地質現象が地下水に与える影響に関する研究

## 【中期計画（参考）】

- ・将来にわたる地震・火山・熱水活動の長期変動が、地層処分システムの地下水に与える影響を評価するために必要な水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

## 《平成19年度計画》

- ・深層熱水・地下水活動の予測手法及びその影響評価手法を整備するために、以下の開発等を行う。

- 1) 断層・構造線に沿った深部流体成分の湧出・拡散を把握するため代表的な構造線周辺の地下水系の文献調査・既存資料の分析を行い、これまでの事例とあわせて深部流体成分の散逸機構を明らかにする。結晶質岩地域のボーリング孔における既存分析データを用いて、深層地下水系の安定性に関する評価手法を示す。高精度な精密重力探査法による断層系探査事例を蓄積し、‘水みち’評価手法としての妥当性を検討する。孔井調査技術として大深度・多チャンネル対応可能なデジタル・ハイドロフォンを開発する。応力場の変遷に伴う断層系の生成とその透水性・物性変化に関する模擬実験を行い、亀裂の形成・発達性状・透水性に与える応力場の影響や既存の亀裂を使った応力解放に関するデータを取得する。
- 2) これまでの知見が乏しい背弧側における深部流体の広域分布や長期停滞水と浅層地下水の相互作用に関する調査を、主に文献および既存試料の分析により希ガス地下水年代測定法を適用するなどして、北海道・北陸地域等において実施する。既存データをもとに深層地下水の化学特性、地域的特徴などを明らかにして、地質構造や地質変動との関係などについて研究する。西南日本とは沈み込むプレート特徴が違う東北日本における深部流体の広域分布に関する地下水データを収集し、プレートの違いによる深部流体の特徴の違いについて評価する。

## 3-(3)-③ 地質環境のベースライン特性に関する研究

## 【中期計画（参考）】

- ・自然状態における地質環境、特に地下施設を建設する前の地質環境を把握するために必要な地質学的、水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

## 《平成19年度計画》

- ・堆積岩堆積盆地モデルサイトである北関東地区において比抵抗・自然電位・精密重力・微小地震のモニタリングを継続し、土壌水分や水文・気象観測などの各種データとの強調解析により季節変動成分を抽出する。変動データを説明する地下水流動統合解析を行う。
- ・上記モデルサイトにおいて掘削された坑井に設置された多段パッカーを利用した各種水理試験を実施する。地下水流動シミュレーションのためのモデルを改良し、試験結果を反映する。亀裂解析ソフトを用いた水理-熱-力学連成解析を幌延地域に適用する。
- ・金丸地域において同位体を利用した地下水年代測定を

試み、年代情報を付加することで水理モデルを改良する。

## 3-(3)-④ 地質環境の隔離性能に関する研究

## 【中期計画（参考）】

- ・放射性核種移行評価に向けて、地質環境の隔離性能にかかる諸プロセス解明のための実験手法等を整備し、規制当局が行う安全評価を支援できる研究基盤を確保する。

## 《平成19年度計画》

- ・放射性核種移行評価に関わる隔離性能の研究基盤整備のため、以下の研究を進める。

- 1) 厳密解析理論に基づいて岩石の異方性と載荷履歴が透水特性に及ぼす影響を評価し、岩石の透水試験と弾性波速度試験を同時に実施して透水の異方性と物理的特性との関係性を評価する。また、スイス放射性廃棄物管理共同組合（NAGRA）の地下実験施設から採取してきた岩石の拡散係数を複数の手法により評価し、クロスチェックを行うとともに、最適な試験設計を行うために現位置透水及び拡散試験の感度解析に着手する。
- 2) 三軸伸張応力下における岩石の内部構造変化と透水性の変化について整理し、熱水環境下における透水性変化についてモデル化を行う。
- 3) コロイド・非晶質・微結晶の生成条件の解明とそれに伴う元素挙動の把握について、雰囲気制御した環境下での検討を行う。
- 4) 硝酸還元細菌を用い、至適条件でのウラン等核種の酸化溶解速度、磁鉄鉱の酸化溶解速度、還元に伴うガス生成量等について検討を行う。

## 3-(4) 都市及び沿岸域の地質環境の調査・研究の実施

自然災害に強い産業立地に必要な情報を国・地方公共団体等に提供するため、都市平野部及び沿岸域の総合的な地質環境の調査・研究を実施するとともに、生態系も含む環境変遷及び物質循環の研究を進め、都市及び沿岸域の自然や人為による地質環境変化を解明する。

## 3-(4)-① 都市平野部から沿岸域の総合的な地質環境の調査研究

## 【中期計画（参考）】

- ・大都市の立地する平野部及び沿岸域を構成する地質層序及び地質構造の実態を把握するため、ボーリング調査及び物理探査等を実施する。沖積層に関する物理探査については、地中レーダー及び浅海用の音波探査を用いて数10 cm の地層分解能探査を行う。これに基づいて、関東平野を中心とした標準地質層序の確立、地質構造モデルの確立及び岩石物性値を含む3次元的地質地下地質情報の整備を行い、都市近郊を対象にした重力異常図及び重力基盤図を各1図作成する。

## 《平成19年度計画》

- ・関東平野中央部において標準の確立のため、久喜-川越間（北東-南西25 km）の地下地質構造と水文地質

の解明を、既存のコア試料の総合解析、周辺域も含めた地層間隙水・地下水水質の分析及び反射法探査の実施により行う。菖蒲町付近で実施した研究調査データ解析とそれに基づく地下構造のモデル化を進め、当地域地下の更新統の層序及び地質構造を検討する。

- ・東京都臨海部と荒川低地下流部付近にて、オールコアボーリング調査（2カ所）を行い、地質・物性・化学特性を詳細に解析する。東京低地・荒川低地、及び周辺地域のボーリングデータの収集・整備を継続実施する。また、土質ボーリングDBと既存ボーリング調査データの総合解析により、以下の成果を得る。

- 1) 東京低地とその周辺域に分布する沖積層について、3次元地質モデルと250 m メッシュ単位に1本の割合で模式柱状図試作版を作成する。
  - 2) 沖積層の物性・化学特性とその地域変化の要因、形成機構を検討し、作業仮説を得る。
- ・平成18年度導入のブーマー音源とマルチチャンネル受信装置を使用して内湾域等の沖積層音波探査を実施すると共に、データ処理結果の品質向上を目指す。
  - ・デジタル表層探査装置の実用化及びコンパクトサイドスキャンソナーの沿岸・汽水域での応用範囲の拡大を図る。
  - ・平成19年度は、従来よりも解析容易な地中レーダー処理断面を得るための処理技術の向上、3D イメージを得るための探査手法とデータ処理手法の確立を目指す。さらに、レーダー記録と土地条件との対応について明確にすることを目指す。研究対象は、前年度から引き続き三保半島、九十九里浜および仙台平野において実施予定である。これらに併せて、新たに日本海側の新潟県寺泊平野や明瞭なパリアシステムや砂嘴が認められる根室 海峡沿岸低地において探査を行う。

【中期計画（参考）】

- ・アジアの沿岸平野において、地下地質構造と標準地質層序の確立のために、現地研究機関と共同で沖積層に関する沿岸地質情報を整備する。

《平成19年度計画》

- ・メコンデルタの環境変動に関する共同調査を行うとともに、完新世の環境変遷に関する研究成果をとりまとめる。

3-(4)-② 沿岸域の環境変遷及び物質循環の研究

【中期計画（参考）】

- ・沿岸域の生態系を含む環境変遷を明らかにするため、湖沼及び沿岸域堆積物の同位体組成及び食物連鎖等の物質循環の情報を集積することにより、10～100年スケールの過去の生態系構造推定手法の開発を行う。またサンゴ礁海域の水質、流況及び生物の解析によりサンゴ礁環境変遷を解明するとともに、サンゴ骨格の同位体分析等の物質循環研究により過去200年間の環境変動を明らかにする。

《平成19年度計画》

- ・サンゴ礁及び周辺海域の生態系保全のための環境モニタリング手法の開発及び保全地域の基準設定に資する海水流動と懸濁物質の挙動解析を行う。また、これらサンゴ骨格環境指標の高精度化のために、サンゴ飼育実験による要因評価研究を実施するとともに実海域の海洋環境の基礎的データセット整備に資する研究を行う。

【中期計画（参考）】

- ・沿岸域の環境保全と生物生息場の環境改善のための基礎情報とするため、海岸生物相調査データ、水温等の物理環境観測データを集積し、データベースとして整備し、提供する。

《平成19年度計画》

- ・海岸生物調査を継続し、生物相変遷データや海象・気象に関する物理環境データの Web での公開を継続する。

【中期計画（参考）】

- ・海域の物質循環及び人為汚染評価の基礎情報とするため、堆積物及び土壌の化学成分調査に基づき、日本沿岸地球化学図及び東京湾岸精密地球化学図を作成する。

《平成19年度計画》

- ・沖縄および鹿児島湾の沿岸海域底質の採取と分析を行い、全国の海域地球化学図を作成する。東京湾岸精密地球化学図作成のための試料を採取・分析する。

4. 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火等の自然災害時には緊急の対応が求められることから、災害発生時やその予兆発生時には、緊急の地質調査を速やかに実施する。

4-(1) 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火等の自然災害発生時やその予兆発生時には、社会的要請に応じて緊急の組織的な地質調査が求められることから、緊急の地質調査を実施するとともに、必要な地質情報を速やかに発信する。

4-(1)-① 緊急地質調査・研究の実施

【中期計画（参考）】

- ・地震、火山噴火等の自然災害発生時やその予兆発生時には、地質の調査に関連する研究ユニット等が連携して緊急調査本部を組織し、社会的要請に応じて緊急の調査及び研究を実施する。同時に、国及び地方公共団体等に対し、災害の軽減に必要な地質情報を速やかに発信する。

《平成19年度計画》

- ・地震・火山噴火、地すべり、地盤沈下等による大規模な自然災害に際して、緊急調査の実施体制をとって、必要な調査・研究を実施し、正確な地質情報を収集・発信して、社会及び行政のニーズに応える。
- ・緊急体制の構築に必要なマニュアル類について、必要に応じて改訂を行い、機動的対応が行える体制を維持する。



## 5. 国際協力の実施

産総研のこれまでに蓄積した知見及び経験を活かし、アジア太平洋地域を中心とした地質に関する各種の国際組織及び国際研究計画における研究協力を積極的に推進する。

### 5-(1) 国際協力の実施

アジア太平洋地域において、産総研が有する知見を活かした国際協力が期待されることから、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）、国際地質調査所会議（ICOGS）等の国際組織及び国際研究計画に参画するとともに、アジア太平洋地域において地質情報の整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際研究協力を推進する。また、統合国際深海掘削計画（IODP）及び国際陸上科学掘削計画（ICDP）に積極的に参画する。

#### 5-(1)-① 国際協力の実施

##### 【中期計画（参考）】

- ・東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）、国際地質調査所会議（ICOGS）、世界地質図委員会（CGMW）、国際地質科学研究計画（IGCP）等の国際機関の活動及び国際研究計画を主導するとともに、これらを通したプロジェクト、シンポジウム等の実施により国際研究協力を図る。特にアジア太平洋地域の地質情報整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境の保全及び資源探査に関する国際研究協力を推進する。

##### 《平成19年度計画》

- ・東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）には、産総研から専門家を長期派遣し、ジオグリッドの指導・展開を行う。同委員会では、小規模鉱山（CASM）、環境分析支援プログラム、地下水、地質災害軽減、デルタについて、専門家会議やセミナーの中心的な役割を産総研が果たすなど、先導的にプロジェクトを展開する。
- ・世界地質図委員会（CGMW）、国際地質科学研究計画（IGCP）等については、引き続き各研究テーマの委員会やシンポジウム等に代表を派遣してそれらの活動を推進する。
- ・国際惑星地球年（IYPE）の推進事務局を運営し、外部団体と協力して活動支援を行う。
- ・IGCP-475「DeltaMAP」、CCOP DelSEA プロジェクトを推進するとともに、これらの合同会議を第4回国際デルタ会議としてバングラデシュのダッカで平成20年1月に主催し、事務局を務める。またこれらのプロジェクトに関連するデルタセミナーを関連国で開催する。19年度11月に第四紀に関連する国際シンポを産業技術総合研究所で開催する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・地球内部を知りその変動の歴史を探る国際研究プロジ

ェクトである統合国際深海掘削計画（IODP）及び国際陸上科学掘削計画（ICDP）に貢献する。

##### 《平成19年度計画》

- ・統合国際深海掘削計画（IODP）及び国際陸上科学掘削計画（ICDP）の推進を目的として、日本地球掘削科学コンソーシアムとの緊密な連携のもと、国内外の委員会に研究職員を委員として出席させて運営の一翼を担う。また産総研が分担すべき役割について、学術的及び運営面の両面から検討・支援を行う。
- ・IODP において、「ちきゅう」、「ノンライザー掘削船」の運航が開始され、「特定任務掘削」も予定されており、参加の呼びかけ及び所内調整を行い、積極的に乗船研究者を派遣する。

##### 【別表3】計量の標準（知的基盤の整備への対応）

我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持、強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全・安心の確保に貢献するために、計量の標準の設定、計量器の検定、検査、研究、開発、維持及び供給及びこれらに関連する業務、並びに計量に関する教習を行う。その際、メートル条約及び国際法定計量機関を設立する条約のもと、計量標準と法定計量に関する国際活動において我が国を代表する職務を果たす。

具体的には、経済構造の変革と創造のための行動計画（平成12年12月1日閣議決定）、科学技術基本計画（平成13年3月30日閣議決定）及び産業技術審議会・日本工業標準調査会合同会議知的基盤整備特別委員会中間報告（平成11年12月）の目標、方針、その後の見直しに基づいて、計量標準（標準物質を含む。以下同じ。）の開発、維持、供給を行う。計量標準、法定計量に関して国際基準に適合した供給体制を構築して運営し、国家計量標準と発行する校正証明書及び法定計量の試験結果の国際相互承認を進めるとともに、我が国の供給体系の合理化を進める。戦略的な計量標準に関しては、先端技術の研究開発や試験評価方法の規格化と連携して一体的に進めつつ、加速的に整備し供給を開始する。また我が国の合理的、一体的な計量標準供給体系、法定計量体系の構築とその運用及び戦略的な計量標準の活用に関して、経済産業省に対して政策の企画、立案の技術的支援を行う。

#### 1. 国家計量標準システムの開発・整備

2010年度までに計量標準の供給サービスの水準を米国並みに高めるために、国際通商に必要な国家計量標準と産業のニーズに即応した計量標準を早急に整備し、供給を開始する。そのうち国際通商に必要な計量標準については、基本的な計量標準を開発するとともに高度化して利用を促進し、同時に標準供給の確実な実施とトレーサビリティ体系の合理化を行う。産業の競争力強化や国民の安全・安心確保のために緊急に必要な計量標準に対しては、ニーズに即応して機動的に開発し、柔軟な体制のもとでユーザに供給する。適確な標

準供給を確保するために、計量標準の供給・管理体制を強化するとともに、高精度の校正サービスを行う校正事業者に対して技術的な面から支援を行う。また、技術進捗や認定事業者の技術力向上の観点から経済産業省に対して国家計量標準システムの企画・立案に関する技術的支援を行う。

#### 1-(1) 国家計量標準の開発・維持・供給

##### 【中期計画（参考）】

- ・我が国経済及び産業の発展等の観点から、計量標準の分野ごとに計量標準の開発、維持、供給を行い、新たに必要とされる140種類の計量標準を整備して供給を開始する。より高度な社会ニーズに対応するため、供給を開始した計量標準のうち150種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。供給体系の合理化を進めて計量標準の適切な維持、供給を実施する。計量標準の供給体制の国際整合化を進めるため、136種類の計量標準について、ISO/IEC 17025及びISOガイド34に適合する品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。グローバルMRAの枠組みの中で、我が国の国際比較への参加を企画、管理し、基幹比較、補完比較、多国間比較及び二国間比較等107件の国際比較に参加する。品質システムの審査に関しては海外の計量技術専門家による国際査察を企画、管理する。我が国の国家計量標準の国際相互承認を企画、管理し、110種類の計量標準に関して国際相互承認に関わるCMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・第2期の目標を達成するため、平成19年度は30種類以上の新たな標準の供給を目指す。
- ・校正サービス、標準物質頒布を通じて、計量標準の供給を確実に行う。
- ・計量標準の普及と供給体制整備を支援するために、計量に関わる研修を行う。
- ・継続的・安定的な標準供給体制の構築と国際基準への適合性を確保するために、ISO/IEC 17025及び/またはISOガイド34に適合した品質システムの運用を継続する。
- ・平成19年度には新たに15以上の品質システムの運用を開始する。
- ・ISO/IEC 17025またはISOガイド34の適合性証明について、平成19年度は3種類以上のASNITE-NMI認定審査・認定を目指す。
- ・信頼できる測定値を得るために必要な標準物質等計量標準整備の要請に即応するため、外部機関の作製した高位の計量標準について、妥当性並びに候補が複数ある場合の同等性の確認等を行うための基盤技術の開発に着手する。

#### 1-(1)-① 長さ分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・長さ分野では新たに5種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している24種類の計量標準のうち10種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

##### 《平成19年度計画》

- ・デジタルスケール（マイクロ）、固体屈折率、三次元測定器(CMM)による歯車、面内方向スケール（標準物質）の校正装置を開発し、標準供給を開始する。既存の計量標準のうち、標準尺校正装置の調整法、表面粗さの校正パラメーター追加、及び光波距離計の高分解能化などの高度化を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・7種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・品質システムに関して、真円度、歯車などの3種類を新規に構築し、オートコリメータなどの2種類を改訂する。また、真円度、幾何形状(歯車)、角度（ロータリーエンコーダ）などの4種類以上の標準に関してピアレビューを受ける。

##### 【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して10件に参加し、5種類の計量標準に関して国際相互承認に関わるCMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・表面粗さなど、3件の国際比較に参加する。また、長さ分野において、タイ国との二国間比較や技術指導等を実施する。

#### 1-(1)-② 時間・周波数分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・時間・周波数分野では新たに1種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している6種類の計量標準のうち5種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

##### 《平成19年度計画》

- ・時間・周波数分野において、校正の不確かさの低減に向け、基準となるUTC(NMIJ)の高度化を進める。

##### 【中期計画（参考）】

- ・2種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・（該当無し）

##### 【中期計画（参考）】

- ・4種類の計量標準に関して国際相互承認に関わるCMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・1種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる

CMC 登録の申請を行う。

#### 1-(1)-③ 力学量分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・力学量分野では新たに5種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している18種類の計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

##### 《平成19年度計画》

- ・液体高圧力標準および超高真空標準の研究を進める。また、質量分野では、20 kg 以下の分銅の特性評価の更なる効率化を行う。力分野では、500 N 及び3 kN 力標準機の効率化改修を行う。トルク分野では、トルクレンチ校正の範囲拡大のために5 kN・m 参照用トルクレンチの開発を完了させるほか、小容量トルク標準機の要素の開発・試作を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・6種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・リーク標準、高真空、分圧標準についての品質システムを構築する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して14件に参加し、7種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・CCM.P.K12（リーク）基幹比較に参加し測定を行う。APMP 真空基幹比較を幹事所として実施する。また、力分野の APMP.M.F-K4基幹比較の幹事所として仲介の持ち回りを継続する。トルク分野の CCM.T-K2 基幹比較に参加し測定を行う。

#### 1-(1)-④ 音響・超音波・振動・強度分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・音響・超音波・振動・強度分野では新たに6種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している11種類の計量標準について供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

##### 《平成19年度計画》

- ・空中超音波領域におけるマイクロホン自由音場感度の絶対校正技術を確立し、校正の不確かさ評価を行う。
- ・低周波領域におけるマイクロホン音圧感度の絶対校正技術を確立し、校正の不確かさ評価を行う。
- ・ハイドロホン感度校正の周波数領域を拡張するため、超音波送波系及び受波系の改良を引き続き行い、実際に20 MHz を超える超音波の発生及び検出実験を行うとともに、強力水中超音波用超音波振動子の出力校正に適した受圧板材料の改良、カロリメトリ法による振動子出力校正技術の開発、及びこれらに関連する不

確かさ評価を継続する。

- ・強力水中超音波音場に於ける音圧計測を目的とする、堅牢な計測デバイスの研究開発に着手する。キャビテーション発生・検出装置を構築し、キャビテーション発生量の定量評価技術に関する研究を継続する。
- ・従来の5 kHz から10 kHz にまで範囲を拡大した。校正業務について品質システムの構築を行う。衝撃振動加速度校正業務開始に向け、開発を継続し、校正装置により発生可能な最大加速度を評価する。

- ・ロックウェル、ビッカース、ブリネルの各硬さ標準供給を経常的に行う。硬さ校正事業者の認定に関わる諸業務を行う。ビッカース硬さ地域国際比較の幹事所を務め、報告書を発行する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・超音波音場プロファイル校正依頼試験を継続するとともに、品質システムの構築に努める。

- ・構築した品質システムに基づいて、標準供給を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して5件に参加し、2種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・基幹比較 CCAUV.A-K4に参加する。

#### 1-(1)-⑤ 温度・湿度分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・温度・湿度分野では新たに7種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している28種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

##### 《平成19年度計画》

- ・ロジウム鉄抵抗温度計0.65 K～3.2 K など、4種類の新たな標準供給を開始する。

- ・金属炭素共晶点など、2種類の標準について範囲拡大を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・8種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・1種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して17件に参加し、13種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

##### 《平成19年度計画》



- ・露点など6種類以上の国際比較に参加する。

#### 1-(1)-⑥ 流量分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・流量分野では新たに2種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している13種類の計量標準のうち3種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

##### 《平成19年度計画》

- ・気体小流量設備の上下限域における不確かさの改善を行う。 $3 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{h}$  以下の流量範囲についての標準供給体制の整備を行う。
- ・液体流量分野では、新たに石油中流量および液体小流量の標準の供給を開始する。また、既に供給を開始している4種類の計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・2種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・品質システム下で、液体中流量の標準供給を実施する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して3件に参加し、1種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・幹事所として気体中流速の国際比較(CCM.FF-K3)の報告書(Draft B)の作成を完了する。幹事所として気体小流量の国際比較(APMP.FF-K6)の測定を完了する。

#### 1-(1)-⑦ 物性・微粒子分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・物性・微粒子分野では新たに10種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している10種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

##### 《平成19年度計画》

- ・液体の屈折率など新たな標準供給を開始する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・11種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・物性・微粒子分野における品質システムの整備を進める。

##### 【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して4件に参加する。

##### 《平成19年度計画》

- ・長さ諮問委員会(CCL)の熱膨張率の国際比較では結

果を取りまとめたドラフト B の作成を進める。また、測温諮問委員会熱物性作業部会(CCT WG9)においてパイロットラボとしてレーザフラッシュ法による熱拡散率国際比較を進める。

#### 1-(1)-⑧ 電磁気分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・電磁気分野では新たに13種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している20種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち13種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

##### 《平成19年度計画》

- ・直流電圧計1 V 以下の標準を新たに立ち上げ、供給を開始する。また、既供給標準について校正技術の高度化を行い、交流抵抗器などの標準に関して、供給範囲の拡大を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・16種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・中容量キャパシタについて品質マニュアルの作成を行い運用を開始する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して4件に参加し、9種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・基幹比較等の要請があれば積極的に参加する。

#### 1-(1)-⑨ 電磁波分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・電磁波分野では新たに12種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している15種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち7種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

##### 《平成19年度計画》

- ・高周波電力の新規供給として絶対電力標準を、高周波減衰量、インピーダンス、雑音、アンテナ係数について供給範囲の拡張を行なう。

##### 【中期計画（参考）】

- ・13種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

##### 《平成19年度計画》

- ・高周波インピーダンス、高周波雑音の品質システムを作成する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して5件に参加し、8種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の

登録の申請を行う。

《平成19年度計画》

- ・高周波電力の APMP 国際比較を幹事機関として継続運用し、平成19年度後半から開始される3.5 mm 同軸インピーダンスの国際比較に参加する。ホーンアンテナの2国間比較を終了し、その後、ループアンテナの2国間比較を開始する。

#### 1-(1)-⑩ 測光放射レーザ分野

【中期計画（参考）】

- ・測光放射レーザ分野では新たに10種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している13種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち11種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成19年度計画》

- ・新たに光度（LED 光源）、全光束（LED 光源）、分光放射輝度（160-300 nm）、分光拡散反射率（830-1600 nm）、放射測定用アパーチャ開口面積（～20 mm φ）の標準供給を開始する。分光応答度（真空紫外、紫外：140-200 nm）、分光応答度（高精度：950 nm）、光ファイバパワー（850 nm）、レーザエネルギー（1060 nm）、光ファイバ減衰量（1300 nm）の範囲拡張を行う。

【中期計画（参考）】

- ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成19年度計画》

- ・レーザエネルギー（1.06 μm, 1-100 mJ）に関して品質システム下で標準供給等の業務を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して6件に参加し、4種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成19年度計画》

- ・光度（APMP）、全光束（APMP2回目）、分光応答度（APMP）、光ファイバ減衰量（二国間）の国際比較に参加する。

#### 1-(1)-⑪ 放射線計測分野

【中期計画（参考）】

- ・放射線計測分野では新たに4種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している17種類の計量標準のうち6種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成19年度計画》

- ・γ線線量当量などの標準供給を開始するとともに、Co-60 γ線水吸収線量を測定する装置を完成させる。また、中性子エネルギー8.0 MeV の速中性子フルエ

ンス標準及び放射性ガス放射能標準の立ち上げ、並びに中性子エネルギー144 keV、565 keV、5 MeV、14.8 MeV の速中性子フルエンス標準の jcss 化を行う。

【中期計画（参考）】

- ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成19年度計画》

- ・速中性子フルエンス標準の jcss 化に伴い技術マニュアルの改訂を行う。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して10件に参加し、10種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成19年度計画》

- ・β線標準、軟 X 線空気カーマ標準などの国際比較に参加する。また、熱中性子フルエンス率の国際基幹比較に関する解析を進め報告書を作成する。

#### 1-(1)-⑫ 無機化学分野

【中期計画（参考）】

- ・無機化学分野では新たに29種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している56種類の計量標準のうち38種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成19年度計画》

- ・新規標準液1種の調製法及び測定法の開発を行い、RoHS 指令対応の重金属分析用プラスチック標準物質について新規の樹脂種を供給する。

- ・多環芳香族炭化水素分析用底質標準物質1種類の標準物質の供給を開始する。また、有機水銀分析用生物標準物質と Cd 分析用米粉末標準物質の供給を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・24種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成19年度計画》

- ・多環芳香族炭化水素分析用底質標準物質1種類の標準の品質システムの技術部分を構築する。また、有機水銀・アルセノベタイン・微量元素分析用生物標準物の品質システムに関しては、標準物質の供給に対応して、必要な修正を行う。米粉末標準物質の品質システムの技術部分を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して13件に参加し、33種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成19年度計画》

- ・既存の標準あるいは新規に開発する標準に関連する国際比較に3件以上参加する。

#### 1-(1)-⑬ 有機化学、バイオ・メディカル分野

【中期計画（参考）】

- ・有機化学、バイオ・メディカル分野では新たに29種類の標準を開発し供給を開始する。すでに供給を開始している112種類の計量標準のうち40種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成19年度計画》

- ・有機分析分野において DDT 混合標準液、高分子標準物質等、合計2種の標準物質の開発を行う。
- ・JCSS 標準ガスの基準物質となる標準ガス（ゼロガス）及び JCSS 有機標準液の基準物質であるテトラクロロエチレン等8種の高純度有機液について、SI トレーサブルな純度測定を行う等の高度化を行う。
- ・環境・食品分野に関しては、開発された迅速簡易測定法を活用して、要求度の高い物質の校正サービスを開始する。また、健康分野では、要求度の高い、外部で開発された標準物質のトレーサビリティの「確認」を行う。

【中期計画（参考）】

- ・25種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成19年度計画》

- ・DDT 混合標準液、高分子標準物質等、合計2種の標準物質について、品質システムを構築する。標準ガス（ゼロガス）、有機高純度液に関しても、同様に品質システムの拡張などを行う。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して13件に参加し、14種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成19年度計画》

- ・メタンの純度比較（APMP.QM-S2）の準備を進める。可能であれば、比較用試料の送付を行い比較を開始する。また、そのほか開発した標準物質に関連した国際比較が行われた場合には、それに参加する。

1-(1)-⑭ 先端材料分野

【中期計画（参考）】

- ・先端材料分野では新たに7種類の標準を開発し供給を開始する。すでに供給を開始している17種類の計量標準のうち5種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成19年度計画》

- ・既開発の薄膜・超格子標準物質および空孔標準物質の経年変化について確認する。また、空孔分析のための標準的な陽電子寿命測定手順を記載したテクニカル文書(TR あるいは TS)原案を作成する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して3件に参加し、7種類の計量標準に対

して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成19年度計画》

- ・国際比較への要請があれば積極的に参加する。

1-(1)-⑮ 熱量分野

【中期計画（参考）】

- ・熱量分野ではすでに供給を開始している1種類の計量標準の維持・供給を継続する。

《平成19年度計画》

- ・特定標準器であるユンケルス式流水型熱量計の維持管理を行い、適切な標準供給を可能とする。また基準流水型熱量計の検査依頼があれば、適宜対応する。

【中期計画（参考）】

- ・品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成19年度計画》

- ・標準供給の的確な実施、供給手順の透明化、技術継承の目的で、品質システムの技術部分に関する作業マニュアルの作成を継続する。特に入出熱バランスについて再検討する。

1-(1)-⑯ 統計工学分野

【中期計画（参考）】

- ・統計工学分野では計量標準の開発、維持、供給、比較における不確かさについて共通的な評価手法を開発するとともに整備し、文書発行、講習会開催などにより校正事業者、認定機関への成果普及を図る。

《平成19年度計画》

- ・回帰分析において独立変数に誤差がある場合の、不確かさの評価方法を提案する。
- ・バイアスがあるにもかかわらず、その補正を行わないで値を測定結果とする場合の不確かさ評価方法を理論的に検討し、評価方法を提案する。
- ・不確かさ評価の技術支援、普及啓蒙活動を継続するとともに、産総研内外の参加者を対象にした不確かさ評価事例研究会を立ち上げる。

1-(2) 計量標準政策の提言

【中期計画（参考）】

- ・技術進歩や認定事業者の技術力向上の観点から、開発課題を特定し、標準供給の体系と体制を見直して提言をまとめる。

《平成19年度計画》

- ・定期的に開催される計量業務委員会・物理標準分科会・化学標準分科会等の所内委員会において、「標準供給のあり方」といった課題について、関係者間の意見交換、検討を行う。

1-(3) 計量標準の供給・管理体制の強化

【中期計画（参考）】

- ・適確な計量標準の供給を行うための人管理体制の強化を着実に進める。また標準供給に関わる業務について、適切に職員を評価するための評価軸を設定する。



《平成19年度計画》

- ・品質マニュアルの運用、特に訓練プログラム等を利用して、計量標準の供給業務の OJT を進め、要員の技能向上、供給体制の強化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・構築した品質システムの運営を継続し、定期的な監査により品質システムに則した標準供給の実施体制を確保するとともに、品質システムの高度化、合理化に努める。

《平成19年度計画》

- ・内部監査等、品質システムの運用を着実に進める。対象品目の増加に伴い、内部監査やマネジメントレビュー等の運用方法の効率化を進める。また、外部審査の頻度を見直した効率的な品質システムの再審査を確実に実施する。

#### 1-(4) 計量法に基づく認定技術審査への協力

【中期計画（参考）】

- ・計量法校正事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援するために、計量法に基づいて高精度の校正サービスを行う校正事業者の認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査、技能試験を行うとともに技術基準の作成を行う。

《平成19年度計画》

- ・計量法校正事業者登録制度（旧称：認定制度）の円滑な運用を技術的な面から支援するため JCSS 認定（登録）に係る認定申請書類の技術審査、現地審査のための技術専門家の派遣、及び、技能試験における移送標準器の校正（参照値の導出）を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・計量法特定計量証明事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援するために、計量法に基づいて極微量物質の分析を行う事業者に対して、事業者の認定に係る技術面のサポート（技術的問題点を検討する技術委員会等への参画、協力）及び事業者の技術能力を審査するために必要な試験試料の設計と調製及びその値付け（参照値の導出）と技能試験結果の合理的な判断基準を確立する。

《平成19年度計画》

- ・知的基盤課・NITE と打ち合わせ、第二期の MLAP スキームの具体的計画立案を行う。第二期技能試験を遂行し、結果をまとめる。
- ・2件の ISO 国際標準化活動を継続し、平成19年中に FDIS（最終国際規定案）まで完成させる。新規 POPs（残留性有機汚染物質）候補物質検討会（経産省・環境省・厚生省）委員として活動し、これらの国際標準分析法の確立と政策貢献・国内産業界指導に努める。

#### 2. 特定計量器の基準適合性の評価

特定計量器の検定に関して、品質システムを構築して業務を確実にを行い、計量器内蔵のソフトウェアの基

準作成とそれへの適合性評価技術を開発する。法定計量体系の高度化・合理化・国際化等の政策課題に関して、法定計量の政策と体系の設計に関して政府への提言をまとめる。

#### 2-(1) 法定計量業務の実施

【中期計画（参考）】

- ・基準器検査、型式承認試験、型式承認審査等の技術業務を、品質システムを構築して適正に実施するとともに、新たな計量技術を開発、導入して効率化、高度化を図る。

《平成19年度計画》

- ・型式承認・基準器検査及び依頼試験の実施については、計量法、内規、品質システムにより的確に実施する。型式承認試験、基準器検査に関する品質システムについて、燃料油メーターの OIML 適合証明書発行に関わる業務で、整備範囲を拡大させる。また、型式承認に関する機種毎の認証サービスマニュアル、審査共通マニュアルの整備範囲を拡大し、2種類の計量器について整備する。

#### 2-(2) 適合性評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・計量器内蔵ソフトウェア、計量器要素モジュール及び新たな計量器の適合性評価技術確立などの研究開発を行い、技術基準を作成する。

《平成19年度計画》

- ・Measuring Instrument Directive-対象計量器について、認証手続きに関する情報収集を継続する。ガスメーター、水道メーターに関する欧州の遠隔検針に関わるソフトウェア認証手続きについて、調査を行う。非自動はかり及びタクシーメーターに関するソフトウェア認証技術基準案の作成を行う。

#### 2-(3) 法定計量政策の提言

【中期計画（参考）】

- ・政府機関、地方機関、計量団体、計量器工業界及び外国機関等に対して最新の計量技術情報を提供するとともに、所轄政府機関と連携して、これらの機関の実施する適合性評価の整合性を図る。

《平成19年度計画》

- ・基準器検査制度について、計量行政審議会計量制度小委員会 WG 等の要請に応じ、改革案の検討及び産総研の取りまとめを行い、改革提案を行う。計量行政審議会計量制度小委員会 WG において、法定計量実施機関である指定検定機関のあり方について、産総研案の取りまとめを行い、改革案の提案を行う。

#### 2-(4) 法定計量体系の設計

【中期計画（参考）】

- ・我が国の法定計量システムの国際整合化を図るとともに、法定の技術基準の JIS 化、新たな計量器の規制のための指針を作成する。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度に作成した原案素案の検討を行い皮革面積計について JIS 原案作成を終了させる。全26機種の整備済み JIS について、機種間の並び、技術基準の解釈運用について、業界及び地方自治体関係者を交えた委員会を立ち上げ、ガイドなどの文書整備を行う。
- ・17機種の特定計量器に係る JIS を引用する計量法検定検査規則改正案の原案作成を開始する。
- ・MAA (Mutual Acceptance Arrangement) 適合証明書の発行を適切に実施する。関連産業界に対し、国際相互承認－相互信頼宣言 (MAA-DoMC) に関するセミナーなどを開催し、同制度への啓蒙をはかる。Committee on Participation Review 報告を簡略化させるため、MAA に関する ISO/IEC17025・ISO ガイド65の品質システムについて、第三者認証を取得する。

### 3. 次世代計量標準の開発

国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮するため、秒の定義やキログラムの定義等を改定する革新的な計量標準の開発を世界に先駆けて行う。また産業界や大学のニーズに機動的に対応するために、IT 技術等を活用した先導的標準供給技術の開発を行う。

#### 3-(1) 革新的計量標準の開発

光周波数領域で実現される新しい超高精度の時間周波数標準、特定の器物に依存しない物理的に定義された新質量標準、新たに国際的に合意された高温度の標準等、革新的計量標準を世界に先駆けて開発するとともに、これらの成果をいち早く国内の標準供給に反映させ、また標準の開発において得られた要素技術を先端技術開発に反映させる。

#### 3-(1)-① 光周波数領域における時間周波数標準の開発【中期計画 (参考)】

- ・秒の定義の改定にむけて、光周波数領域での周波数標準技術を確立することを目的として、可視領域での光周波数標準器を開発し、 $10^{-14}$ 台の不確かさの実現を目指す。併せて、その性能評価を行うために必要な光周波数測定技術及び時刻比較技術を確立する。

《平成19年度計画》

- ・光格子時計本体の開発を進めるとともに、時計遷移の観測に必要な線幅の狭いレーザの開発を始める。
- ・東京大学と産総研の周波数標準のリンクの不確かさをさらに低減し、Sr 光格子時計についてより不確かさの小さな周波数測定を目指す。
- ・産総研で開発されたファイバー光コム技術を東京大学に導入することにより、光格子時計の長期周波数測定の技術的課題を洗い出し、装置の評価を行う。

#### 3-(1)-② アボガドロ定数に基づく新質量標準の開発【中期計画 (参考)】

- ・国際単位系の基本単位の一つであるキログラムの定義を物質質量によるものに改定することを目標とし、国際共同プロジェクトを介して、同位体濃縮した数 kg の

シリコン単結晶を作製し、2009年度までにアボガドロ定数を $2\sim 3\times 10^{-8}$ の不確かさで決定する。

《平成19年度計画》

- ・シリコン結晶の密度の測定精度を更に向上させるために、その温度測定の不確かさを更に減少させる。また、質量50 g 程度の少量の同位体濃縮結晶の密度を圧力浮遊法で測定し、そのモル体積を評価する。
- ・5.7 kg の同位体濃縮結晶から1 kg の単結晶シリコン球体、密度分布評価用試料などを製作し、アボガドロ定数決定のための密度の絶対測定と結晶内での密度分布評価を開始する。

#### 3-(1)-③ 放射温度計及び抵抗温度計領域における新しい高温標準の開発

【中期計画 (参考)】

- ・2010年頃に予定されている国際温度目盛改訂への反映を目指し、金属炭素共晶の融点を温度定点として利用する技術を開発して、現行の高温標準の精度を1桁以上向上させ、3000 °Cまでの放射温度標準を確立する。

《平成19年度計画》

- ・2500 °C以上の高温定点の実現技術として、TiC-C 共晶点 (2747 °C) と WC-C 包晶点 (2749 °C) について、プラトーの再現性、定点セルの実用性などの性能を評価し、次世代超高温標準技術開発のターゲットを絞り込む。
- ・高温定点の熱力学温度値決定に向けた国際的な「高温定点プロジェクト」のパイロットラボとして、国際比較測定に使用する定点セルの仕様を決定する。

【中期計画 (参考)】

- ・現在の国際温度目盛による上限温度962 °Cを1085 °Cにまで拡張するために、白金抵抗温度計による高温温度目盛を開発する。

《平成19年度計画》

- ・放射温度計と白金抵抗温度計とを比較する横型比較炉について、炉の評価を行い、962 °C～1085 °Cの間の白金抵抗温度計の温度－抵抗値特性の試験を行う。

#### 3-(1)-④ 新しい計量標準要素技術の開発

【中期計画 (参考)】

- ・化学、バイオ・メディカル計量標準の分野で、DNA、タンパク質等に関して国際単位系へのトレーサビリティの確保を目指し、物質質量諮問委員会 (CCQM)、臨床検査医学におけるトレーサビリティ合同委員会 (JCTLM) 等が進める国際的な研究開発を主導する計測要素技術を開発する。

《平成19年度計画》

- ・タンパク質定量のためのアミノ酸分析については、SI トレーサブルな測定系を構築するため、定量に用いる標準液の濃度決定法を含めて分析法の確立を行う。また、DNA 定量について、SI トレーサブルな方法になりうる手法を取り上げ、分析法として評価を行う。

## 3-(2) 産業界ニーズに対応した先導的開発

ユーザの利便性を増進するため、インターネット技術を駆使した先進的標準供給システムを構築し、周波数を始めとするいくつかの量で実用を開始するなど、産業界ニーズに対応する。

## 3-(2)-① 標準供給技術の高度化

## 【中期計画（参考）】

- ・GPS 衛星信号を活用した周波数標準の供給や安定な移送標準器を開発することにより、産総研に設置されている一次標準器から精度劣化を最小限にして産業界や社会に高い精度で標準供給する技術を開発する。

## 《平成19年度計画》

- ・光コム距離計を高分解能化し、評価を行う。リングゲージ、リニアスケールのための試作干渉計を評価し、その改良を行う。また、インダクタンス、放射線、三次元測定、振動・加速度、及び圧力の遠隔校正装置の高度化を行う。
- ・GPS による周波数の遠隔校正に関して、JCSS 化等を進め、産業界への普及を図る。

## 3-(2)-② 水の大流量標準の開発と供給

## 【中期計画（参考）】

- ・原子力発電の安全性確保に必要な計測標準技術として、不確かさ1 %以下で12,000 m<sup>3</sup>/h 以上の大流量標準の開発を行う。

## 《平成19年度計画》

- ・高温ブルーバーにより参照標準流量計と同タイプの温度特性についての試験を繰り返し行い、流量計の温度特性に関する経時的な変化についての検証実験を行う。さらに、原子炉配管を模擬した条件下における測定試験を繰り返し、給水流量の測定の不確かさについて評価する。

## 4. 国際計量システムの構築

先進各国の計量標準機関とグローバルな競争、協調関係を作り、またアジアを中心とした計量標準機関との協力関係を強化する。

## 4-(1) 計量標準におけるグローバルな競争と協調

国家計量標準の同等性に関する国際相互承認体制（MRA）及び計量器の技術基準の同等性に関する国際相互受入取り決め（MAA）を発展させる活動に率先して取り組む。また、先端産業技術を支援する戦略的な計量標準に関しては先進国の計量標準研究所との競争と協調のもとに効率的に開発を進める。特に、環境、医療、バイオ関連等、進展の早い標準技術に関しては国内対応体制を強化する。

## 4-(1)-① メートル条約活動におけるプレゼンスの強化

## 【中期計画（参考）】

- ・メートル条約の国際度量衡委員会（CIPM）、同諮問委員会委員、作業部会において議長・委員を引き受け、活動に主導的に寄与する。

## 《平成19年度計画》

- ・4年毎に開催される国際度量衡総会（CGPM）の開催年度にあたり、CIPM 委員の支援と我が国の意見の集約を図る。また、引き続き各 CC および傘下の WG 活動を支援する。

## 【中期計画（参考）】

- ・地域計量機関（RMO）と国際度量衡局（BIPM）の合同委員会（JCRB）において国際相互承認の調整に積極的に参画する。

## 《平成19年度計画》

- ・RMO 及び JCRB においては、我が国代表の諮問委員の活動の支援を進める。また、他地域の専門家地域機関（RMO/SRB）の動向を引き続き調査し、NMIJ 関連部署や国との意見集約調整を行い、我が国としての意見を取りまとめ諮問委員に提供する。

## 4-(1)-② 法定計量条約活動におけるプレゼンスの強化

## 【中期計画（参考）】

- ・国際法定計量機構（OIML）の枠組みの中で、OIML の国際相互受入取り決め（MAA）の締結を受けてその実施に向けた枠組みや体制の整備に寄与する。

## 《平成19年度計画》

- ・OIML-MAA 相互信頼宣言（DoMC）が円滑に実施できるよう継続して支援を行う。また、国際法定計量委員会（CIML）への我が国の対処方針を決定するために、経済産業省や NMIJ 関係部署間の意見の調整・集約を行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・国際法定計量委員会（CIML）委員の役割を果たすとともに作業部会の活動に主導的に寄与する。

## 《平成19年度計画》

- ・CIML の運営委員会（PC）委員、開発途上国常任委員会（PWGDC）委員の業務を継続して支援する。NMIJ 関連部署や経済産業省との意見集約調整を行い、日本としての意見を取りまとめ PC 委員、PWGDC 委員に提供する。

- ・OIML 技術作業委員会（TC/SC）では我が国代表委員の活動の支援を行うと共に、役職の獲得を継続して検討する。国際法定計量調査研究委員会及び各作業委員会・分科会における活動を集約し、代表委員に提供する。

## 4-(1)-③ 二国間協力の展開

## 【中期計画（参考）】

- ・国際計量システムの発展に資するため、諸外国の研究機関との間で先端標準技術分野における共同研究、国際比較、人的交流等を強化する。

## 《平成19年度計画》

- ・国際計量記念日に合わせ、経済産業省、関係団体の協賛のもと、「光コム」をテーマに国際計量標準シンポジウムをつくばで開催する。

## 4-(1)-④ 国内外の対応体制の強化

## 【中期計画（参考）】



- ・ナノテク、環境、バイオ、安全及び食品等の分野で拡大している計量標準のニーズを把握し、その対応策を協議する。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度に引き続き、臨床検査関連標準や食品の安全性に必要な標準物質のトレーサビリティ確立に関連する、国内意見の集約と、主要な国際会議への参加を支援する。

【中期計画（参考）】

- ・我が国の意見のとりまとめと国際的な場における発信を通じて国際計量システムの構築に資するために、産学官の関係機関の連携の強化を図る。

《平成19年度計画》

- ・平成18年度に引き続き、関係する他省庁を含めた実効的な国内協力体制の確立に向けて、国際計量研究連絡委員会を運営・活用するとともに、国際的な動きに対応するため、我が国からの適切な専門家の派遣を支援する。

#### 4-(2) アジアを中心とした国際協力の展開

アジア太平洋地域の国際計量機関に対して積極的な貢献を行い、開発途上国の計量標準機関の研究者、技術者の研修受け入れや産総研研究者の派遣により途上国の技術ポテンシャルを高めることに協力する。また、開発途上国の国家計量標準の校正依頼を受ける。

#### 4-(2)-① アジア太平洋計量計画への貢献

【中期計画（参考）】

- ・アジア太平洋計量計画（APMP）で引き続き事務局の役割を務めるとともに、執行委員や技術委員会の議長、委員を引き受け、APMP 活動に主導的に寄与する。また、地域内の国際比較では幹事国の引き受け、仲介標準器の提供等によって主体的な寄与を果たす。

《平成19年度計画》

- ・APMP 事務局としての業務を平成19年10月まで継続し、引き続き国際相互承認に基づく校正測定能力（CMC）の登録に貢献する。平成19年11月の APMP 総会（シドニー）以降、APMP 事務局が韓国 KRISS に移転することが予定されているため、シドニー総会の前後に事務局の引継を行う。国際競争予算プロジェクトを用いて、ピアレビューへの支援を行う。

#### 4-(2)-② アジア太平洋法定計量フォーラムへの貢献

【中期計画（参考）】

- ・アジア太平洋計量フォーラム（APLMF）の議長国と事務局の任を引き続いて果たすとともに、運営及びワーキンググループ活動に積極的に貢献する。

《平成19年度計画》

- ・平成19年度後半から APLMF 議長と事務局を担当する予定国に対して、円滑な業務の引き継ぎを行う。
- ・次期 APLMF 議長、および事務局担当国と協力しながら、APLMF 法定計量研修への支援活動を行う。
- ・次期 APLMF 議長、および事務局担当国と協力しながら、

10月に上海において開催される第14回 APLMF 総会の運営を支援する。

- ・次期 APLMF 議長、および事務局担当国と協力しながら、各種出版物や Web を通した APLMF 活動に関する情報発信を支援する。

#### 4-(2)-③ 開発途上国への技術協力

【中期計画（参考）】

- ・アジアの開発途上国への技術協力を推進する。専門家の派遣、受け入れ及び技術審査員（ピアレビューア）の派遣等を行うことにより、技術協力相手国の計量システムの構築と向上を支援する。アジア太平洋地域におけるネットワーク強化を図るために、韓国、中国、オーストラリア及び台湾等との連携を深める。

《平成19年度計画》

- ・タイ国 NIMT 設立支援は最終年度となり、技術移転の終了した量目で認定が予定されているため、十分な準備を進めプロジェクト期間内に成果が得られるよう技術協力を進める。また、NMIJ から開発途上国への技術協力を促進するよう、APMP/DEC の活動に協力する。
- ・日中韓の協力関係を維持しつつ、役割分担の明確化と共同で開発する標準物質の対象拡大を目指す。

#### 5. 計量の教習と人材の育成

計量法に基づき、計量研修センターと計測標準研究部門を中核として法定計量の教習を企画・実施して、国内の法定計量技術者の技術力向上を図る。さらに民間を対象として計量標準技術と品質システムの教習を行うとともに、開発途上国の計量技術者の育成も併せて行う。

【中期計画（参考）】

- ・一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習（濃度及び騒音・振動）を企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。

《平成19年度計画》

- ・一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習（濃度及び騒音・振動）を企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・短期計量教習、指定製造事業者制度教習及び環境計量証明事業制度教習を、計量行政公務員を対象として企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。

《平成19年度計画》

- ・短期計量教習、指定製造事業者制度教習及び環境計量証明事業制度教習を、計量行政公務員を対象として企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・都道府県、特定市からの要望の多い単科や3～5日程度の特定制教習を、適宜、企画して実施する。

《平成19年度計画》

- ・都道府県、特定市からの要望の多い単科や3～5日程度

の特定教習を、適宜、企画して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業管理者講習及び分析技術者研修を実施する。

《平成19年度計画》

- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業管理者講習及び分析技術者研修を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・環境計量講習（濃度及び騒音・振動）を企画して実施する。

《平成19年度計画》

- ・環境計量講習（濃度及び騒音・振動）を企画して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の適合性評価を行う審査員のための研修を、独立行政法人製品評価技術基盤機構と協力して実施する。

《平成19年度計画》

- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の適合性評価を行う審査員のための研修を、独立行政法人製品評価技術基盤機構と協力して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の技術者研修を実施する。

《平成19年度計画》

- ・製品評価技術基盤機構の要請に応じて、JCSS 校正事業者制度並びに環境計量証明事業者の技術者研修を実施する。また、「計測の不確かさ研修指導者育成コース」を、実施する。

【中期計画（参考）】

- ・アジア諸国等の計量技術者を対象に計量標準、法定計量及び計測技術に関する研修を、外部機関と協力して実施する。

《平成19年度計画》

- ・アジア諸国等の計量技術者を対象に計量標準、法定計量及び計測技術に関する研修を、外部機関と協力して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・計量の技術分野毎に民間の計量技術者が校正業務の遂行等に際して容易に参照できるような専門技術書（モノグラフ）を企画、編集、発行する。

《平成19年度計画》

- ・計量標準報告を年4号発行し、国内の計量関係者に配布する。

【中期計画（参考）】

- ・民間の計量技術者を対象としたシンポジウム、講習会を企画、開催する。

《平成19年度計画》

- ・シンポジウム、講習会、成果発表会等を4件以上企画・開催し、展示会出展を2件以上行うとともに、

NMIJ 計測クラブの研究会活動・情報交換活動を実施し、最新の計量標準の研究成果や活動に関する情報発信を行う。

資 料

【別表 4】

平成19年度予算

(単位：百万円)

| 区 別               | 金 額    |
|-------------------|--------|
| 収入                |        |
| 運営費交付金            | 65,682 |
| 施設整備費補助金          | 3,024  |
| 受託収入              | 13,786 |
| うち国からの受託収入        | 1,956  |
| その他からの受託収入        | 11,830 |
| その他収入             | 3,873  |
| 計                 | 86,365 |
| 支出                |        |
| 業務経費              | 57,915 |
| うち鉱工業科学技術研究開発関係経費 | 40,874 |
| 地質関係経費            | 4,454  |
| 計量関係経費            | 7,185  |
| 技術指導及び成果の普及関係経費   | 5,402  |
| 施設整備費             | 3,024  |
| 受託経費              | 11,929 |
| うち特許生物寄託業務関係経費受託  | 202    |
| 原子力関係経費受託         | 396    |
| 地球環境保全等試験研究関係経費受託 | 292    |
| その他受託             | 11,039 |
| 間接経費              | 13,497 |
| 計                 | 86,365 |

【別表 5】

平成19年度収支計画

(単位：百万円)

| 区 別              | 金 額    |
|------------------|--------|
| 費用の部             | 85,772 |
| 経常費用             | 85,772 |
| 鉱工業科学技術研究開発業務費   | 37,857 |
| 地質業務費            | 4,108  |
| 計量業務費            | 6,547  |
| 技術指導及び成果の普及業務費   | 4,977  |
| 受託業務費            | 8,892  |
| 間接経費             | 12,264 |
| 減価償却費            | 11,114 |
| 退職手当引当金繰入        | 13     |
| 財務費用             | 0      |
| 支払利息             | 0      |
| 臨時損失             | 0      |
| 固定資産除却損          | 0      |
| 収益の部             | 84,193 |
| 運営費交付金収益         | 60,951 |
| 国からの受託収入         | 1,956  |
| その他の受託収入         | 11,830 |
| その他の収入           | 3,873  |
| 寄付金収益            | 0      |
| 資産見返負債戻入         | 5,583  |
| 財務収益             | 0      |
| 受取利息             | 0      |
| 臨時収益             | 0      |
| 固定資産売却益          | 0      |
| 純利益（△純損失）        | △1,579 |
| 前期中期目標期間繰越積立金取崩額 | 1,579  |
| 総利益（△純損失）        |        |



## 【別表 6】

## 平成19年度資金計画

(単位：百万円)

| 区 別             | 金 額    |
|-----------------|--------|
| 資金支出            | 86,365 |
| 業務活動による支出       | 74,658 |
| 鉱工業科学技術研究開発業務費  | 37,857 |
| 地質業務費           | 4,108  |
| 計量業務費           | 6,547  |
| 技術指導及び成果の普及業務費  | 4,977  |
| 受託業務費           | 8,905  |
| その他の支出          | 12,264 |
| 投資活動による支出       | 11,707 |
| 有形固定資産の取得による支出  | 11,707 |
| 施設費の精算による返還金の支出 | 0      |
| 財務活動による支出       | 0      |
| 短期借入金の返済による支出   | 0      |
| 翌年度への繰越金        | 0      |
| 資金収入            | 86,365 |
| 業務活動による収入       | 83,341 |
| 運営費交付金による収入     | 65,682 |
| 国からの受託収入        | 1,956  |
| その他の受託収入        | 11,830 |
| その他の収入          | 3,873  |
| 寄付金収入           | 0      |
| 投資活動による収入       | 3,024  |
| 有形固定資産の売却による収入  | 0      |
| 施設費による収入        | 3,024  |
| その他の収入          | 0      |
| 財務活動による収入       | 0      |
| 短期借り入れによる収入     | 0      |
| 前年度よりの繰越金       | 0      |

## ５．職 員

## 平成19年度形態別・機能別職員数

| 所属名称                 | 役員 | 職員   |                |                     |                 |                  |    |       | 総計  |
|----------------------|----|------|----------------|---------------------|-----------------|------------------|----|-------|-----|
|                      |    | 研究職員 |                |                     |                 |                  | 事務 | 職員 集計 |     |
|                      |    | 総数   | (内) 招へい型任期付研究員 | (内) 産業技術人材育成型任期付研究員 | (内) 若手育成型任期付研究員 | (内) 研究テーマ型任期付研究員 |    |       |     |
| 理事                   | 11 |      |                |                     |                 |                  |    |       | 11  |
| 監事                   | 2  |      |                |                     |                 |                  |    |       | 2   |
| 研究コーディネータ            |    | 8    | 3              |                     |                 |                  |    | 8     | 8   |
| 産業技術アーキテクト           |    | 1    | 1              |                     |                 |                  |    | 1     | 1   |
| 企画本部                 |    | 35   |                |                     |                 |                  | 25 | 60    | 60  |
| 評価部                  |    | 16   |                |                     |                 |                  | 3  | 19    | 19  |
| 環境安全管理部              |    | 9    |                |                     |                 |                  | 10 | 19    | 19  |
| 業務推進本部               |    | 0    |                |                     |                 |                  | 1  | 1     | 1   |
| 法務室                  |    | 0    |                |                     |                 |                  | 5  | 5     | 5   |
| 情報公開・個人情報保護推進室       |    | 0    |                |                     |                 |                  | 2  | 2     | 2   |
| 男女共同参画室              |    | 3    |                |                     |                 |                  | 1  | 4     | 4   |
| 監査室                  |    | 0    |                |                     |                 |                  | 5  | 5     | 5   |
| イノベーション推進室           |    | 23   |                |                     |                 |                  | 5  | 28    | 28  |
| 次期情報システム研究開発推進室      |    | 0    |                |                     |                 |                  | 1  | 1     | 1   |
| 広報部                  |    | 8    |                |                     |                 |                  | 28 | 36    | 36  |
| 活断層研究センター            |    | 15   |                |                     | 6               |                  | 1  | 16    | 16  |
| 化学物質リスク管理研究センター      |    | 23   | 6              | 1                   | 3               | 3                | 1  | 24    | 24  |
| ライフサイクルアセスメント研究センター  |    | 10   |                |                     | 1               | 1                | 1  | 11    | 11  |
| パワーエレクトロニクス研究センター    |    | 18   | 2              |                     | 1               | 3                | 1  | 19    | 19  |
| 生物情報解析研究センター         |    | 24   | 12             |                     | 2               |                  | 2  | 26    | 26  |
| ヒューマンストレスシグナル研究センター  |    | 8    | 5              |                     |                 |                  | 1  | 9     | 9   |
| 強相関電子技術研究センター        |    | 15   |                |                     | 4               | 1                | 1  | 16    | 16  |
| 次世代半導体研究センター         |    | 12   | 2              |                     | 2               |                  | 4  | 16    | 16  |
| 界面ナノアーキテクトニクス研究センター  |    | 14   |                |                     | 3               |                  | 1  | 15    | 15  |
| グリッド研究センター           |    | 21   | 2              | 3                   | 4               | 2                | 1  | 22    | 22  |
| 年齢軸生命工学研究センター        |    | 8    | 2              |                     | 2               |                  | 2  | 10    | 10  |
| デジタルヒューマン研究センター      |    | 18   | 1              | 1                   | 5               | 1                | 1  | 19    | 19  |
| 近接場光応用工学研究センター       |    | 9    |                |                     | 3               |                  | 1  | 10    | 10  |
| ダイヤモンド研究センター         |    | 10   | 3              | 1                   | 1               | 1                | 1  | 11    | 11  |
| バイオニクス研究センター         |    | 12   |                |                     | 4               |                  | 1  | 13    | 13  |
| 太陽光発電研究センター          |    | 29   |                | 1                   | 9               | 4                | 1  | 30    | 30  |
| システム検証研究センター         |    | 12   |                |                     | 3               | 3                | 1  | 13    | 13  |
| ナノカーボン研究センター         |    | 18   | 3              | 1                   | 3               | 3                | 1  | 19    | 19  |
| 健康工学研究センター           |    | 24   |                | 1                   | 4               | 2                | 1  | 25    | 25  |
| 情報セキュリティ研究センター       |    | 22   |                | 3                   | 9               | 5                | 1  | 23    | 23  |
| 固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター |    | 11   | 3              |                     |                 | 7                | 1  | 12    | 12  |
| コンパクト化学プロセス研究センター    |    | 31   | 3              | 1                   | 4               | 2                | 2  | 33    | 33  |
| バイオマス研究センター          |    | 27   |                |                     |                 | 2                | 1  | 28    | 28  |
| デジタルものづくり研究センター      |    | 18   | 1              | 2                   | 1               |                  | 1  | 19    | 19  |
| 水素材料先端科学研究センター       |    | 7    | 1              |                     |                 | 1                | 2  | 9     | 9   |
| 糖鎖医工学研究センター          |    | 15   | 3              | 1                   | 3               | 2                | 1  | 16    | 16  |
| 新燃料自動車技術研究センター       |    | 17   |                |                     | 1               | 1                |    | 17    | 17  |
| 生命情報工学研究センター         |    | 19   | 5              | 1                   | 5               | 1                | 2  | 21    | 21  |
| 生産計測技術研究センター         |    | 24   | 1              |                     | 2               | 1                | 1  | 25    | 25  |
| 計測標準研究部門             |    | 243  |                |                     | 5               |                  | 3  | 246   | 246 |
| 地圏資源環境研究部門           |    | 77   |                | 2                   | 5               | 6                | 3  | 80    | 80  |
| 知能システム研究部門           |    | 57   |                | 2                   | 7               | 3                | 2  | 59    | 59  |
| エレクトロニクス研究部門         |    | 68   |                | 2                   | 7               | 2                | 2  | 70    | 70  |
| 光技術研究部門              |    | 65   | 1              | 2                   | 5               | 1                | 2  | 67    | 67  |
| 人間福祉医工学研究部門          |    | 61   |                | 1                   | 9               |                  | 3  | 64    | 64  |
| 脳神経情報研究部門            |    | 48   |                |                     | 2               | 1                | 2  | 50    | 50  |
| ナノテクノロジー研究部門         |    | 82   | 3              | 1                   | 8               | 3                | 2  | 84    | 84  |
| 計算科学研究部門             |    | 28   |                |                     | 3               | 2                | 1  | 29    | 29  |
| 生物機能工学研究部門           |    | 64   | 1              | 2                   | 8               | 1                | 2  | 66    | 66  |
| 計測フロンティア研究部門         |    | 60   | 1              |                     | 4               | 1                | 2  | 62    | 62  |
| ユビキタスエネルギー研究部門       |    | 44   |                |                     | 4               |                  | 2  | 46    | 46  |

## 産業技術総合研究所

| 所属名称             | 役員 | 職員    |                |                     |                 |                  |     |       | 総計    |
|------------------|----|-------|----------------|---------------------|-----------------|------------------|-----|-------|-------|
|                  |    | 研究職員  |                |                     |                 |                  | 事務  | 職員 集計 |       |
|                  |    | 総数    | (内) 招へい型任期付研究員 | (内) 産業技術人材育成型任期付研究員 | (内) 若手育成型任期付研究員 | (内) 研究テーマ型任期付研究員 |     |       |       |
| セルエンジニアリング研究部門   |    | 51    | 2              | 1                   | 9               | 3                | 2   | 53    | 53    |
| ゲノムファクトリー研究部門    |    | 40    |                |                     | 7               | 2                | 2   | 42    | 42    |
| 先進製造プロセス研究部門     |    | 116   | 2              | 3                   | 15              | 2                | 3   | 119   | 119   |
| サステナブルマテリアル研究部門  |    | 71    |                | 1                   | 5               | 4                | 1   | 72    | 72    |
| 地質情報研究部門         |    | 126   |                | 4                   | 10              | 2                | 2   | 128   | 128   |
| 環境管理技術研究部門       |    | 87    |                |                     | 7               | 4                | 2   | 89    | 89    |
| 環境化学技術研究部門       |    | 73    | 2              | 1                   | 5               | 3                | 2   | 75    | 75    |
| エネルギー技術研究部門      |    | 135   |                | 4                   | 7               | 4                | 3   | 138   | 138   |
| 情報技術研究部門         |    | 67    | 1              | 2                   | 11              | 1                | 1   | 68    | 68    |
| メタンハイドレート研究ラボ    |    | 13    |                |                     |                 | 6                |     | 13    | 13    |
| シグナル分子研究ラボ       |    | 5     |                |                     |                 |                  |     | 5     | 5     |
| 超高速光信号処理デバイス研究ラボ |    | 7     | 2              |                     | 1               |                  |     | 7     | 7     |
| 器官発生工学研究ラボ       |    | 4     |                |                     |                 |                  |     | 4     | 4     |
| 創薬シーズ探索研究ラボ      |    | 1     |                |                     | 1               |                  |     | 1     | 1     |
| バイオセラピューティック研究ラボ |    | 3     | 1              |                     | 2               |                  |     | 3     | 3     |
| フェロー             |    | 2     | 2              |                     |                 |                  |     | 2     | 2     |
| 先端情報計算センター       |    | 3     |                |                     |                 |                  | 16  | 19    | 19    |
| 特許生物寄託センター       |    | 4     |                |                     |                 |                  | 3   | 7     | 7     |
| 地質調査情報センター       |    | 18    |                |                     |                 |                  | 14  | 32    | 32    |
| 計量標準管理センター       |    | 21    |                |                     |                 |                  | 12  | 33    | 33    |
| ベンチャー開発センター      |    | 5     |                |                     |                 |                  | 6   | 11    | 11    |
| 技術情報部門           |    | 17    | 1              |                     |                 |                  | 11  | 28    | 28    |
| 産学官連携推進部門        |    | 62    |                |                     |                 |                  | 80  | 142   | 142   |
| 国際部門             |    | 7     |                |                     |                 |                  | 12  | 19    | 19    |
| 知的財産部門           |    | 12    |                |                     |                 |                  | 19  | 31    | 31    |
| 研究業務推進部門         |    | 1     |                |                     |                 |                  | 183 | 184   | 184   |
| 能力開発部門           |    | 6     |                |                     |                 |                  | 36  | 42    | 42    |
| 財務会計部門           |    | 0     |                |                     |                 |                  | 74  | 74    | 74    |
| 研究環境整備部門         |    | 0     |                |                     |                 |                  | 56  | 56    | 56    |
| 北海道センター          |    | 1     |                |                     |                 |                  | 1   | 2     | 2     |
| 東北センター           |    | 2     |                |                     |                 |                  |     | 2     | 2     |
| つくばセンター          |    | 2     |                |                     |                 |                  |     | 2     | 2     |
| 臨海副都心センター        |    | 0     |                |                     |                 |                  |     | 0     | 0     |
| 中部センター           |    | 2     |                |                     |                 |                  |     | 2     | 2     |
| 関西センター           |    | 3     | 1              |                     |                 |                  |     | 3     | 3     |
| 中国センター           |    | 1     |                |                     |                 |                  | 1   | 2     | 2     |
| 四国センター           |    | 2     | 1              |                     |                 |                  |     | 2     | 2     |
| 九州センター           |    | 2     |                |                     |                 |                  |     | 2     | 2     |
|                  | 13 | 2,463 | 80             | 45                  | 232             | 97               | 690 | 3,153 | 3,166 |



## 平成19年度 産業技術総合研究所年報

---

発 行 日：平成20年11月28日

編集・発行：独立行政法人 産業技術総合研究所

広報部出版室

〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 つくば中央第2

TEL：029-862-6211／FAX：029-862-6212

---

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。