

# AIST

## 平成20年度

# 産業技術総合研究所年報



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

## 目 次

I. 総 説	1
1. 概 要	1
2. 動 向	3
3. 幹部名簿	13
4. 組 織 図	14
5. 組織編成	15
II. 業 務	19
1. 研 究	21
(1) 研究ユニット	21
1) 研究センター	21
①活断層研究センター	21
②年齢軸生命工学研究センター	27
③デジタルヒューマン研究センター	33
④近接場光応用工学研究センター	41
⑤ダイヤモンド研究センター	43
⑥バイオニクス研究センター	46
⑦太陽光発電研究センター	49
⑧システム検証研究センター	54
⑨健康工学研究センター	58
⑩情報セキュリティ研究センター	67
⑪固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	75
⑫コンパクト化学プロセス研究センター	79
⑬バイオマス研究センター	85
⑭デジタルものづくり研究センター	92
⑮水素材料先端科学研究センター	94
⑯糖鎖医工学研究センター	98
⑰新燃料自動車技術研究センター	107
⑱生命情報工学研究センター	114
⑲生産計測技術研究センター	121
⑳バイオメディシナル情報研究センター	126
㉑ナノ電子デバイス研究センター	130
㉒ナノチューブ応用研究センター	137
㉓ネットワークフォトンクス研究センター	143
㉔サービス工学研究センター	146
2) 研究部門	150
①計測標準研究部門	150
②地圏資源環境研究部門	173
③知能システム研究部門	180
④エレクトロニクス研究部門	185
⑤光技術研究部門	196
⑥人間福祉医工学研究部門	203
⑦脳神経情報研究部門	214
⑧ナノテクノロジー研究部門	220
⑨計算科学研究部門	234
⑩生物機能工学研究部門	242

⑪計測フロンティア研究部門	258
⑫ユビキタスエネルギー研究部門	270
⑬セルエンジニアリング研究部門	274
⑭ゲノムファクトリー研究部門	287
⑮先進製造プロセス研究部門	292
⑯サステナブルマテリアル研究部門	311
⑰地質情報研究部門	319
⑱環境管理技術研究部門	344
⑲環境化学技術研究部門	359
⑳エネルギー技術研究部門	368
㉑情報技術研究部門	380
㉒安全科学研究部門	388
3) 研究ラボ	398
①メタンハイドレート研究ラボ	398
②器官発生工学研究ラボ	401
③創薬シーズ探索研究ラボ	404
④バイオセラピューティック研究ラボ	406
⑤エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	408
4) 研究コア	410
①爆発安全研究コア	410
②深部地質環境研究コア	410
③強相関電子科学技術研究コア	412
5) フェロー	413
(2) 内部資金	414
(3) 外部資金	441
1) 国からの外部資金	443
①経済産業省	443
②文部科学省	463
③環境省	487
④その他省庁	502
2) 国以外からの外部資金	505
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構	505
3) その他の収入	579
2. 研究関連・管理業務	815
(1) コンプライアンス推進本部	817
(2) 研究コーディネータ	818
(3) 産業技術アーキテクト	818
(4) 企画本部	819
(5) 評価部	819
(6) 環境安全管理部	820
(7) 業務推進本部	822
(8) 男女共同参画室	823
(9) イノベーション推進室	824
(10) 情報化統括責任者	824
(11) 次期情報システム研究開発推進室	825
(12) 先端情報計算センター	825
(13) 広報部	826
(14) 特許生物寄託センター	854

(15) ベンチャー開発センター	855
(16) 地質調査情報センター	858
(17) 計量標準管理センター	862
(18) 産学官連携推進部門	863
(19) 知的財産部門	884
(20) 国際部門	886
(21) 研究業務推進部門	902
(22) 能力開発部門	905
(23) 財務会計部門	905
(24) 研究環境整備部門	906
3. 地域拠点	911
(1) 東京本部・つくば本部	911
(2) 北海道センター	911
(3) 東北センター	912
(4) つくばセンター	913
(5) 臨海副都心センター	914
(6) 中部センター	915
(7) 関西センター	916
(8) 中国センター	918
(9) 四国センター	918
(10) 九州センター	919
4. 総合センター	
(1) 地質調査総合センター	921
(2) 計量標準総合センター	922
III. 資 料	945
1. 研究発表	946
2. 兼 業	948
3. 中期目標	949
4. 中期計画・年度計画	961
5. 職 員	1070

# I . 総 説

# I. 総 説

## 1. 概 要

任 務：

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

組 織：

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

## 総 説

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

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

平成21年3月31日現在、常勤役員13名、研究職員2,396名、事務職員682名の合計3,091名である。

沿 革：

① 平成13年1月

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

② 平成13年4月

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

③ 平成17年4月

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

産業技術総合研究所の業務の根拠法：

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

主務大臣：

経済産業大臣

主管課：

経済産業省産業技術環境局技術振興課

産業技術総合研究所の事業所の所在地 (平成18年3月31日現在)：

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

## 2. 動 向

産総研の分野別年間研究動向の要約

### I. ライフサイエンス分野

#### 1. 分野の目標

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

#### 2. 分野の組織構成

当分野は、6つの研究センター（生命情報工学研究センター、バイオメディシナル情報研究センター、年齢軸生命工学研究センター、バイオニクス研究センター、健康工学研究センター、糖鎖医工学研究センター）、5つの研究部門（人間福祉医工学研究部門、脳神経情報研究部門、生物機能工学研究部門、セルエンジニアリング研究部門、ゲノムファクトリー研究部門）、3つの研究ラボ（創薬シーズ探索研究ラボ、器官発生工学研究ラボ、バイオセラピューティック研究ラボ）で構成されている。研究戦略として、ポストゲノム研究における医薬・診断薬の新規シーズ、個々の人の状態に適合した精密医療を実現するための医工学技術、脳神経・人間科学研究における人間生活向上技術、生物機能を利用した効率的物質生産のための技術等を開発することを柱としている。

#### 3. 主な研究動向

以下に平成20年度の主な研究動向を示す。

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

- ・がん細胞で合成された糖鎖のプロファイル分析より選ばれた「がん細胞特異的糖鎖を認識するレクチン」を用いて「がん細胞特異的糖鎖を持つ糖タンパク質」を捕集し、質量分析機を基礎としたプロテオミクスの手法で同定することによって、ハイスループットに多数の候補タンパク質を検出することに成功した。
- ・細胞核内構造体パラスペックルの構造維持に必須な non-coding (nc) RNA と相互作用する疾患関連タンパク質を含む RNA 結合蛋白質を多数同定し、構造体構築における RNA-タンパク質相互作用の重要性を見出した。RNA の二次構造予測で現時点での世界最高精度を達成した。
- ・ヒト全遺伝子と転写産物の高精度のアノテーション情報を格納した統合データベース（H-InvDB）を作成し公開した。
- ・乳酸菌が消化管免疫を刺激して健康と生体防御機能を増進するメカニズムのひとつとして、TLR3を介した IFN- $\beta$  の産生と IL-12産生増強を発見した。
- ・加速進化型の生理活性ペプチドの分子骨格を鋳型としたランダムペプチドライブラリーからの試験管内分子進化技術により、任意に設定した標的分子を特異的に認識する小タンパク質・ペプチドを開発する技術を確立した。

##### (2) 精密診断および再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

- ・冷凍保存されている親知らず（歯胚）由来の細胞に各種遺伝子を導入して iPS 細胞を作製し、抜歯されている親知らずが、iPS 幹細胞のソースとなることを明らかにした。
- ・産総研のオリジナル技術「持続発現型 RNA ベクター」を使って、iPS 細胞の医療応用における最大の課題であった「染色体への遺伝子挿入によるガン化」の問題を回避可能な技術を開発した。
- ・産総研ナノチューブ応用研究センターから提供された長尺単層カーボンナノチューブ（CNT）とイオン液体を用い、高導電性フィルムをキャスト法で作製する方法を開発。その導電性フィルムを用い、空中で高速に変形駆動するアクチュエータを開発した。
- ・微細化インクジェット法を用いて、単一マイクロ流路内に複数種の抗体を固定化した後、フィルムカバーを施すことで、わずか1  $\mu$ l の血漿サンプルで疾病情報の多項目測定が可能なチップを開発した。固定化に用いる抗体溶液量も1検出点あたり3~5 nl と極微量である。
- ・臓器ロードマップに書き加えるべき新規遺伝子を同定した。特に、心臓形成に関する新規遺伝子については機能解析も進め、実際に心臓形成に必要とされていることを明らかにした。

##### (3) 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

- ・ストレス状態の自己評価、および、生化学的な反応と相関の高い結果を示す認知課題を開発した。本手法は、被検査者の主観に基づかないため客観的であり、かつ、汎用のコンピュータ以外の特殊な装置を必要としないため計測が簡便であるという利点がある。
- ・映像酔い評価システム（映像ファイルの動きベクトル解析により、カメラ運動速度を推定し、これに基づいて時々刻々の映像酔いのリスク度を推定するシステム）の酔いの蓄積の効果、視聴環境条件による影響を導入す



ることにより、推定精度を向上させた。

(4) 生物機能を活用した生産プロセスの開発による効率的なバイオ製品の生産

- ・遺伝子組換え植物作出技術と植物ウイルスベクター技術を組み合わせることで、一般の植物に感染が拡がらない植物ウイルスベクターシステムを開発した。
- ・環境中に存在する微生物の大部分は培養できないことが明らかになってきている。そこで培養に依存しない、環境 DNA (メタゲノム) の利用により、環境中の未利用遺伝子資源の効果的な探索法の開発とその取得を行なった。得られた酵素等の実用化を目指し、民間企業との共同研究を進めている。
- ・免疫抑制剤として使用されているミゾリピンの血中濃度測定に使用できる酵素 (ミゾリピンリン酸化酵素) を見つけ、その効率的な製造方法並びにミゾリピンの酵素学的測定方法を開発した。このことよりミゾリピンの血中濃度は、時間を要する高速液体クロマトグラフィーによる測定に対し短時間で簡便な測定が可能となった。
- ・複雑な多段階反応を行う酵素の分子機構を明らかにするマルチスナップショット結晶構造解析法を確立した。また、静的/動的構造を統一的に解析する基盤技術を開発する上で必要な10個のアミノ酸からなる標準モデルタンパク質を新規に設計した。

(5) 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

- ・新しい医療機器の開発促進および迅速な承認審査に活用できるガイドラインの策定を目標として、「医療機器開発ガイドライン策定事業」に取り組んだ。
- ・近年問題となっている低周波音 (100 Hz 以下の低い音) による騒音問題の解決のために、より簡便で短時間での計測が可能な計測機器を開発した。また、苦情者の聴覚特性計測システムを開発し、現行の低周波音問題への対応の見直しに寄与する成果が得られた。
- ・バイオレメディエーションにおける利用微生物の挙動解析の基盤となる土壌試料等からの DNA 調整法および定量的 PCR 法による土壌中の特定微生物の定量について検証を行った。

## II. 情報通信・エレクトロニクス分野

### 1. 分野の目標

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

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

### 2. 分野の組織構成

当分野の研究組織は、異分野融合領域も含めると、6つの研究センター (ネットワークフォトンクス研究センター、ナノ電子デバイス研究センター、デジタルヒューマン研究センター、近接場光応用工学研究センター、システム検証研究センター、情報セキュリティ研究センター)、4つの研究部門 (知能システム研究部門、エレクトロニクス研究部門、光技術研究部門、情報技術研究部門) で構成されている。

### 3. 主な研究動向

平成20年度の主な研究動向は以下の通りである。

#### (1) 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

- ・情報技術研究部門では、地球科学の応用コミュニティの要求を題材とし、計算機利用やデータベースアクセスなどの必要なサービスを動的に組み合わせて仮想組織を構成し、ユーザに研究環境を提供するミドルウェアを開発した。開発したミドルウェアを用いて、産総研が保持する ASTER 衛星データを、国内外の地球科学の研究コミュニティに提供を開始した。この実利用化を通じ、ミドルウェアの妥当性および実用性が実証された。
- ・デジタルヒューマン研究センターでは、乳幼児の行動を見守り、事故予防する研究として、実験室 (センサルーム) と屋外の観察システム (センサ遊具) を用いて、715人の乳幼児行動データを蓄積した。また、実社会で起きた事故情報を病院を定点として蓄積する事故サーベイランスシステムに身体地図情報管理機能を追加し、このシステム (BIIS) を用いて共同研究先の国立成育医療センターにおいて、2,000件の事故情報を蓄積した。事故事例2例 (遊具からの転落事故、自転車からの転落事故、指はさみ事故) について事故原因究明の研究を進めた。事故データベース、行動データベースを用いて、身体部位・状況・事故の因果構造をモデル化し、事故デ

ータがない製品に発生しうる事故を確率的に予測再現する技術を新たに開発した。また、市販の有限要素解析ソフトウェア (LS-DYNA) を用いて、BIIS で記述された事故状況に基づいて身体内部に働く力を可視化する技術を新たに開発した。加速度センサ式の浴室内濡れ防止システムに関して、最適な浮体形状に関する分析を行い、この結果に基づいて試作機を10個作成した。

- ・情報技術研究部門では、屋外での使用も可能なキロヘルツ帯 PLC を新たに設計し、頑健かつ従来よりも遥かに高速な通信方式を開発できた。またユビキタスセンサーネットワーク技術として、半導体検査装置等、センサーを多用する産業機械等に適用可能なシリアルバス通信方式を開発するとともに実機での検証にも成功した。セキュリティについては、情報家電への搭載実用化を強く意識した、LSI 化に向けたウィルス検知エンジンの設計を推進した。
- (2) ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出
- ・知能システム研究部門では、ロボット用ソフトウェア開発環境として、RTC ビルダ、RT システムエディタ等を開発し公開した。開発環境の検証として知能モジュールを試作、基本機能の検証を行った。汎用的な持続機能の基盤として RT モジュール化した視覚センシング要素と持続マニピュレーション要素とを統合したハンドアイシステムを構築した。物体操作のための環境構造ユニバーサルデザインのデモ実証を神奈川県内の住宅展示場において2月に行なった。RT ミドルウェアに関しては、ユーザフィードバック情報によりバグ修正を行ない、OpenRTM-aist-0.4.2をホームページ上で公開リリースした。
  - ・知能システム研究部門では、3種のプロトタイプロボットについて開発・実証評価を行った。1) 物流支援ロボットについては、AGV のグローバルな制御法と自律ロボットのローカルな制御法を統合したセンサシステムを構築、企業が試作した AGV を用いて実証実験を行った。2) 対人サービスロボットは、問題点を改良した最終プロトタイプアームを開発し、病院施設内等でのユーザによる操作評価実験を開始した。3) ヒューマノイドロボットではモーションキャプチャデータに基づくロボットの歩行動作生成システムを開発し、脚モジュールによる基礎的な歩行実験結果と人間の形状データ解析に基づき全身モデル (HRP-4C) の設計・開発し、3月に開催された「東京発日本ファッションウィーク」にて実証評価を行った。
  - ・エレクトロニクス研究部門では、情報処理デバイス技術について、新電子現象・材料の発見・解明から個別デバイス、さらには応用システムへの一貫した研究開発を行っている。本年度は、新型不揮発性デバイスに関して、MgO-TMR 素子を用いたハードディスク磁気ヘッドの実用化に成功した。また、新規不揮発回路の開発においては、フラッシュメモリのセルとして FeFET の特性を評価し、優れた書き換え回数特性、低電圧書き込み電圧特性を世界で初めて示すことに成功した。
  - ・光技術研究部門では、光の特性を最大限に生かすことによる情報・通信システムおよびセンサなど実世界とのインタフェースの高度化に資する技術の研究開発を行っている。本年度は、プリンタブル有機光エレクトロニクスの研究に関しては、低抵抗金属電極配線を印刷形成する技術の開発及び低温塗布によるコンポジット封止膜の作製に成功した。また、光波制御デバイスに関しては、反射防止構造の大面积化と反射防止レンズの試作に成功した。
  - ・ナノ電子デバイス研究センターでは、半導体素子の微細化・高性能化の極限追求と、微細化限界を超える新コンセプト技術の創出を目的としている。本年度は、次世代半導体集積回路用の極微細トランジスタ開発において、現状のトランジスタ加工プロセスにそのまま適用できるプロセスで、シリコン表面の原子レベル平坦化の実現に成功している。
- (3) 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現
- ・システム検証研究センターでは、統合検証環境 Agda-IVE を改版し、一般利用者向け配布を開始した。統合検証環境による検証方式の効果を実証するため、Deutch-Schorr-Waite マーキング算法正当性の検証、通信ライブラリ YAMP II の検証、LSI のモデル指向テスト (テストデータの自動生成)、車載プロトコル検証などの事例研究を行った。モデル検査上級コースの研究開発では、モデル検査の知識を体系化しカリキュラムの整理を行うとともに、上級コーステキストの出版企画、研修コースのセンター開催を再開した。規格活動に関しては、ユーザ指向ディペンダブル規格の作成、組込みシステム統一仕様書様式の策定を開始するとともに、計測標準研究部門の JIS 規格原案作成に協力した。さらに、連携検証施設を整備し、組込み適塾を開催した。
  - ・光技術研究部門では、光の特性を最大限に生かすことによる情報・通信システムおよびセンサなど実世界とのインタフェースの高度化に資する技術の研究開発を行っている。本年度は、大容量光通信技術の開発において、光電子発振器を用いて 40 Gb/s の光データ信号から分周光クロックの抽出を可能にし、また世界最小の電流制御型光路切り替えスイッチの実現に成功した。
  - ・ネットワークフォトンクス研究センターでは、高精細映像情報などの巨大情報を超低消費電力で送受信できる新

しい光バスネットワークを目指し、これに必要な基盤技術の研究開発を進めている。本年度は、次世代超高速光通信ネットワークにおける光デバイス技術開発について、サブバンド間遷移スイッチの全光位相変調効果を用いた干渉計型超高速全光スイッチを開発し、160 Gb/s から40 Gb/s への無エラー多重分離動作に成功した。

- ・情報セキュリティ研究センターでは、ソフトウェアの検証および検査のためのツールとしては、ネットワークプログラム向けのモデル検査ツール、デルタデバッグの手法に基づきバグ存在箇所の同定を自動化するツールなどの研究開発を進めた。また、定理証明支援系 Coq を用いて、マシン語レベルのプログラムや確率的プログラムの形式検証を行うための基礎的なライブラリの整備も行った。さらに、関数型言語を用いてリゾリューションによる定理証明器を作成し、今後これを拡張することにより定理証明を用いたさまざまな実験が行える基盤の整備に着手した。Fail-Safe C に関しては正式リリース版 (Release 1) の公開を開始し、サポートするライブラリ関数の拡張、バグフィックスなども行った。Web における PKI の正しい利用方法の啓発については、日本電子認証協議会との共同研究として啓発コンテンツを制作し、産総研監修として完成した。

#### (4) 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

- ・近接場光応用工学研究センターでは、光による情報記録を波長の数分の一程度の微細領域で可能にするため近接場光を応用した微小光学素子の研究開発を行っている。本年度は近接場光微細加工によるナノ構造形成方法を駆使して、大面積反射防止機能素子の実現に成功し、実用化技術としての目処をつけた。
- ・エレクトロニクス研究部門では、情報処理デバイス技術について、新電子現象・材料の発見・解明から個別デバイス、さらには応用システムへの一貫した研究開発を行っている。本年度では、新超伝導体の開発において、鉄系超伝導体の研究の中で酸素欠損型新超伝導体を発見し、合成条件の最適化をおこなうことにより、Tc~53K の実現に成功した。

### Ⅲ. ナノテクノロジー・材料・製造分野

#### 1. 分野の目標

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

#### 2. 分野の組織構成

当該分野は平成20年度末において3つの研究センター（ダイヤモンド研究センター、デジタルものづくり研究センター、ナノチューブ応用研究センター）、4つの研究部門（ナノテクノロジー研究部門、計算科学研究部門、先進製造プロセス研究部門、サステナブルマテリアル研究部門）、1つの研究コア（強相関電子科学技術研究コア）の計8研究ユニットで構成されている。

#### 3. 主な研究動向

当該研究分野の先端研究の代表例を以下に示す。

当該分野では積極的に産業界と連携して研究開発を実施している。その代表的なものとして NEDO プロジェクトがあり、そのうち「ナノテク・部材イノベーションプログラム」では、カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト、マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト、セラミックリアクター開発等、「ロボット・新機械イノベーションプログラム」では高集積・複合 MEMS 製造技術開発プロジェクト等を実施している。また、経済産業省の「希少金属代替材料開発プロジェクト」において、超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発および代替材料開発等を実施している。

平成20年度の主な研究動向は以下の通りである。

##### (1) 低環境負荷型の革新的なものづくり技術の実現

- ・オンデマンドナノマニファクチャリング技術の研究では、装置本体のサイズを1/600に小型化、手のひらサイズにした超微細インクジェット装置を開発した。さらにこの小型装置を用いた微細パターンニング技術を用いた認証システムのプロトタイプを作製した。
- ・セラミックス高度化のための省エネルギープロセス技術開発では、窒化ケイ素系の反応焼結において、従来よりも100℃以上低温で窒化を開始させることが可能な窒化促進剤を見出した。従来材料と同等の発光強度を有する  $\text{Eu}^{2+}$  ドープ  $\beta$  サイアロン蛍光体を従来手法の1/50の時間で合成することに成功した。またマイクロ波による接

合部の局所的加熱により炭化ケイ素焼結体を30分程度の短時間で接合することにも成功した。

- ・超低消費電力型のデジタル圧電加速度センサおよびデジタルバイメタル温度センサを試作し、それらの基本動作を確認するとともに、平均消費電力0.03 mW程度のイベントドリブ型無線センサ端末を試作した。
- (2) ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出
- ・カーボンナノチューブ (CNT) の大量合成技術開発では、湿潤触媒成膜方法における塗布溶液の長期保存安定性及び塗布の安定性向上に成功し、かつ基板の単位面積当たりのカーボンナノチューブの収量を従来の1.5倍に向上させることができた。
  - ・有機ナノチューブの大量合成・高度化研究開発では、表面に金属イオンを持つ有機ナノチューブの大量製造方法を開発した。また水溶液中に分散したナノチューブを高周波電界により配向させ、個々のナノチューブの長さを測定することで、長さ分布の測定に成功した。
  - ・ダイヤモンド単結晶基板開発では、マイクロ波 CVD 法においてこれまで開発してきた基板ホルダー（高密度プラズマ）および窒素添加安定成長技術を用いて、最高17 mm、4 g の種結晶合成を達成した。「ダイレクトウェハ化技術」によって合成した12 mm×13 mm の種結晶を利用してダイヤモンドウェハを安定に製造できるようになった。また、窒素を添加しないアンドープダイヤモンドの自立板の作製に成功した。
  - ・アガロースゲル（寒天を精製した物質）を用いた全く新しい CNT 分離法を開発し、半導体型95%、金属型70%の分離純度で収率ほぼ100%を実現した。特に凍結・解凍・圧搾を組み合わせた手法では、特別な装置を用いずに分離を実現し、スケールアップが容易である事を示した。密度勾配遠心分離法による CNT 分離では、分離・分取後の遠心濃縮過程がさらなる精製過程として機能する事を明らかにした。
- (3) 機能部材の開発による輸送機器及び住居から発生する CO<sub>2</sub> の削減
- ・調光ミラー窓ガラスについて、80 cm×120 cm の大型調光ミラー窓ガラスを実装した部屋の冷房負荷の測定を行い、通常の窓ガラスに比べ3割以上省エネルギーとなることを実証した。また、全固体調光ミラーデバイスをフィルム基板上に作製する技術を確認し、調光ミラーフィルムを開発した。サーモクロミック窓ガラスについては、優れた調光特性を持つ酸化バナジウムナノ粒子を開発し、調光性樹脂フィルムへの応用を検討した。また、新規提案している液晶相転移を利用した感温型調光窓材の研究を進め、調光性能の向上を行った。
- (4) ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備
- ・超硬工具向けタングステン使用量低減について、炭化タングステンの代わりに炭化チタンや硼化チタンを用いた新しいサーメットを開発し、硬度や抗折強度、熱伝導性などの諸特性を明らかにした。WC-FeAl 切削工具への応用を目指した研究では、配合原料の性状、種類を適切に選択するとともに、粉末調製プロセスを改善することにより、真空無加圧焼結でも高い抗折力を有する焼結体を作製できることを見出した。
  - ・加工技術のデータベース化については、アルミ青銅溶解、片状黒鉛鉄溶解、球状黒鉛鉄溶解の3種類の铸造テンプレート、容器押出し中の温度計算、軸の前方押出し中の温度計算の2種類の鍛造テンプレート、腐食特性・電気特性推奨条件提示、治具作業軌跡の3種類のめっきテンプレート、及び、焼入焼戻しとガス浸炭焼入の残留オーステナイト量予測、赤外線分析法と酸素センサー法によるガス浸炭温度雰囲気設計、ガス浸炭技術管理データベースの3種類の熱処理テンプレートなどの技術・技能の継承・共有化ツールを開発した。
  - ・共用ナノプロセス施設では、150件の研究支援とのべ150名の受講者に対する各種人材育成スクールを実施することができた。また、ナノテク製造中核人材養成プログラムにおいては、経済産業省委託事業において「電子線リソグラフィ技術」と「薄膜作製と超微細加工」カリキュラムを新規に開講、30名が受講し、最終的に10名の修了生を輩出させることができた。
- (5) ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進
- ・第一原理電子状態計算および古典分子動力学計算について、クローンカットオフおよびエネルギー・応力密度計算の実装 (QMAS) を進め、安定なオーダー (N) 化 (FEMTECK) や、高精度な祖視化モデル (MPDyn) 等のソフトウェアを開発した。蛋白質など巨大分子の励起状態計算を可能とする FMO に基づいた時間依存密度汎関数 (FMO-TDDFT) 法を開発しフォトアクティブイエロープロテインの電子励起状態に関する適用計算を行った。また非平衡フォノンが電子伝導および熱伝導に及ぼす影響や熱電子効果をシミュレートする理論計算手法を開発した。

#### IV. 環境・エネルギー分野

##### 1. 分野の目標

産総研では環境・エネルギー分野を重点分野の一つと位置づけ、安心・安全な環境、資源循環システム、環境と調和した新しいエネルギー需給システムからなる「持続・共生が可能な循環型社会」を構築することを分野の社会

的目標と定めている。その目標達成のために環境・エネルギー分野においては、以下の4項目の戦略目標を策定し、これに沿った研究開発を実施している。

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

## 2. 分野の組織構成

環境・エネルギー分野では、6つの研究センター（太陽光発電研究センター、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター、コンパクト化学プロセス研究センター、バイオマス研究センター、水素材料先端科学研究センター、新燃料自動車技術研究センター）、5つの研究部門（ユビキタスエネルギー研究部門、環境管理技術研究部門、環境化学技術研究部門、エネルギー技術研究部門、安全科学研究部門）、2つの研究ラボ（メタンハイドレート研究ラボ、エネルギー半導体エレクトロニクスラボ）を中心に研究開発を行っている。本年度はこのうち、安全科学研究部門とエネルギー半導体エレクトロニクスラボが設立された。このほか、ナノテク・材料・製造分野および情報通信・エレクトロニクス分野、ライフサイエンス分野に属する研究ユニットにおいても、本分野と関連の深い、省エネルギー・物質循環に関わる研究開発を実施している。

## 3. 主な研究動向

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

- ・地球温暖化防止新技術プログラム：ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発、革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト
- ・化学物質総合評価管理プログラム：有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発、ナノ粒子特性評価手法の研究開発、化学物質の最適管理をめざすリスクトレードオフ解析手法の開発、環境汚染物質削減先導研究開発
- ・省エネルギー技術開発プログラム：革新的次世代低公害車総合技術開発、エネルギー使用合理化技術戦略の開発、パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発
- ・新エネルギー技術開発プログラム：燃料電池先端科学研究事業、固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発、水素貯蔵材料先端基盤研究事業、太陽光発電システム未来技術研究開発、バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発、次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発、系統連系円滑化蓄電システム技術開発、次世代風力発電技術研究開発、水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発、水素先端科学基礎研究事業、太陽光発電システム共通基盤技術研究開発
- ・燃料技術開発プログラム：メタンハイドレート開発促進事業、戦略的の石炭ガス化・燃焼技術開発
- ・革新的部材産業創出プログラム：革新的マイクロ反応場利用部材技術開発、等
- ・グリーンITプロジェクト：エネルギー利用最適化データセンタ基盤技術の研究開発

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

また、平成20年度の主な成果としては以下が挙げられる。

- (1) 予測・評価・保全技術の融合により、環境・安全対策の最適ソリューションを提供する
  - ・スーパーストック単層カーボンナノチューブの安全性評価
  - ・火薬類貯蔵施設の新技術基準策定
  - ・微量高精度分注を可能とするピッチ可変形アレイスポッターの開発
  - ・吸着剤直接加熱式 VOC 吸着技術移転と実用化
- (2) 環境効率最大の化学技術により高い国際競争力を持つ低環境負荷型化学産業を創出する
  - ・革新的二酸化炭素塗装装置の開発
  - ・水素ガスバリア性の高い粘土膜プラスチック複合材料の開発
  - ・酵母を利用して廃グリセリンを機能性界面活性剤への変換技術を開発
  - ・ホスゲン代替としての二酸化炭素利用技術の開発
- (3) 分散型エネルギーネットワーク技術により、CO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上に資する
  - ・CIGS 太陽電池の高性能化・高機能化技術の開発
  - ・革新的な高性能「リチウム-空気電池」を開発
  - ・リチウムイオンの出入りを可視化する電子顕微鏡観察技術を開発
  - ・有機色素による高性能色素増感型太陽電池を開発
- (4) バイオマスエネルギーの開発により、地球温暖化防止へ貢献する
  - ・木質系バイオマスからのワンバッチ式バイオエタノール製造技術を開発
  - ・バイオディーゼル燃料の品質確保技術を開発

## V. 地質分野

### 1. 分野の目標

地質分野では、知的基盤整備計画の下で、陸域及び海域における「地質の調査」を通じて様々な地質情報を計画的・継続的に整備を進めている。また、それを基盤として安全・安心で持続的発展可能な社会の実現に向けて、地震・火山災害等の国土の安全に係る研究、高レベル放射性廃棄物地層処分や地圏・水圏等における環境保全に係る研究、エネルギー・資源の安定供給に係る研究等を実施している。

### 2. 分野の組織構成

地質分野では、「地質の調査」を確実に実施するため、地質調査総合センター（Geological Survey of Japan, AIST）として、1つの研究センター（活断層研究センター）、2つの研究部門（地圏資源環境研究部門、地質情報研究部門）、1つの研究コア（深部地質環境研究コア）、関連部署（地質調査情報センター、広報部 地質標本館）等から構成される連携体制を構築している。また、国際的にもこの体制の下で、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）等の国際機関や世界地質調査所会議（ICOGS）、万国地質図会議（CGMW）等に対して、我が国を代表して対応している。

### 3. 主な研究動向

平成20年度の主な研究動向は以下の通りである。

#### (1) 地質情報の統合化と共有化・国土及び周辺域の高度利活用

- ・最新の地球科学的知識に基づき、5万分の1地質図幅（陸域）、20万分の1地質図（陸域・海域）、地球物理図、地球化学図、火山関連図、地震関連図など各種地球科学基本図、地球科学主題図等の網羅的・系統的な整備を行い、知的基盤として整備・公表している。本年度は、20万分の1地質図幅5件、5万分の1地質図幅4件、海洋地質図4件、重力図1件、数値地質図5件の地球科学図を編集・発行した。
- ・国の要請に基づき、国連に提出する大陸棚画定のための科学的根拠に関する調査研究を進めている。大陸棚画定調査の一環として実施した第2白嶺丸の2航海（GH05航海、GH07航海）で採取した岩石試料等の分析を進めるとともに、調査データをとりまとめた。また、国連提出情報素案作成部会に参加し、定例会、及び WG 会合において活動した。国連提出の大陸棚限界情報の作成作業は10月に終了し、これを基にして政府は日本の申請文書を平成20年11月に国連の「大陸棚の限界に関する委員会」に提出・受領された。さらに、「大陸棚の限界に関する委員会」において概要説明を行うにあたり、その説明資料の作成等を行い、産総研からもその説明を行う日本代表団に参加、平成21年3月に説明を実施した。
- ・政策予算「沿岸域の地質・活断層調査」では、地質図や地下構造図が未整備で、地質情報が空白となっている沿岸域において、知的基盤整備の一環として陸域－沿岸域－海域の地質情報を整備し、活断層の評価を行うことを目的とし、地質調査総合センターのユニットが連携協力して平成20年度から取り組んでいる。

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

- ・地質分野では、地質学、地球化学、地球物理学等の地球科学的手法を駆使し、人間活動が陸域・海域に及ぼす環境影響問題に対して、土壌・地質汚染、沿岸域の物質循環・生態系と環境評価・修復技術、温暖化等地球規模環境変動の要となる炭素循環研究、地圏・水圏環境にかかわる知的基盤情報の整備・提供等の研究を実施している。
- ・沿岸域地下水挙動の把握や深部岩盤の応力測定などの深部地質環境に関わる知見の収集、高精度の地下水センサーや高分解能の物理探査技術など調査手法の開発等の、廃棄物処分場にかかわる調査研究を実施している。
- ・鉱物資源については、重希土類元素の濃集機構と資源ポテンシャル評価を行うために、南アフリカ共和国地質調査所および独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構と南アフリカ共和国でのペグマタイト、カーボナタイトおよびアルカリ岩に関連した螢石鉱床他の希土類資源調査を実施し、重希土に富む螢石鉱床を発見した。また、日本のマンガン鉱石から新希土類鉱物ネオジウムエークフィールドライトを発見し、新鉱物として国際鉱物学連合に申請し認可された。
- ・CO<sub>2</sub>発生源に近い沿岸域における地質及び帯水層モデリングなどによる長期地中挙動予測手法や貯留モニタリング技術、安全評価手法などの開発を行っている。CO<sub>2</sub>地中貯留の実用化に際しては、貯留層のみならず、キャップブロックまでを含めた、貯留システム全体についての安全性の評価が重要であり、昨年度に引き続き、キャップブロックの長期安全性評価に関連して、塩酸溶液中および地下1,000 m の帯水層条件を模擬した CO<sub>2</sub>飽和水中で、緑泥石の溶解実験を行った。

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

- ・国土の安全を目指した自然災害に関する研究では、地震及び火山に関する研究を重点的に実施している。日本の地震・火山に関する研究については、災害軽減のための国の各施策（地震に関する観測・測量・調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策、地震予知のための新たな観測研究計画、火山噴火予知計画等）に基づいて、関連機関が相互に連携を取りつつ分担・実施する体制が取られている。地質分野では主要活断層調査、地震地下水の観測、活断層・平野地下構造データベースの整備、短期的・長期的火山噴火予知・予測の研究のほか、地震発生及び火山噴火メカニズム等にかかる基礎的研究を実施している。
- ・高レベル放射性廃棄物地層処分の安全評価に資するため、行政対応課題から基礎的課題まで幅広い研究を実施している。特に安全規制を所管する原子力安全・保安院への技術支援は、深部地質環境研究コアを設置して対応しており、地層処分に係る地質現象の長期変動の影響評価と、天然バリア領域の隔離性能評価を2大テーマにして、体系的に実施している。また、総合資源エネルギー調査会廃棄物安全小委員会のワーキンググループに加わり、地層処分、余裕深度処分、浅地中処分の安全規制に関する検討を行うとともに、国の地層処分の規制支援研究計画の策定作業を、原子力安全基盤機構、日本原子力研究開発機構と共同で支援した。

(4) 緊急地質調査・研究の実施

- ・平成20年5月の中国四川省地震と6月の岩手・宮城内陸地震については、地質調査所時代以来保有してきた地質情報をもとにして、活断層研究センターや地質情報研究部門等と地質調査情報センターの連携の下で Web に地震に関する情報を掲載するとともに緊急調査や外部からの問い合わせに対応した。

(5) グローバルな地質情報ネットワークにおけるイニシアティブの発揮

- ・東アジア地域における地質情報の標準化と数値化の作業を各国の関係機関と協力して進め、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）については国の代表としての役割を果たしている。また、地球科学に関する国際プロジェクトへ積極的に参画し、国際機関との協調を推進するとともに、相手国の人材育成にも貢献している。
- ・国際地質科学連合（IUGS）とユネスコが主催する国際惑星地球年（2007－2009年）の活動を支援するために、日本学術会議 IYPE 小委員会の推進事務局を担うと共に地球科学関連の学会活動や普及活動を推進した。また、ユネスコが支援するジオパーク活動では、関係省庁・学協会と連携しつつ5月に日本ジオパーク委員会を設立し、12月に世界ジオパークネットワークへ加盟申請書を提出した。2月には7地域を日本ジオパークとして認定する式典を主催した。

VI. 標準・計測分野

計量標準と計測技術及びその標準化は、あらゆる科学技術活動、財・サービスの生産等の経済活動、さらには社会生活全般において最も基本となる基盤技術である。私たちが客観的・科学的な根拠に基づいて適正な試験データを取得できるように、標準・計測分野では、国が一元的・組織的・効率的に提供することを要請されている計量標準と標準物質の整備、および我が国の産業技術競争力の向上に必要な計測技術とその標準化の研究を行っている。これらを通して主として次の3点の効果が期待される。①わが国の基準認証制度が円滑に運用され、その試験データが国際的

に認知されて、技術的障壁のない自由な国際通商が促進されること。②我が国オリジナルでレベルの高い製品や技術が適正に評価されて、国内外の市場で円滑に受け入れられること。③環境の汚染や変動の正しい評価を促進し、これに基づいて環境が適切に保全され、また医療検査の妥当性や食品等の安全性が適正に認識され、これに基づいて国民生活・社会の安心・安全を高めること。

当分野の研究組織は、2つの研究部門（計測標準研究部門、計測フロンティア研究部門）、1つの研究センター（生産計測技術研究センター）の計3つの研究ユニットで構成されている。平成20年度の主な研究動向は以下の通りである。

## 1. 計量標準

計量標準整備については、計測標準研究部門がわが国の中核として担い開発・供給を行っている。第2期当初は、整備計画に対する産業界からの強い要請に基づいてその数値目標を140種類と広範に設定したうえで、第2期3年目（平成19年度）終了の時点において121種類の新規供給を実現し、成果を着実に挙げることができた。平成20年度の実績としては、物理系校正サービス8種類、化学系標準物質23種類、計31種類の標準供給を開始した。また特定二次標準器の校正346件、特定副標準器の校正は34件、依頼試験は712件であった。認証標準物質の頒布数は734件であった。特定計量器の型式承認は119件、基準器検査は3319件、比較検査45件、検定18件、各種計量教習のべ約745人を行った。同時に国家計量標準の相互承認を目的とし、計量標準の国際比較、国際基準に準拠した標準供給のための品質システムの整備と ISO/IEC 17025および ISO ガイド34認定（ASNITE-NMI）取得、他国の専門家による技術審査（Peer review）受入等を進めた。国際関係ではメートル条約と国際法定計量条約における調整活動への参加を通して我が国の計量技術を代表した責務を果たすと同時に、アジア太平洋地域では計量組織での調整活動や各国の計量技術者に対する教習等を通して計量先進国としてのプレゼンスを発揮した。

研究開発面での成果例としては、以下のようなものが挙げられる。

- (1) 基本的な計量標準を世界最高水準で整備することにより、わが国の国際通商、生産・品質管理、基準認証制度の発展を支援する
  - ・鉄鋼等素材産業やエネルギー産業などにおいては1100℃を超える放射温度計の精度管理向上が品質、効率向上のために重要となる。産総研が世界に先駆けて取り組んだ、金属炭素共晶を用いた温度定点の開発の成果に基づき、熱電対に対してコバルト-炭素共晶点（1324℃）における標準供給を開始した。
  - ・半導体プロセスなどにおいて必要となる微小なスケールの標準を開発し、50 nm の一次元格子の標準物質供給を開始した。また、段差の校正範囲の上限を300 nm から500 nm に拡大した。
  - ・中性子標準に関して、24 keV 中速中性子フルエンス標準の立ち上げを行い、校正サービスを開始した。また Am-Be、Cf線源放出の連続スペクトル中性子フルエンスの JCSS による標準供給を開始した。
- (2) ニーズに即応した計量標準を開発・供給することにより、我が国産業の競争力強化と国民の安心・安全の確保を支援する
  - ・臨床検査医学における測定結果の互換性や国際整合性向上のために必要となる標準物質のうち、4種類のアミノ酸（イソロイシン、バリン、フェニルアラニン、プロリン）について、純度決定法となる滴定法、窒素定量法を確立した。
  - ・欧州 RoHS 指令の規制に対応した重金属分析用プラスチック標準物質の開発を継続し、PVC 樹脂1種類のペレットおよび PP 樹脂1種類のディスクについて同位体希釈質量分析法等による値付けを行い、認証標準物質として供給を開始したほか、3種類の高純度無機標準物質を新規に開発した。
  - ・医療用機器に必要な軟 X 線標準ではマンモグラフィ X 線診断用の線量標準を開発し、校正サービスを開始した。
  - ・環境、食品等の分野において必要となる農薬分析用米粉標準物質、有機水銀分析用生物標準物質、ヒ素化合物水溶液標準物質2種およびヒ素化合物分析用米粉標準物質の標準物質の供給を開始した

## 2. 計測技術

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

平成20年度の2ユニットにおける計測・評価技術の主な研究成果として以下が挙げられる。

- (1) 先端的計測評価技術の開発とそれらの規格化により、産業競争力の強化と国際市場の獲得を支援する
  - ・光・量子ビームを活用した新しいイメージング技術・装置開発と利用技術開発を目的とし、S バンド高輝度小型リニアックを用いた準単色パルス X 線発生装置において、X 線透過像を每秒30フレームのビデオレートで撮影



するシステムを開発し、レーザーコンプトン X 線を用いた X 線透過像の動画撮影に成功した。

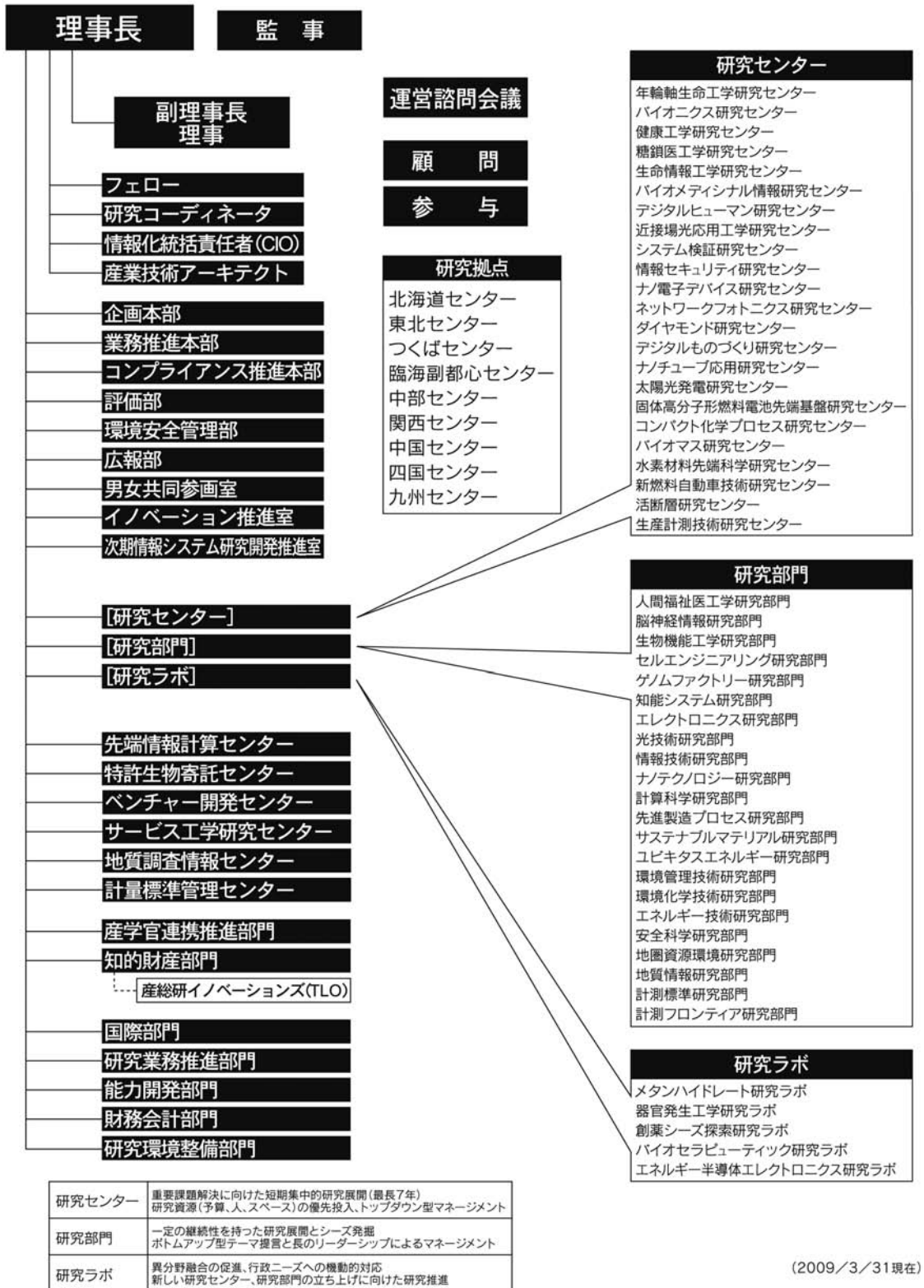
- 構造体の損傷の検知技術として、パルスレーザー利用した超音波伝搬可視化検査システムを試作し、配管等の内面欠陥からの散乱エコーを映像化できることを確認した。さらに、カーボンナノ構造体電子源を用いて高エネルギー高出力 X 線を発生できることを実証し、乾電池で動作し、X 線非破壊検査に使用できるポータブルな高エネルギー X 線源の開発に成功した。
- 生産現場に適用可能な計測技術として、半導体ウェハの微小欠陥検出を目的に、光学的に検出する装置を新たに考案試作するとともに実証試験をおこない、その有効性を確認した。またプラズマ異常放電検出を目的に、真空装置に実装する AE センサを試作し、放電検知に成功した。
- アミノ酸の違いを識別できるレベルの分子量分布計測が行える飛行時間型質量分析装置を開発するために、各要素技術をシステム化して、分子量12から数 MDa の質量分析を実現した。さらに、当初は想定していなかった実績として、同じ質量／電荷比 ( $m/z$  値) の異なるイオンの分離が不可能という質量分析の原理的限界を超伝導分子検出技術により克服できることを示した。

## 3. 幹部名簿

役職（本務）	役 職（兼務）	氏 名	就任期間	就任年月日	備 考
理事長	サービス工学研究センター長	吉川 弘之	8年	平成13年4月1日	
副理事長	つくばセンター所長 コンプライアンス推進本部長	小野 晃	1年	平成20年4月1日	※H18. 4. 1～H20. 3. 31 までは理事
理事	業務推進本部長 環境安全管理部長	小林 直人	6年	平成15年4月1日	
理事	評価部長	中島 尚正	3年6ヶ月	平成17年10月1日	※H17. 4. 1～H17. 9. 30 までは非常勤理事
理事	西事業所長	山崎 正和	3年	平成18年4月1日	
理事	次期情報システム研究開発推 進室長 情報化統括責任者	一村 信吾	2年1ヶ月	平成19年2月16日	
理事	産業技術アーキテクト	伊藤 順司	2年	平成19年4月1日	
理事	企画本部長	脇本 眞也	1年8ヶ月	平成19年7月31日	
理事（非常勤）		田中 信義	1年	平成20年4月1日	
理事	広報部長 東事業所長	矢部 彰	1年	平成20年4月1日	
理事	特許生物寄託センター長	湯元 昇	1年	平成20年4月1日	
理事	コンプライアンス推進本部副 本部長	眞鍋 隆	0年8ヶ月	平成20年7月28日	
監事		鈴木 安雄	4年	平成17年4月1日	
監事		石野 秀世	1年8ヶ月	平成19年7月31日	

(平成21年3月31日現在)

4. 組織図



## 5. 組織編成

年月日	組織規程	組織規則
平成20年4月1日	<p>特許生物寄託センターを理事長直属部門に移行</p> <p>サービス工学研究センターを設置</p> <p>サービス工学研究センターの設置に伴い、サービス工学研究センター長の職制を設置</p>	<p>特許生物寄託センターに寄託事務業務室、寄託生物業務室及び特許生物寄託支援研究室を設置</p> <p>活断層研究センターの地震テクトニクス研究チームを廃止</p> <p>化学物質リスク管理研究センターを廃止</p> <p>ライフサイクルアセスメント研究センターを廃止</p> <p>パワーエレクトロニクス研究センターを廃止</p> <p>生物情報解析研究センターを廃止</p> <p>ヒューマンストレスシグナル研究センターを廃止</p> <p>強相関電子技術研究センターを廃止</p> <p>次世代半導体研究センターを廃止</p> <p>界面ナノアーキテクニクス研究センターを廃止</p> <p>グリッド研究センターを廃止</p> <p>システム検証研究センターの研修コース研究チームを廃止</p> <p>ナノカーボン研究センターを廃止</p> <p>健康工学研究センターにストレス計測評価研究チーム、ストレス応答研究チーム及び精神ストレス研究チームを設置</p> <p>情報セキュリティ研究センターにハードウェアセキュリティ研究チームを設置</p> <p>コンパクト化学プロセス研究センターにヘテロ界面チームを設置</p> <p>バイオメディシナル情報研究センターを設置し、同センターに細胞システム制御解析チーム、タンパク質構造情報解析チーム、機能性 RNA 工学チーム及び分子システム情報統合チームを設置</p> <p>ナノ電子デバイス研究センターを設置し、同センターに極限構造トランジスタ研究チーム、新材料インテグレーション研究チーム、原子スケール計測・制御技術研究チーム、先進デバイスプロセス研究チーム及び戦略企画チームを設置</p> <p>ナノチューブ応用研究センターを設置し、同センターにスーパーストラス CNT チーム、流動気相成長 CNT チーム、有機ナノチューブチーム、バイオナノチューブチーム、機能性ナノチューブチーム、カーボン計測評価チーム及びナノ物質コーティングチームを設置</p> <p>計測標準研究部門の標準物質システム科の名称を計量標準システム科に変更</p> <p>エレクトロニクス研究部門の先端デバイス材料グループを廃止し、同研究部門に強相関界面機能グループ及び強相関物性制御グループを設置</p> <p>光技術研究部門に分子スケールデバイスグループ及び強相関フォトエレクトロニクスグループを設置</p> <p>脳神経情報研究部門にシグナル分子研究グループを設置</p> <p>ナノテクノロジー研究部門に高密度界面ナノ構造グループを設置</p> <p>セルエンジニアリング研究部門の細胞ナノ操作工学研究グループ及びニューロニクス研究グループを廃止し、同研究部門にゲノムインテリジェンス研究グループを設置</p> <p>先進製造プロセス研究部門に表面機能デザイン研究グループを設置し、同研究部門のレーザー微細加工研究グループを廃止</p> <p>サステナブルマテリアル研究部門の構造部材成形研究グループを廃止</p> <p>環境管理技術研究部門のリサイクルシステム評価研究グループ、爆発衝撃研究グループ、高エネルギー物質研究</p>

総 説

年月日	組 織 規 程	組 織 規 則
		<p>グループ、気相爆発研究グループ、爆発利用環境安全研究グループ及び高密度エネルギー研究グループを廃止</p> <p>環境化学技術研究部門のフッ素化合物合成グループの名称をフッ素化合物グループに変更し、同研究部門のフッ素化合物評価グループを廃止</p> <p>エネルギー技術研究部門の燃料電池グループの名称を燃料電池システムグループに変更し、同研究部門に燃料電池材料グループを設置し、同研究部門のプラズマフロンティアグループを廃止</p> <p>情報技術研究部門の情報流デザイングループ、知識処理基盤グループ、知的コンテンツグループ及びユビキタスソフトウェアグループを廃止し、同研究部門にインフラウェア研究グループ、サービスウェア研究グループ及び地球観測グリッド研究グループを設置</p> <p>安全科学研究部門を設置し、同研究部門にリスク評価戦略グループ、環境暴露モデリンググループ、広域物質動態モデリンググループ、物質循環・排出解析グループ、持続可能性ガバナンスグループ、爆発衝撃研究グループ、高エネルギー物質研究グループ、爆発利用・産業保安研究グループ、素材エネルギー研究グループ及び社会とLCA研究グループを設置</p> <p>シグナル分子研究ラボを廃止</p> <p>エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボを設置</p> <p>サービス工学研究センターにサービス工学企画室、大規模データモデリング研究チーム、最適化研究チーム及びサービスプロセス研究チームを設置</p> <p>連携融合研究体、電池システム連携研究体、生活環境技術連携研究体及びレーザ応用機能信頼性予測連携研究体を廃止</p> <p>事業所に事業所長の職制を設置</p> <p>特許生物寄託センターに次長の職制を設置</p> <p>サービス工学研究センターに次長及び研究チーム長の職制を設置</p> <p>特許生物寄託センター、先端情報計算センター、ベンチャー開発センター、地質調査情報センター、計量標準管理センター及びサービス工学研究センターに上席研究員、主幹研究員、主任研究員、研究員及び事務マネージャーの職制を設置</p> <p>特別の組織として、強相関電子科学技術研究コアを設置</p>
平成20年5月1日		生産計測技術研究センターに光計測ソリューションチームを設置
平成20年6月1日		エネルギー技術研究部門にエネルギー界面技術グループを設置
平成20年7月1日	中部センターに名古屋駅前サイトを設置	メゾテクノロジー連携研究体を廃止 Macro BEANS 連携研究体及び組込みシステム技術連携研究体を設置
平成20年7月11日	<p>理事長直属部門にコンプライアンス推進本部を設置</p> <p>理事長直属部門の法務室、情報公開・個人情報保護推進室及び監査室を廃止</p> <p>技術情報部門を廃止</p> <p>コンプライアンス推進本部の設置に伴い、コンプライアンス推進本部長の職制を設置</p>	<p>企画本部に戦略経営室を設置</p> <p>コンプライアンス推進本部に法務企画室、情報公開・個人情報保護推進室、危機管理室及び監査室を設置</p> <p>研究業務推進部門に図書業務室を設置</p> <p>コンプライアンス推進本部にコンプライアンス推進副本部長及び総括企画主幹の職制を設置</p> <p>企画本部、コンプライアンス推進本部、イノベーション推進室に審議役の職制を設置</p> <p>東京本部の組織にイノベーション推進室を設置</p> <p>東京本部の組織及びつくば本部の組織にコンプライアンス推進本部を設置</p>

産業技術総合研究所

年月日	組 織 規 程	組 織 規 則
平成20年9月1日		太陽光発電研究センターの有機薄膜チームの名称を有機新材料チームに変更 環境化学技術研究部門のバイオ・ケミカルプロセスグループの名称をバイオケミカルグループに変更し、及び同研究部門のバイオ・ケミカル材料グループを廃止
平成20年10月1日	特別な職として、参事の職制を設置	ネットワークフォトニクス研究センターを設置し、同研究センターに超高速光デバイス研究チーム、ナノフォトニクス集積研究チーム及び光信号処理システム研究チームを設置 超高速光信号処理デバイス研究ラボを廃止
平成20年12月1日		AIST-CNRS ロボット工学連携研究体を設置
平成21年1月1日		コンパクト化学プロセス研究センターの超臨界流体場反応チーム及び膜反応プロセスチームを廃止 サステナブルマテリアル研究部門に物質変換材料研究グループを設置
平成21年3月1日		エネルギー技術研究部門に電力エネルギー基盤グループを設置



## II. 業 務



## Ⅱ．業 務

### 1. 研 究

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

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

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

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

#### 1. 鉱工業の科学技術

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

#### 2. 地質の調査（知的な基盤の整備への対応）

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

#### 3. 計量の標準（知的な基盤の整備への対応）

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

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

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

## 研 究

<凡 例>

### 研究ユニット名 (English Name)

---

研究ユニット長：〇〇 〇〇 (存続期間：発足日～終了日)

副研究ユニット長：〇〇 〇〇

総括研究員：〇〇 〇〇、〇〇 〇〇

所在地：つくば中央第×、△△センター (主な所在地)

人 員：常勤職員数 (研究職員数)

経 費：執行総額 千円 (運営交付金 千円)

概 要：研究目的、研究手段、方法論等

---

外部資金：

テーマ名 (制度名/提供元)

テーマ名 (制度名/提供元)

発 表：誌上発表〇件 (総件数)、口頭発表〇件 (総件数)

その他〇件 (刊行物等)

---

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

研究グループ長：氏 名 (所在地)

概 要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3

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

研究グループ長：氏 名 (所在地)

概要：研究目的、研究手段、方法論等

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 7、テーマ題目 8

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

連携研究体長：〇〇 〇〇 (つくば中央第△、研究職数名)

概要：研究目的、研究手段、方法論

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 7、テーマ題目 8

---

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

[研究代表者] 氏 名 (〇〇研究部門△△研究グループ)

[研究担当者] 〇〇、△△、××、(常勤職員〇名、他〇名)

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆

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

[研究代表者] 氏 名 (〇〇研究部門△△研究グループ)

[研究担当者] 〇〇、△△、××、(常勤職員〇名、他〇名)

[研究内容] 研究目的、研究手段、方法論、年度進捗

[分野名] 〇〇〇〇〇〇〇〇

[キーワード] △△△△、〇〇〇〇、☆☆☆☆

(1) 研究ユニット

1) 研究センター

①【活断層研究センター】

(Active Fault Research Center)

(存続期間：2001. 4. 1～2009. 3. 31)

研究センター長：杉山 雄一

副研究センター長：岡村 行信

上 席 研 究 員：佐竹 健治

主 幹 研 究 員：栗田 泰夫

所在地：つくば中央第7

人 員：14名 (13名)

経 費：687,490千円 (299,555千円)

概 要：

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

平成20年度は本研究センターの最終年度に当たり、上記ミッションの完遂を目指すとともに新たな飛躍を期して、地震テクトニクス研究チームを活断層調査研究チームに統合し、運営費交付金と外部資金によって、以下の研究を実施した。運営費交付金では、1) 活断層および地震テクトニクスの研究、2) 海溝型地震の履歴と被害予測の研究、3) 地震災害予測の研究、の3つの研究テーマを実施した。これらの研究テーマの実施に当たっては国内外から多くの外部研究者を迎え入れ、研究の充実を図った。また、地質調査総合センター (Geological Survey of Japan) の一員として、関連研究ユニット・組織と連携を図り、効率的に研究を進めた。

平成20年度にはこの他に、下に列挙する経済産業省、文部科学省、原子力安全基盤機構、応用地質株式会社、東京大学、東北大学、日本学術振興会等からの15件の外部資金による研究・調査を実施した。

研究及び調査の成果は学会及び学術雑誌上で積極的に公表したほか、産総研のウェブページ、ニュースをはじめ、各種の媒体を通して速やかに発信した。また、「活断層・古地震研究報告」第8号を編集・刊行するとともに、当センターの研究活動の広報のため、ウエ

ブページの運営、センターニュースの発行・配布を行った。

外部資金

経済産業省受託研究費 支援型「小型・可搬型長周期微動計」

文部科学省受託研究費「活断層の追加・補完調査」

財団等受託研究費「原子力安全基盤調査 津波波源モデルの精度向上に関する研究」(原子力安全基盤機構)

財団等受託研究費「糸静線活断層帯におけるより詳しい地震活動履歴解明のための史料地震学的研究」(東京大学)

財団等受託研究費「宮城県沖地震における重点的調査観測」地質調査・津波シミュレーションに基づく地震発生履歴に関する研究 (東北大学)

財団等受託研究費「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」(防災科学技術研究所)

財団等受託研究費 二国間交流事業共同研究・セミナー「西スマトラ海岸および陸上の活断層における古地震学」(日本学術振興会)

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

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

請負研究費「変動地形に基づく伏在断層評価手法の高度化」(原子力安全基盤機構)

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

文部科学省科学研究費補助金「海溝型地震とプレート内地震の連動履歴に関する地形地質学的研究」

文部科学省科学研究費補助金「室内実験を用いたデータ同化手法の開発」

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

日本学術振興会（外国人特別研究員・欧米短期）調査研究費「衛星画像解析等によるモンゴルの活断層と地震テクトニクスの研究」

発 表：誌上発表45件、口頭発表106件、その他33件

-----  
**活断層調査研究チーム**

(Active Fault Evaluation Team)

研究チーム長：吉岡 敏和

(つくば中央第7)

**概 要：**

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

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目6、テーマ題目8、テーマ題目12、テーマ題目13、テーマ題目18、テーマ題目19

**海溝型地震履歴研究チーム**

(Subduction - zone Recurrence Research Team)

研究チーム長：岡村 行信

(つくば中央第7)

**概 要：**

海溝型地震の中でもまれに発生する異常に大きな津波を伴う地震は、発生すると大きな被害を生じる。2004年スマトラ沖地震はその例である。このような異常に規模の大きな津波堆積物や大きな地殻変動の痕跡を地層や地形に残すことが知られている。本チームはそのような地形・地質学的な記録を野外調査によって解明し、履歴を明らかにするとともに、津波堆積物の分布域や地殻変動量などの観察事実を定量的に説明できる断層・津波波源モデルを構築することによって、過去に発生した巨大な海溝型地震像を明らかにすることを目的として研究を進めた。実際に発生した過去の津波の履歴を解明し、シミュレーションで再現することによって、今後の津波被害を予測し、津波防災に貢献することを最終的な目標とした。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目7、テーマ題目9、テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目16

**地震被害予測研究チーム**

(Earthquake Hazard Assessment Team)

研究チーム長：堀川 晴央

(つくば中央第7)

**概 要：**

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

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目17

-----  
**[テーマ題目1] 活断層および地震テクトニクスの研究**

**[研究代表者]** 吉岡 敏和 (活断層調査研究チーム)

**[研究担当者]** 吉岡 敏和、栗田 泰夫、遠田 晋次、宮下 由香里、丸山 正、加瀬 祐子、金田 平太郎、松浦 旅人、近藤 久雄 (JSPS 特別研究員)、宮本 富士香、伏島 祐一郎 (地質情報研究部門) (常勤職員8名、他3名)

**[研究内容]**

本研究は、平成20年度における研究チーム再編を受けて、それまで実施してきた「活断層の活動性評価の研究」と「地震テクトニクスの研究」を合体したものである。本研究では、活断層の評価手法を高度化するための基礎的な研究として、地震と断層のスケーリング則の研究、活動繰り返し規則性と連動破壊の研究、南部フォッサマグナ地域のテクトニクスの研究、断層変位量分布と幾何学形状の研究などを実施した。また、活断層データベースについては、データの追加入力を行うとともに、断層位置を Google Maps 上に重ねて表示できるようにシステムを改修した。なお、断層破砕物質を用いた断層活動性評価の研究については、諸事情により研究を一時中断した。

**[分野名]** 地質

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

**[テーマ題目2] 海溝型地震の履歴と被害予測の研究**

**[研究代表者]** 岡村 行信

(海溝型地震履歴研究チーム)

**[研究担当者]** 岡村 行信、澤井 祐紀、宍倉 正展、

藤原 治、藤野 滋弘、木村 治夫、  
行谷 佑一、前杵 英明（広島大学）、  
越後 智雄（地域地盤環境研究所）、  
（常勤職員4名、他5名）

#### 【研究内容】

海溝型地震は内陸型の地震に比較して発生頻度が高く、規模も大きい。さらに同じ場所で発生する地震の規模は一定でなく、まれに異常に規模の大きな地震となり、巨大津波を発生させる。2004年のスマトラ沖地震はその例であるが、日本周辺海域でも同じような巨大津波が過去に発生したことが明らかになっている。このような海溝型地震の多様性を明らかにし、その津波規模と今後の発生時期を予測するため、外部予算も獲得しつつ日本の沿岸域、及び世界各地の沈み込み帯の調査を進めている。本年度の調査研究は、北海道東部、南海トラフの他、日本海沿岸域で実施した。

#### 【分野名】地質

【キーワード】海溝型地震、津波堆積物、地殻変動、古地震、シミュレーション

#### 【テーマ題目3】沿岸海域の地質情報整備

【研究代表者】岡村 行信

【研究担当者】岡村 行信、井上 卓彦（地質情報研究部門）、村上 文敏（地質情報研究部門）、辻野 匠（地質情報研究部門）、荒井 晃作（地質情報研究部門）  
（常勤職員5名）

#### 【研究内容】

能登半島の北岸に沿った沿岸海域で高分解能音波探査と3次元サイドスキャンソナーを用いた地形・地質調査を行った。その結果、沿岸海域の海底地質層序はその沖合の海底地質図で立てられた層序がそのまま当てはまり、後期中新統の南志見沖層群と鮮新・更新統の輪島沖層群とに区分でき、その間に顕著な不整合が認められることを確認した。また、海岸線に沿って沿岸海域に活断層が断続的に発達することも、新たに明らかになった。また、日本周辺海域の今までに取得した反射データをデータベース化するシステムを構築した。

#### 【分野名】地質

【キーワード】海域活断層、沿岸海域地質情報、能登半島、データベース

#### 【テーマ題目4】地震災害予測の研究

【研究代表者】堀川 晴央（地震被害予測研究チーム）

【研究担当者】堀川 晴央、吉見 雅行、関口 春子（京都大学）、吉田 邦一、安藤 亮輔（常勤職員3名、他2名）

#### 【研究内容】

本研究は、地震による被害軽減を目指し、地震動予測、断層運動に伴う地表変形に関する研究を実施している。

地震動予測に関する研究では、予測手法の高度化に関する研究と日本全国の堆積盆地における長周期地震動評価研究を進めている。今年度は、秋田・酒田地域や新潟地域の地質構造モデルの作成を進めるとともに、長周期地震動評価におけるばらつきの成因と特徴を調べた。また、作成した地盤構造モデルの数値データを公開するとともに、論文としてとりまとめた。

断層変位に伴う表層地盤の変位・変形予測の研究では、2008年6月の岩手・宮城内陸地震を題材に、本震時に生じた断層上のすべりが地表面に形成したずれや変位の特徴を考察した。また、岩手・宮城内陸地震の地表変状を地上レーザー計測により詳細に記録した。

#### 【分野名】地質

【キーワード】強震動、長周期地震動、地盤構造モデル、地表変形、数値シミュレーション

#### 【テーマ題目5】小型・可搬型長周期微動計の性能評価

【研究代表者】堀川 晴央

【研究担当者】堀川 晴央、吉見 雅行、吉田 邦一、横井 勇（株式会社東京測振）、石田 雄治（株式会社東京測振）、石井 誠寿（株式会社東京測振）  
（常勤職員2名、他4名）

#### 【研究内容】

深部地盤構造探査の重要な手法の一つである微動探査において、長周期地震動の評価に重要な周期3～10秒で微動レベルが低下するために地震計の分解能が不足することがある。本研究では、この問題点を克服しうる小型・可搬型の長周期微動計として株式会社東京測振において開発された VSE-15D6が、件の長周期帯域において十分な分解能を有していることを、野外観測において実証することを目標としている。

当該地震計を用いて、日本各地で微動の測定を行った。産総研つくばセンターでは、既存の地震計と比較観測を行い、少なくとも周期5秒程度、条件がよければ8秒程度までは高いコヒーレンスを保つことを確認した。北海道石狩平野では、微動アレー観測を実施し、東京測振の従来型地震計 VSE-15D1よりも長周期側でより妥当な位相速度を推定できた。以上から、風などの影響に対する配慮が必要なものの、既存機種と比べ、長周期の微動を精度よく取得可能であることを実証できた。この他に、北海道大学大学院工学研究科、秋田工業高等専門学校、京都大学防災研究所、鳥取大学工学部に委託して研究を進めた。

#### 【分野名】地質

【キーワード】長周期微動計、微動観測、長周期地震動

#### 【テーマ題目6】活断層の追加・補完調査

【研究代表者】吉岡 敏和

【研究担当者】吉岡 敏和、栗田 泰夫、杉山 雄一、

金田 平太郎、廣内 大助（信州大学）、  
杉戸 信彦（名古屋大学）  
（常勤職員4名、他2名）

**【研究内容】**

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

平成20年度の調査対象断層帯は、新規追加断層帯として宮古島断層帯、補完調査対象断層帯として、増毛山地東縁断層帯、青森湾西岸断層帯、関東平野北西縁断層帯（平井一櫛挽断層）、高山・大原断層帯（国府断層帯）、高山・大原断層帯（高山断層帯）、濃尾断層帯（揖斐川断層）、濃尾断層帯（武儀川断層）の8断層帯である。このうち、増毛山地東縁断層帯は北海道立地質研究所に、宮古島断層帯は財団法人 地域 地盤 環境 研究所に、それぞれ再委託して実施した。各断層帯において、断層の位置・形状、活動度、過去の活動履歴等を明らかにするための調査を実施し、地震調査研究推進本部の活断層の長期評価に貢献する資料が得られた。

**【分野名】** 地質

**【キーワード】** 活断層、追加・補完調査、長期評価、文部科学省、地震調査研究推進本部

**【テーマ題目7】津波波源モデルの精度向上に関する研究**

**【研究代表者】** 佐竹 健治（東京大学）

**【研究担当者】** 佐竹 健治、行谷 佑一、谷岡 勇市郎（北海道大学）（他3名）

**【研究内容】**

津波波源モデルの精度向上を目指すため、津波の観測波形を基に地盤の非一様な隆起・沈降量分布を推定する波形インバージョン手法を検討した。この解析手法を用いて、2007年新潟県中越沖地震の隆起・沈降量分布を推定した。解析に使用した波形は、波源域を取り囲む11箇所の検潮所で観測された津波波形（検潮所応答特性補正済み）を用いた。その結果、波源域の北部と南部に隆起のピークが存在し、それぞれ30 cm 弱および60 cm 弱の隆起量と推定された。このほか、強震動データや、GPS、InSAR データなどから推定された、既往研究による同地震の震源モデルを用いて津波伝播計算を行い、観測された津波波形との整合性を調べた。

**【分野名】** 地質

**【キーワード】** 新潟県中越沖地震、津波シミュレーション、津波観測、地殻変動

**【テーマ題目8】糸静線活断層帯におけるより詳しい地震活動履歴解明のための史料地震学的研**

**究**

**【研究代表者】** 遠田 晋次

**【研究担当者】** 遠田 晋次、丸山 正、近藤 久雄（JSPS 特別研究員）、奥村 晃史（広島大学）、原口 強（大阪市立大学）、三浦 大助（電力中央研究所）（常勤職員2名、他4名）

**【研究内容】**

糸静中部横ずれ区間の釜無山断層群でトレンチ調査を実施した。その結果、従来曖昧であった同断層群の最新活動時期が約1200～1000年前に限定され、西暦762年もしくは西暦841年の歴史地震に対応する可能性が高いことが明らかになった。また、最新活動に先行するイベントの時期から、中部横ずれ区間でも地震ごとに破壊区間が異なる可能性が示された。

**【分野名】** 地質

**【キーワード】** 活断層、糸静線、活動履歴、歴史地震、破壊区間

**【テーマ題目9】「宮城県沖地震における重点的調査観測」地質調査・津波シミュレーション**

**【研究代表者】** 岡村 行信

**【研究担当者】** 岡村 行信、宍倉 正展、田村 亨（地質情報研究部門）、渡辺 和明（地質調査情報センター）、藤野 滋弘、澤井 祐紀、木村 治夫（常勤職員5名、他2名）

**【研究内容】**

西暦869年に仙台平野を襲った貞観の津波の発生間隔、規模、津波波源域を推定するため、地形・地質データから津波波源モデルの構築を目的とした調査を実施している。本年度は、仙台平野南部で地中レーダー（GPR）探査とハンディジオスライサーを用いた掘削調査を行った。GPR 探査は、亘理町および山元町の合計2カ所でそれぞれ海岸から内陸へ直交する方向へ1 km 余りの測線を設定し、周波数100 MHz、発信間隔25 cm で行った。得られたデータを解析し、地下構造のイメージングを行った結果、山元町の測線において急激な隆起とその後の緩やかな沈降を示唆する構造が見られた。その地点を中心に、ハンディジオスライサーによる深度1.5 m までの柱状試料を合計8本採取した。得られた柱状試料については、堆積構造の観察と剥ぎ取り試料の採取、年代測定用の試料の採取を行った。

**【分野名】** 地質

**【キーワード】** 貞観津波、地中レーダー、地殻変動、仙台平野

**【テーマ題目10】ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究**

**【研究代表者】** 岡村 行信

**【研究担当者】** 木村 治夫、岡村 行信

(常勤職員1名、他1名)

## 〔研究内容〕

1964年新潟地震 ( $M_s=7.5$ ) は、日本海東縁のひずみ集中帯である新潟県粟島周辺海域を震源域として発生した。震源域を含む粟島周辺海域では、旧地質調査所が海洋地質図を作成するための海底下深度1 km 程度までを対象とした数多くのシングルチャンネル音波探査を行っているが、粟島周辺海域の海底活断層及びその周辺の海底地質構造のさらに詳細な情報を取得するため、海底下深度100 m 程度までの浅層地下地質構造を詳細にイメージングできるブーマーを音源とする浅層高分解能音波探査を東西9測線・南北2測線の総測線長240 km にわたって実施した。得られた音波断面には、東翼が急傾斜で西翼が緩傾斜である非対称な数列の北北東-南南西走向の断面形状を持つ活動的背斜構造が認められ、西傾斜の断層の上盤に形成された断層関連褶曲であると解釈した。それらは最終氷期の浸食面に変形を与えていることも確認した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕ひずみ集中帯、新潟地震、粟島、高分解能音波探査

〔テーマ題目11〕二国間交流事業共同研究・セミナー  
西スマトラ海岸及び陸上における古地質学の研究

〔研究代表者〕栗田 泰夫

〔研究担当者〕栗田 泰夫、藤野 滋弘  
(常勤職員1名、他1名)

## 〔研究内容〕

インドネシアにおける地震・津波災害の長期的予測の研究を推進するために、プレート境界型巨大地震の発生が危惧されているスマトラ島西岸の古地震と、社会的に重要なジャワ島およびスマトラ島の活断層における古地震の履歴について地質・地形学的調査を実施し、地震および津波災害の長期予測の可能性を探ることを目的として、インドネシア科学院 (LIPI) との共同研究を実施している。本年度は、Sumatra 断層系中部の西スマトラ州で2007年3月に発生した一連の中規模地震に伴う長さ約60 km の地震断層をマッピングするとともに、その南部セグメントで人力掘削によるトレンチ調査およびハンド・ボーリング調査を実施した。これらの古地震調査の結果からは、同セグメントは約2千年前以降に少なくとも3回以上活動していることが推定できた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕活断層、古地震、地震断層、スマトラ断層、インドネシア

〔テーマ題目12〕二国間交流事業協同研究・セミナー  
内陸大地震の空白域における地震ハザード予測のための活断層詳細情報に関する

## 研究

〔研究代表者〕杉山 雄一

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

## 〔研究内容〕

インド北部の都市デリーの北方には地震空白域が存在し、近未来における  $M\sim 8$  クラスの大地震の発生が危惧されている。本研究は、地震ハザード予測の研究が進んでいる日本とまだ十分ではないインドとが、両国の大規模内陸地震の空白域に関する共同研究を通じて、必要な研究技術の移転を図ることを目的とする。

最終年度に当たる本年度には、インド側の予算執行が認められ、共同研究相手であるワディアヒマラヤ地質学研究所の George Philip 氏と Narayanapanicker Suresh 氏が2008年11月に約3週間日本 (主としてつくば市) に滞在した。その間に、岩手・宮城内陸地震に伴う地震断層と糸魚川-静岡構造線活断層帯のトレンチ調査地点を訪れ、地震イベント認定の方法などについて日本人研究者と議論を深めた。また、つくば市内で開催されたアジア国際地震学連合総会・日本地震学会秋季大会合同大会に参加し、最新の研究動向の調査を行った。3月には杉山と奥村がワディアヒマラヤ地質学研究所を訪れ、ヒマラヤ前縁地域の今後の活断層調査・評価方法並びに地震ハザード予測への貢献について議論し、引き続き情報交換を続けて行くことを約束した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕活断層、空白域、地震ハザード、ヒマラヤ、インド

〔テーマ題目13〕活断層帯におけるセグメンテーション  
と最大地震規模の推定

〔研究代表者〕栗田 泰夫

〔研究担当者〕栗田 泰夫、加瀬 祐子、近藤 久雄  
(JSPS 特別研究員)  
(常勤職員2名、他1名)

## 〔研究内容〕

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

地質学的データの検討においては、地形学的手法による活断層の認知度と地震時の変位量分布の関係を調査した。異なる精度の地形データを用いた複数の判読例を比較した結果、活断層の認知度の違いは地震時の変位量分

布と良く対応することが判明した。また、長さ200 km程度以上の長大地震断層および長さ10 km以下の小規模地震断層におけるスケーリング則とセグメント区分を検討するために、既存資料を収集して変位量分布に関するデータを整理した。

断層破壊の動力学的シミュレーションにおいては、平行な2つの主セグメントが走向の異なる短い副セグメントで結ばれている屈曲した断層系モデルについて、Kase and Day (2006) の差分法を用いた数値計算を実施した。その結果、主セグメントと副セグメントの走向差が小さい場合は、破壊は屈曲の影響をほとんど受けずに滑らかに伝播し、応力降下量やすべりの向きが異なることにより最終すべり量は3つのピークを持った。さらに、走向差が大きくなるに従って副セグメントでの深部での破壊伝播が困難となり、ついには副セグメントの内部で破壊が停止する傾向が認められた。また、圧縮性屈曲は伸張性屈曲に比べて破壊を伝播させやすいこと、破壊が伝播しやすい屈曲では $20^\circ$ 、伝播しにくい屈曲でも $10\sim 15^\circ$ より緩い屈曲では破壊は停止しないことが見出された。

本研究の請負契約期間は2カ年度にまたがっており、成果の取りまとめは平成21年度に行う。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕活断層、地震断層、セグメント、スケーリング則、断層破壊、動力学的シミュレーション

〔テーマ題目14〕変動地形に基づく伏在断層評価手法の高度化

〔研究代表者〕岡村 行信

〔研究担当者〕岡村 行信、金田 平太郎、林 舟、宮下 由香里、丸山 正、遠田 晋次、吉見 雅行、松浦 旅人、木村 治夫、(常勤職員6名、他3名)

〔研究内容〕

原子力発電所の安全審査をより信頼性の高いものにするためには、地表で見えにくい断層も適切に評価する必要がある。中でも、活動度が低い活断層については、専門家の間でも断層の有無について意見が分かれることがある。本研究では、原子力安全基盤機構の請負研究として以下の研究を実施した。できるだけ客観的に活断層の有無を判定するため、航空レーザー測量による精密なデジタル標高モデル (DEM) の活用方法を検討した。検討したのは、活断層の判定のための効果的な DEM の密度と表示方法、活断層の検知限界と地形の急峻さとの関係、谷の屈曲の定量的な判定方法である。また、2008年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震は活断層が認められていなかった場所で発生した。そこで、この地震に伴う地表変形の調査を実施し、その特性と過去の活動履歴や活動度の解明を試みた。さらに、出羽丘陵から横手

盆地での後期更新世以降の地殻変動の検出と、3次元の地質構造から地下の断層形状の推定手法を検討した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕伏在断層、航空レーザー測量、地形解析、岩手宮城内陸地震、横手盆地、宮城県北部地震

〔テーマ題目15〕歴史・地質・地球物理学的アプローチが明らかにする想定東海地震震源域の地殻変動履歴

〔研究代表者〕藤原 治

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

〔研究内容〕

東海地域で発生した過去の巨大地震の断層モデルを構築することは、将来の地震やその災害の予測において重要である。そのため、東海地震の想定震源域に位置する静岡県西部の海岸低地にて、歴史記録 (絵図や古文書) や地層から地殻変動や津波の痕跡を検出し、過去に起こった地震の時期や地殻変動の大きさを推定した。また、測量データから得られている地殻変動パターンも考慮に入れて、安政東海地震および宝永地震の断層モデルを再検討した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕東海地震、歴史史料、地殻変動、震源モデル

〔テーマ題目16〕海溝型地震とプレート内地震の連動履歴に関する地形地質学的研究

〔研究代表者〕宍倉 正展

〔研究担当者〕宍倉 正展、前杵 英明 (広島大学)、越後 智雄 (地域地盤環境研究所)、行谷 佑一 (常勤職員1名、他3名)

〔研究内容〕

南海トラフ沿いに発生する連動型地震の発生履歴を解明するため、和歌山県串本町の橋杭岩周辺に分布する漂礫群について調査し、津波石の可能性について検討した。橋杭岩は石英斑岩からなる貫入岩類が、差別浸食で周囲より高く直線上に残された岩礁列である。陸側に泥岩からなる波食棚が発達し、その上面に橋杭岩を給源とする石英斑岩の巨礫が多数分布する。現地調査により漂礫の分布を把握し、橋杭岩からの距離や礫の大きさに関するデータを取得した。またいくつかの地点で漂礫に固着した生物遺骸を採取し、年代測定を行った。さらに離水海岸地形の分布についても調査し、離水イベントと漂礫との関係について検討した。

〔分野名〕地質



〔キーワード〕 南海地震、潮岬、津波石、地殻変動

〔テーマ題目17〕 室内実験を用いたデータ同化手法の開発

〔研究代表者〕 安藤 亮輔

〔研究担当者〕 安藤 亮輔（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究は、実験室で固着滑り（スティック-スリップ）、すなわち模擬地震サイクルを発生させ、その現象に対してデータ同化の手法を適用することで、模擬地震の発生予測を行うことを目的としている。本年度は、研究開始初年度として、実験装置の立ち上げ準備、ならびにデータ同化に使用する力学モデルの挙動を計算するためのシミュレーションコードの開発を行った。データ取得は、歪み計、変位計に加えて、高速度カメラを設定し、準備を進めている。シミュレーションコードに関しては、境界積分方程式法を用いて、準静的過程と動的過程を統合したフレームワークにおいて、ゆっくりとした応力の蓄積過程と急激な地震時滑りという、閉じた地震サイクルを表現できるところまで開発が進んだ。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 データ同化、室内実験、地震発生、シミュレーション

〔テーマ題目18〕 活断層から発生する大地震の連動パターン解明の古地震学的研究

〔研究代表者〕 近藤 久雄（JSPS 特別研究員）

〔研究担当者〕 近藤 久雄（他1名）

〔研究内容〕

本研究では、科学研究費補助金・特別研究員奨励費により、トルコ・北アナトリア断層を対象として過去の大地震像を具体的に復元し、連動パターンの時空間変化を解明するための調査研究を実施している。平成20年度は1942年地震を生じた断層区間を主な対象として、空中写真判読、地表踏査、地形計測、ピット掘削調査を実施した。その結果、1942年地震と1668年の歴史地震の累積横ずれ地形をみいだすことができ、前年度に推定された1668年地震時の大きな地表変位が追認された。

以上の成果を商業誌月刊地球で速報的に公表した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 活断層、古地震、連動パターン、トルコ、北アナトリア断層

〔テーマ題目19〕 衛星画像解析等によるモンゴルの活断層と地震テクトニクス研究

〔研究代表者〕 栗田 泰夫

〔研究担当者〕 栗田 泰夫、R. T. Walker（JSPS 外国人特別研究員、Oxford 大学）  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

解像度20～1 m の衛星画像と SRTM-3地形データに基づいて、モンゴルおよび周辺地域の活断層予察図を作成した。対象地域は、モンゴルおよび中国内モンゴル自治区全域と天山山脈東部からバイカル湖周辺およびロシア沿海州に及ぶ東西4000 km・南北1000～2000 km の範囲である。対象地域の全域について、活断層および活断層の可能性のあるリニアメントを抽出するとともに、とくにモンゴル中～西部については第四紀後期の段丘・扇状地面に変位を与えている断層を抽出して変位量を計測した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 活断層、衛星画像、モンゴル

②【年齢軸生命工学研究センター】

（Age Dimension Research Center）

（存続期間：2002. 7. 1～）

研究センター長：倉地 幸徳

副研究センター長：西川 諭

所在地：つくば中央第6

人員：6名（6名）

経費：133,078千円（109,304千円）

概要：

年齢は生命にとって本質的要素であり、加齢老化現象を始め、生活習慣病・老人病等、多くの疾患の危険因子である。当センターの主要研究ミッションは、これまで謎に包まれていた年齢軸恒常性（生誕から死に至るまでの健康な体の一生スパン変動の仕組み）と年齢が疾患において果たす重要な役割を分子レベルで解明する新研究分野の開拓と、応用技術開発基盤となる年齢軸工学の開拓にある。我々は、これらの研究を通して少子高齢化が急速に進む我が国にあって健康寿命の延長と産業社会活性の持続・増進に貢献を果たすことを目指す。

特にこの30年、生命科学分野は、超微量試料の高速解析技術とコンピューター／IT 技術の著しい進展とあいまって、大きな跳躍を果たし、生命の統合的理解に向けた解析の試みさえ可能になった。これまでの個々の生体物質の機能・構造研究に加え、テーラーメイド医療の確立に向けた個人ゲノム多様性解析とファーマコジェネティクス、遺伝子機能及び機能性 RNA の解析、オミックス科学（プロテオミクスやグライコミクス、メタボロミクス等）、バイオインフォマティクス、システムバイオロジー、疾患診断マーカー探索や再生医療等の、新規分野が隆盛を極めることとなった。

当センターは、生命の統合的理解にとって必須でありながら漸くその研究の幕が揚がったばかりの段階に

ある年齢軸恒常性の機序と年齢依存性疾患のより深化した理解を目指すと共に、新知見の応用開発に向けた研究を進めている。我々は先に、世界に先駆け最初の年齢軸恒常性分子機構である ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節分子機構を発見した。更に最近、この機構がヒト疾患において作動している事を証明した。これは、新しい研究分野、年齢軸恒常性とその機序の解明と応用（年齢軸生命工学）、の基盤を確立するものであった。この背景に立って、我々は更に年齢軸恒常性の調節を精査し、新たな年齢軸恒常性調節分子機構の同定と解明を目指すとともに、年齢軸恒常性の統合的理解に向けて、マウス肝臓の遺伝子とタンパク質の年齢軸に沿った発現変動プロファイルの網羅的解析を進め、統合データベースの構築を達成したところである。このデータベースは、加齢・老化現象や年齢依存性疾患の基礎研究に加え、創薬や疾患マーカー探索などに有用で、貢献するものであり、その管理および更新も重要な業務である。

また、当センターでは、免疫及び脳機能等の生理反応系の年齢軸恒常性機序の解明および関連する疾患の機序解明に向けた研究も展開している。

これらの研究活動を通して、我々は年齢が危険因子として知られる循環器病などの生活習慣病や高齢者病の総合的理解を目指すとともに、年齢軸恒常性の新視点から疾患の新規予防・治療法・治療薬技術等の開発を目指す年齢軸工学の開拓を進めていくものである。

外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 「CUT-homeodomain 転写因子の DNA 結合におけるドメイン間相違と協同性」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 平成20年度「イノベーション創出基礎的研究推進事業 技術シーズ開発型」  
「消化管免疫細胞の活性化と機能成熟機構の解明」

発 表：誌上発表10件、口頭発表25件、その他0件

**健康インフォマティクスチーム**  
(Health Bioinformatics Team)

研究チーム長：倉地 須美子

(つくば中央第6)

概 要：

当研究チームの研究目標は、年齢軸恒常性調節分子機構の統合的解明を行い、新知識の有効活用によって、急速に進む我が国高齢化社会の健康寿命延長に貢献することにある。この目標に向けて、我々は先に解明した最初の年齢軸恒常性分子機構である ASE/AIE 型年齢軸遺伝子調節分子機構の精査を進め、応用技術基盤とな

る年齢軸工学の開発を進めてきた。更に、年齢軸恒常性の統合的理解に向けて、マウスをモデルに肝臓の遺伝子とタンパク質発現の年齢軸に沿った一生スパン変動の網羅的解析を進め、核と細胞質タンパク質の発現変動データベースの構築に加え、ミトコンドリア分画タンパク質の解析も達成した。これにより、肝タンパク質の統合したデータベースが確立される事となった。更に、現在進めている雌マウスタンパク質発現の一生スパン変動の網羅的解析の結果も近く加えられ、このデータベースリソースは老化をはじめ年齢軸依存性疾患の研究及び様々な応用技術開発研究にとって貴重なプラットフォームリソースとなる。また、疾患と年齢軸との関係を解明するために前立腺がんにおける II 型膜タンパク質分解酵素ヘプシンの機能解析を進め、ヘプシンが前立腺がんマーカー、PSA、生成機序に重要な役割を果たす事を証明した。これらの研究成果は、年齢軸恒常性新研究分野の確立を目指す我々の研究にとって極めて重要なマイルストーンをなすものであり、加齢・老化、健康寿命の機序解明と年齢依存性の疾患機序の解析、疾患のより効果的早期予防と治療法の開発に強固な基盤を与える。

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

**構造生物学チーム**

(Structural Biology Team)

研究チーム長：山崎 和彦

(つくば中央第6)

概 要：

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

エクト発展に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8

#### エージディメンジョンチーム

(Age Dimension Team)

研究チーム長：西川 諭

(つくば中央第6)

#### 概要：

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

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目10

#### 免疫恒常性チーム

(Immune Homeostasis Team)

研究チーム長：古川 功治

(つくば中央第6)

#### 概要：

免疫系は分子認識・応答制御・環境適応が連係した精緻なシステムであり、生体恒常性維持の一翼を担う重要な生理反応系である。その中身は短時間・長時間軸で常に変動しており、我々の日常の健康状態や疾患発症に深く係わる。一般に加齢は感染症発症のリスクファクターと考えられる。しかし免疫関連疾患全般に目を移すと、加齢が免疫システムの破綻に及ぼす影響は必ずしも一方向的ではなく正負両方の場合がある。つまり免疫系が我々の健康状態に与える影響を一生スパンで理解するためには、分子認識から環境適応に至るシステムの分子機構を解明するだけでなく、それらのバランスと動的側面がどのような結果をもたらすかを説明し、予測できなければならない。常に適応し変化していく免疫系ではあるが、システムの方向性を決定する基本原理を構築することは重要である。本研究チームは免疫系の中でも特に日常生活と密接に関係する消化管免疫と獲得免疫応答の指標であるB細胞レパートリー変動を対象として、免疫生物学・分子生物学・個体生理学・生化学等の技術を駆使した基礎研究を行うとともに、応用技術開発も視野に入れた研究展開を行う。

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

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

**[研究代表者]** 倉地 須美子

(健康インフォマティクスチーム)

**[研究担当者]** 倉地 須美子、エミリン・ドゥボゼ、小林 幹子（招聘1名、他2名）

#### **[研究内容]**

年齢軸遺伝子発現安定化因子 ASE と年齢軸遺伝子発現上昇因子 AIE の結合核タンパク質の同定を完了した。ASE の同定及び機能/調節機構についてはトランスジェニックマウスや抗体バンドシフト手法等を駆使して精査を進め、トップ国際誌の一つに論文の掲載を果たした。さらに siRNA を用いた機能/調節機構を進めている。AIE については RNA バンドシフト手法や2次元電気泳動法などを用いて同定した AIE 結合タンパク質の構造と機能の関係解析を、抗体、siRNA、ノックアウト動物の実験により精査した（論文作成中）。

**[分野名]** ライフサイエンス

**[キーワード]** 年齢軸恒常性、遺伝子調節機構、ASE、AIE、結合タンパク質

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

**[研究代表者]** 倉地 須美子

(健康インフォマティクスチーム)

**[研究担当者]** 倉地 須美子、タチアーナ・ボロトバ、藤田 弥佳（招聘1名、他2名）

#### **[研究内容]**

先に世界に先駆けて最初の年齢軸恒常性調節機構である ASE/AIE 年齢軸遺伝子調節分子機構を同定したが、この基盤に立って、年齢軸恒常性調節機構の統合的解明を目指し、マウスをモデルに、その肝臓タンパク質の一生スパン（1～24月齢）発現変動の網羅的プロテオミクス解析を進めた。この解析では、二次元電気泳動によりタンパク質スポットを分離展開し、各スポットの定量を行うと同時に質量分析によりタンパク質の同定を行った。得られた膨大なデータから、一生スパンに亘るタンパク質発現変動プロファイルを決定した。更に、得られた情報のデータベース化を達成した。同様に、肝臓の細胞質及びミトコンドリア画分タンパク質についても解析を行い、データベースを拡充した。これらの成果は、老化研究を始め、医薬品の評価、肝疾患の予防と治療法開発に貢献すると期待される。

**[分野名]** ライフサイエンス

**[キーワード]** 網羅的肝タンパク質解析、プロテオミクス

ス、年齢軸発現変動、2次元電気泳動

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

【研究代表者】倉地 須美子  
（健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 須美子、吉沢 明康  
（招聘1名、他1名）

【研究内容】

加齢・老化現象の全体像の理解に迫るために、肝遺伝子発現の年齢軸に沿った網羅的解析が極めて有用な情報を与えると考えられる。我々は、マウス（C57BL/6xSJL）1, 3, 6, 12, 18及び24ヶ月齢個体（雄）肝臓中における遺伝子発現を、Affymetrix GeneChip®マイクロアレイを用いて解析した。大多数のマウス肝臓遺伝子の発現は、一生に亘ってほぼ一定であるが、年齢と共に上昇、下降するもの、老年期特異的に上昇、下降するものなど、基本的変動パターンを同定した。現在、年齢軸の特定の段階で顕著な発現変動を示す遺伝子について、バイオインフォマティクスを用いた解析を展開している。これらの研究結果は肝タンパク質発現の年齢軸変動解析データとともに、年齢軸恒常性調節の統合的理解と加齢・老化、年齢依存的疾患の理解に重要な貢献をするものである（論文作成中）。

【分野名】ライフサイエンス

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

【テーマ題目4】年齢軸生命工学開発（運営費交付金）

【研究代表者】倉地 須美子  
（健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 須美子、小林 幹子  
（招聘1名、他1名）

【研究内容】

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

【分野名】ライフサイエンス

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

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

【研究代表者】倉地 須美子  
（健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 須美子、小林 幹子  
（招聘1名、他1名）

【研究内容】

止血と血栓の均衡を保つ上で極めて重要な働きを担う線溶系因子プラスミノージェン遺伝子発現の年齢軸調節分子機構の解明に向けて、ヒトプラスミノージェン遺伝子を持つトランスジェニックマウス構築を行い、その観察を行ってきた。年齢軸に沿った発現解析の結果、これらのマウスの血中プラスミノージェン濃度は年齢軸で殆ど変化が見られず、野性型プラスミノージェン遺伝子の発現パターンを再現するものとなった（安定型発現パターン）。更に、変異体プラスミノージェン遺伝子を持つトランスジェニックマウス構築を完成させ、その発現解析を進めた。これまで解明してきたものとは遺伝子エレメントの配置が異なることなどから、年齢軸遺伝子調節の新規メカニズムを持つ可能性が考えられる。また、高発現しているマウスにおいて内出血による頭部膨隆、雌マウスの妊娠時における異常など特異的なトラブルが高頻度で観察された。

【分野名】ライフサイエンス

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

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

【研究代表者】倉地 幸徳  
（健康インフォマティクスチーム）

【研究担当者】倉地 幸徳、鹿本 泰生  
（常勤職員2名）

【研究内容】

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

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ヘプシン、膜プロテアーゼ、前立腺癌、  
早期診断マーカー

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

〔研究代表者〕 山崎 和彦（構造生物学チーム）

〔研究内容〕 山崎 和彦、山崎 智子、館野 賢  
（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

遺伝子発現の年齢軸制御機構の原子レベルでの解明及び加齢性疾患の治療への応用を目的とし、関連する因子の立体構造解析を軸に、分子認識機構、機能調節機構の解明を目指す。今年度は、年齢軸恒常性分子機構に関与している遺伝子エレメント AIE に結合する調節因子と核酸の相互作用機構の解明へ向けて、複合体の大量調製を行い、結晶作成・回折測定を行った。同時に、NMRによる解析に向けて、安定同位体標識体を作成し、スペクトル測定を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 年齢軸恒常性、遺伝子発現、タンパク質・核酸相互作用、結晶解析

〔テーマ題目8〕 CUT-homeodomain 転写因子の DNA 結合におけるドメイン間相違と協同性（科学研究費補助金）

〔研究代表者〕 山崎 和彦（構造生物学チーム）

〔研究担当者〕 山崎 和彦、山崎 智子  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

DNA 結合ドメインとして CUT ドメインとホメオドメインをもつ転写因子である SATB1 タンパク質と Cut/Cux/CDP タンパク質は、翻訳後修飾やプロテオシスによる部分切断の結果、DNA 結合活性や認識配列が変化する。本研究はその仕組みについて、構造生物学的手法によって詳細に解明することを目指す。今年度は、先ず、SATB1のホメオドメインの立体構造を多次元 NMR 法により決定し、DNA 認識の様式を明らかにした。次に、CUT ドメインとホメオドメインの融合タンパク質に対して NMR 解析を行い、全長タンパク質の認識コンセンサス配列に対して、両方のドメインが結合に関わることを明らかにした。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子発現、DNA 配列特異的認識、NMR 分光法、結晶解析

〔テーマ題目9〕 年齢軸による神経可塑性変化の分子機構に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 池本 光志

（エージディメンジョンチーム）

〔研究担当者〕 池本 光志（常勤職員1名）

〔研究内容〕

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

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

〔テーマ題目10〕 新機能性核酸の創製とその利用系の開発に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 西川 諭

（エージディメンジョンチーム）

〔研究担当者〕 西川 諭、西川 富美子

（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

年齢軸にそって構造変化し病気を引き起こす、いわゆる「蛋白質のコンフォメーション病」の中でも特に脳においてよく見られる、たとえばプリオン蛋白質、ベータアミロイドの診断・治療を目指し、それらの正常型と異常型蛋白質を識別するアプタマーの創出を行い、その利用を図るとともに、それらの簡便な新規創出法を開発することを目指す。

前年度にウシプリオン蛋白質に対する RNA アプタマーとして（GGA）4の繰り返し配列を特徴的にもつ新規アプタマーを獲得したが、今年度はその要素配列の各種変異体を作成し、生化学的ならびに CD や NMR による物理化学的解析から（GGA）4の繰り返し配列は「平行型の G の4本鎖構造」をとることを明かした。さらにマイクロチップ電気泳動によるアプタマー相互作用解析システムにより、このアプタマーはダイマー構造を形成してウシプリオン蛋白質に結合することを見いだした。さらに詳細な立体構造ならびにプリオン蛋白質との相互作用

用様式を解析中である。

抗プリオン蛋白質アプタマーを用いたのプリオン蛋白質の新規検出法ならびに希薄溶液からの濃縮方法の基盤技術については引き続き、動薬検ならびに動衛研との共同研究により至適条件を検討している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】アプタマー、プリオン蛋白質、インビトロ選択法、RNA 構造

【テーマ題目11】消化管免疫細胞の加齢による機能変動と食品・医薬品開発に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】辻 典子（免疫恒常性チーム）

【研究担当者】辻 典子、小坂 朱、  
Emilyn Gaw Dubouzet  
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

消化管免疫研究の成果を医薬品や機能性食品の開発、予防医学や疾病の治療に活かすためには、各年齢層の人々に対して適切な効果が得られるよう、年齢軸に沿った消化管免疫細胞の特徴を理解することが重要である。これまで消化管パイエル板細胞において年齢とともに急減する CD19<sup>+</sup>CD11c<sup>lo</sup>B220<sup>+</sup>細胞は免疫制御性 T 細胞の機能成熟に重要であることを示してきたが、パイエル板組織切片の免疫染色により、CD19<sup>+</sup>CD11c<sup>lo</sup>B220<sup>+</sup>細胞は IL-10刺激のない状況下ではドーム辺縁部のみに観察され、T 細胞領域に存在しないことが明らかとなった。また、経口免疫寛容の成立しない無菌マウスにおいても同様の観察結果であり、制御性抗原提示細胞が T 細胞領域に移動して免疫制御性 T 細胞を機能成熟させるために IL-10 シグナルが重要であること、CD19<sup>+</sup>CD11c<sup>lo</sup>B220<sup>+</sup>細胞の機能成熟には腸内細菌からの刺激による IL-10産生が必要であることが示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】消化管免疫、経口免疫寛容、パイエル板、制御性 T 細胞、制御性抗原提示細胞

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

【研究代表者】古川 功治（免疫恒常性チーム）

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

【研究内容】

我々は B 細胞レパートリー変化の解析過程で得られたレパートリー形成の原動力に関する知見を in vitro で検証するための系を構築している。その一環としてバクテリオファージを用いた人工抗体ライブラリーの構築とクローン選択、そこからの抗体フラグメント取得法の開発を進めている。本年度は抗原親和性を正確に反映するクローン選択法の開発を行った。

バクテリオファージの表面に各種物理化学パラメータ既知の抗体フラグメント (Fab) を発現させ、抗原親和性を反映した選択が可能か精査した。ただし用いた Fab は抗原親和性が高いほど構造安定性が低い。一般的なファージライブラリー作製法では抗体の構造安定性に依存した偏りのあるライブラリーとなる。このライブラリーをプレートによるバイオパニングに供しても抗原親和性に依存したクローン選択はできなかった。我々はファージライブラリー作製法を最適化し、ライブラリー内の偏りを改善した。これによりプレートによるバイオパニングで構造安定性が高い低親和性クローンが選択されにくくなったが、高親和性クローンの選別はできなかった。そこでビーズを用いたバイオパニングを行ったところ抗原親和性に準拠した抗原選択が可能になった (Protein Expr. Purif. 2009)。

人工抗体ライブラリー作製・利用技術の高度化という観点から、今回の技術は前年度の抗体フラグメントの大量取得法の確立と合わせ産業応用可能な基盤技術となりうる。そこで、より明確なアウトプットを創出するために本年度より企業との共同研究もスタートしている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】抗体、人工ライブラリー、親和性成熟

【テーマ題目13】生体恒常性の維持に寄与する免疫修飾物質の開発（共同研究）

【研究代表者】辻 典子（免疫恒常性チーム）

【研究担当者】辻 典子、小坂 朱、  
Emilyn Gaw Dubouzet、川島 忠臣  
（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

加齢に伴う免疫機能（環境因子の認識機構）の減弱により、Th1型および炎症制御性機構が低下する。この研究では、Th1誘導に促進的に作用する消化管環境因子（微生物菌体成分等）を特定し、その免疫調節メカニズムを解明することを目的とした。乳酸菌由来二重鎖 RNA が抗原提示細胞の TLR3を介して認識され、IFN- $\beta$ の産生を増強することにより IL-12の高産生と Th1型 T 細胞応答 (IFN- $\gamma$ 産生の増強) の連鎖を促進することを示した。興味深いことに、このメカニズムは乳酸菌など非病原性腸内細菌に特徴的であり、Listeria、Salmonella 等病原性細菌では観察されなかった。消化管免疫に有用なはたらきをするプロバイオティクスあるいは腸内共生細菌が、生体防御機能と Th1免疫応答を増強させる免疫修飾メカニズムの一端が明らかとなった。加齢時の感染抵抗性増強などに活用していく。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】乳酸菌、プロバイオティクス、腸内共生細菌、二重鎖 RNA、IFN- $\beta$ 、Th1免疫応答

〔テーマ題目14〕 消化管免疫細胞の活性化と機能成熟機構の解明（受託研究）

〔研究代表者〕 辻 典子（免疫恒常性チーム）

〔研究担当者〕 辻 典子、小坂 朱、閻 会敏、山崎 元美（常勤職員1名、他3名）

〔研究内容〕

多糖類は C-タイプレクチンなどの自然免疫シグナル受容体を介して免疫細胞を活性化し、生体防御能および免疫恒常性の維持に寄与していることが示唆されている。多糖類が消化管免疫および全身性免疫のどのような細胞を活性化しうるかを明らかにするため、パイエル板、腸間膜リンパ節、粘膜固有層および脾臓の樹状細胞群における C-タイプレクチンの発現分布を解析した。また、野生型マウスおよび C-タイプレクチン遺伝子欠損マウスの消化管免疫細胞を精査した。その結果、消化管臓器由来の CD11c 陽性細胞で *dectin-1* の発現が高いことが明らかとなり、さらに *dectin-1* を欠損する消化管 T 細胞では、野生型マウスの消化管 T 細胞に比して IL-10 あるいは IFN- $\gamma$  を発現する T 細胞の比率が低くなっているという結果を得た。これらの観察結果はパイエル板で最も顕著であり、*dectin-1* のリガンドである  $\beta$ -グルカンが消化管免疫の賦活に有効であることが示唆された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 C-タイプレクチン、多糖、自然免疫シグナル、消化管免疫、パイエル板

〔テーマ題目15〕 血清アルブミンによる老化・疾患診断に関する研究（共同研究）

〔研究代表者〕 古川 功治（免疫恒常性チーム）

〔研究担当者〕 古川 功治、齊藤 桂吾、久芳 弘義（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

血清アルブミン（SA）は全血漿蛋白質の6割を占める可溶性蛋白質で、様々な物質を吸着したり化学修飾を受けることが知られている。これらの性質は生体内の恒常性変化を反映することから、老化や疾病、さらには薬物治療経過の指標として利用できる。しかしながら化学修飾等の種類が膨大であることが災いし、診断マーカーとしての利便性を損ねている。老化・疾病等に共通する現象を検出することが実利用上重要となる。

本研究では化学修飾に伴い起こる SA の高次構造変化に着目し、抗体による検出の可能性、老化・疾患マーカーとしての実用性を精査していく。本課題は東京理科大学と共同研究であり、以下の進捗を得た。

数種類の抗ヒト SA 抗体（理科大学既保有）のエピトープを決定した。これら抗体の抗原抗体反応の熱力学パラメータを精査し、高次構造変化を認識するクローンを同定した。このクローンが糖化型 SA を選択的に識別することも示唆された。

SA の化学修飾、特に糖化は老人斑出現と並行してお

り、アルツハイマー病発症の指標ともなる。血中に大量に存在する SA を用いた老化診断は予防医療の初期ステップとして広く適用可能である。また SA の糖化は糖尿病治療の指標としても用いることが可能であり、治療面にも貢献する。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 老化マーカー、疾患マーカー、血清アルブミン、糖化

③【デジタルヒューマン研究センター】

(Digital Human Research Center)

(存続期間：2003.4.1～2010.3.31)

研究センター長：金出 武雄

副研究センター長（総括）：松井 俊浩

副研究センター長：持丸 正明

上 席 研 究 員：河内 まき子

所在地：臨海副都心センター

人 員：19名（18名）

経 費：540,504千円（164,106千円）

概 要：

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

デジタルヒューマンの3つのモデリング軸：人間は多くの機能を持っている。デジタルヒューマン研究センターではこれらを3つの軸として分類している。最初の軸は生理・解剖学的な機能である。生物として人間の体は多くの構成要素・器官・循環器を制御している。生理・解剖学的な人間のモデルは形状・物質的特性・生理学的パラメータとそれらと内部的・外部的な

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

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

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

などの研究を進めている。平成20年度では人体形状や動作モデルの利用分野が製品設計だけでなく健康増進サービスにも展開した。第2は、人を見守るデジタルヒューマンである。家庭やオフィス、病院などで活動する人間の状態を、可能な限り人間にセンサを装着せずに見守り、理解する研究である。超音波センサを天井や壁面に取り付け、発信器を身体や製品に取り付けて人間の行動を観測する技術を開発した。これを用いて屋内外での子どもの行動を観測し、事故予防につなげる研究を展開している。第3は、人を支えるデジタルヒューマンである。音声や力覚提示技術を介して、人間の行動、状態に即したサービスを提供し、人間の行動を支える技術である。ヒューマノイドロボットや三次元音場提示などの研究がこれにあたる。第4は、人間の心理認知機能をモデル化し、人間の生理変化や行動変化などから心理認知的な状態を知る研究＝人を知るデジタルヒューマン研究である。ウェアラブルセンサから得られる加速度・熱流速などの情報から、人間の心理状態変化を検出しようとする病予防に役立てる研究、ヒューマンエラーを低減する研究などを進めている。第5はデジタルヒューマンモデルを可視化して、適合製品情報を効果的に提示して販売支援に役立てたり、事故情報を提示して安全教育に役立てるといったシナリオに基づく、人に見せるデジタルヒューマン研究である。人間の形態、運動、感覚、行動などの諸機能を可視化するためのコンピュータグラフィックス基盤技術を研究する。特に、人体運動データベースに基づいて多様な人体運動を簡便に合成し、販売支援コンテンツや教育コンテンツを自在に制作するための研究を中心に進める。

外部資金：

経済産業省 中小企業支援調査「安全知識循環型社会構築事業」

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「インテリジェント手術機器研究開発」

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

文部科学省 科学研究費補助金「“息づかい”のウェアラブル計測によるストレス被曝量の推定」



文部科学省 科学研究費補助金「モーディングインソールによる歩行安定化メカニズムの解明」

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

独立行政法人科学技術振興機構 社会技術研究開発事業「虐待などの意図的傷害予防のための情報収集技術及び活用技術」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「実時間並列ディペンダブル OS とその分散ネットワークの研究」

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

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「ヒューマノイドロボットの分散制御系の研究」

社団法人人間生活工学研究センター 機械工業の環境・安全対策に関する調査研究等補助事業「人体損傷状況の可視化シミュレーション技術の調査及び安全性向上のための設計方策に関する提言」

発表：誌上発表104件、口頭発表145件、その他4件

#### 人間モデリングチーム

(Human Modeling Team)

研究チーム長：松井 俊浩、中田 亨

(臨海副都心センター)

概要：

デジタルヒューマンモデルの基礎となる人間の認知・思考機能と生理心理機能のモデル化を研究する。認知・思考のメカニズムを明らかにするため、作業における人間行動とヒューマンエラーに注目し、建設業やオフィス環境等の就労場面でのミスに関する実地調査を行い、そのデータに基づき作業員の作業信頼性やエラー発生のモデル化を進め、安全対策の考案に貢献する。生理心理機能の研究では、数ヶ月スパンの長時間連続計測を行い、生活者としての人間の生理心理状態をモデルとして表し、健康とはデータの上では何であるかを明らかにする。特に生理量と心理・精神状態との関連分析に重点を置く。一般人の健康管理のための技術的基盤として応用を計る。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 人間適合設計チーム

(Human Centered Design Team)

研究チーム長：持丸 正明

(臨海副都心センター)

概要：

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

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3

#### 人間行動理解チーム

(Human Activity Understanding Team)

研究チーム長：西田 佳史

(臨海副都心センター)

概要：

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

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

研究テーマ：テーマ題目4

#### ヒューマノイドインタラクションチーム

(Humanoid Interaction Team)

研究チーム長：加賀美 聡

(臨海副都心センター)

概 要：

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

研究テーマ：テーマ題目5

#### 人間情報可視化チーム

(Human Data Visualization Team)

研究チーム長：栗山 繁

(臨海副都心センター)

概 要：

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

研究内容の性格上、他の研究チームや研究分野との連携を重視し、ユーザの視点に立った対話モデルの構築と、事例ベースの技術開発を行う。さらには、デジタルコンテンツへの応用を見据えた計測技術、データ

変換技術、プログラム開発基盤技術などを手がけ、人間に関わる映像表現の新たな地平を切り開いていく。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8

#### [テーマ題目1] 人間ボディリンガル-生理量と行動から心理と認知を読み取る

[研究代表者] 松井 俊浩 (人間モデリングチーム)

[研究担当者] 松井 俊浩、中田 亨、酒井 健作、三輪 洋靖、

Edwardo Arata Y. Murakami、

中島 正人 (常勤職員4名、他2名)

#### [研究内容]

血圧や脈拍などの生理量や、人間の動作など、外的に計ることができる量から、人間の内面を推定する技術を研究する。①建設業における事故リスクに関する認知的乖離：建設作業員の行動の実態を160名以上に対する調査や現場観察によって調べ、事故リスクへの主観的な見積もりと、実際の危険量との乖離を調べ、油断の様態を明らかにした。これに基づいて安全指導の改善策を考案した。②事務作業におけるヒューマンエラー：事務系企業における、作業員の事務ミスメカニズムを、仕事の複雑さ、道具の使いやすさ、マニュアルの便利さ、各作業員の熟練度に還元してモデル化した。初心者にも簡単に確実に仕事ができるように、仕事の簡素化や道具の改良をモデルに基づき行ない、現場に導入した。③操縦作業のマルチモーダルモデル：人間の操縦技能のモデル化の研究の一環として、触覚および視覚の複数入力を手がかりとして、挙動が未知の機械を操縦する場合の、人間の制御則を実験で計測しモデル化した。④睡眠時の生理量とメンタル状態の相関の研究：うつ病の兆候を睡眠状態から察知するための技術の開発を目指して、健康者6名とうつ病患者2名との睡眠の質の違いを、200日以上にわたりウェアラブルセンサを用いて長時間計測した。結果として、うつ病患者は睡眠の深さの変動が比較的小さいことが分かり、これがうつ病兆候を知るの手がかりとなりえることが示された。⑤手術下の患者の息づかいとストレス被爆の研究：痛みや不快感を感じる部分麻酔下の手術での、患者のストレス被爆と生理量変化の関係を、ベイジアンネット手法によって分析した。息の緩急から血圧変動を予測する確率モデルを開発した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 人間工学、メンタルヘルス、ヒューマンエラー、安全工学、医用工学

#### [テーマ題目2] 人体形状・変形モデリングと産業応用の研究 (運営費交付金+科研費+産業技術研究開発委託費+受託研究費、資金提供型共同研究)

[研究代表者] 持丸 正明

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】持丸 正明、河内 まき子、木村 誠、  
森田 孝男、土肥 麻佐子  
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

店舗などで個人の人間特性を計測し、それに適合する着用品を設計する、あるいは、既存製品の中から適合するものを推奨するサービスを支援するための、人間計測技術・人間機能モデル化技術・適合商品推奨技術の研究を行う。また、このようなサービスを通じて人間機能データを大量に蓄積し、再利用するための統計処理技術、検索技術、製品設計応用研究を行う。人体表面形状、運動中の変形特性、触覚や圧迫感の感覚特性、感性特性に着目し、これらの機能の個人差を再現しうる計算論的モデルの研究を行った。(1) 人体形状モデル：体形の相同モデリング・統計処理技術を企業・大学へライセンスし、着用品設計、健康サービスにおける体形変化シミュレーションへの応用を実現した。(2) 動的変形計測：カメラ・プロジェクターシステムによる多視点計測で運動中の足の全体形状の変形を200 Hz、精度0.5 mm で計測する技術を開発した。また、多点マーカ+モーションキャプチャにより全身形状の変形を200 Hz で計測する技術を開発した。前者はシューズ、後者はスポーツウェアに適用された。(3) 感性モデル：メガネをかけたときの印象を予測する技術を、体形の印象予測に拡張し(1)で開発した体形変化シミュレーションの結果から体形の印象得点を計算する技術を開発した。(4) 人体特性データベース：センターで独自に収集したデータだけでなく、着用品ビジネスや健康サービスを通じて実社会で持続・分散的に蓄積される人体特性データベースの信頼性検証・検索互換性確保に関する研究を行った。特に同センターの競争力が強い人体寸法・形状データについて、信頼性(計測精度・再現性)評価技術を開発し、ISOや国際的なフォーラムを通じて標準的な方法として提案するとともに、健康診断時の腹囲計測に形状計測装置が利用される場合の信頼性評価技術を業界標準案としてとりまとめた。さらに、データ検索性の共通コード体系(ICAM)を提案した。

【分野名】情報通信

【キーワード】人体形状、人間計測、感性工学

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

【研究代表者】持丸 正明

(デジタルヒューマン研究センター)

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

【研究内容】

製品をコンピュータ上で設計するだけでなく、設計時に強度計算やコスト予測、あるいは部品の調達予測などを、実物の試作をできるだけ作らずに行う「デジタルモックアップ」というコンピュータ支援技術が進んでいる。ところが、実際にユーザの使い勝手を評価しようとする、デジタル化された製品モデルを実体のモックアップにして、それを実際の人間に使わせ、人間特性を実測・評価するステップが必要になる。これではデジタルモックアップの意味がない。そこで、人間機能をデジタル化して、コンピュータの中に再現し、人間適合性を仮想評価するCAEツールが提案されてきた。すでに市販ソフトウェアが自動車会社や航空機会社などで設計に活用され始めている。さまざまな全身体型を再現でき、寸法適合性などを設計段階で評価できる。次世代のコンピュータマネキンのために、自動車会社・住宅会社・ソフトウェア会社12社からなるコンソーシアムを立ち上げて検討した結果、3つの研究開発課題に取り組むこととした。(1) 機能寸法の正確な再現：姿勢を変更したときの手先位置など機能寸法を再現できる機能的関節中心位置をモーションキャプチャデータから計算する技術を確立し、その技術を用いて日本人男性20名の全身関節中心を計測し、日本人体形を統計的に代表し、機能寸法を再現する関節中心モデルを構築した。(2) 運動の自動生成：乗降運動データを運動類似度に基づいてマッピングし、それを参照・補間することで任意の設計寸法に応じた乗車運動を生成する手法を開発した。ライブラリ化して共同研究先のCADシステムへの組み込みに協力した。(3) 詳細な手の機能再現：ペーパーシートスキャナで取得した手の画像から精度良く各部寸法を取得するソフトウェア、手の操作姿勢を計測してCG再現する技術を開発した。さらに、蓄積した製品操作姿勢データを補間して、さまざまな操作姿勢を予測する技術を開発し、ステアリングスイッチ操作に適用した。指先については、さらに詳細な有限要素モデルを構築し、指先の摩擦と変形挙動を再現した。医用画像から個人の有限要素モデルを効率的に生成する技術を開発し、その技術を用いて50名の指先医用画像から有限要素モデルを生成して統計処理することで、日本人を統計的に代表する指先モデルを構成した。これらの全身モデルおよび手の詳細モデルを統合したソフトウェア「Dhaiba」を継続開発した。

【分野名】情報通信

【キーワード】人間工学、デジタル設計、デジタルヒューマン

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

【研究代表者】西田 佳史(人間行動理解チーム)

【研究担当者】西田 佳史、堀 俊夫、本村 陽一、

和泉 潔、北村 光司、奈良 温、  
掛札 逸美、山中 龍宏  
(常勤職員5名、他3名)

#### 〔研究内容〕

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

人間行動観察技術に関して、以下の成果を得た。

①構築した術室内位置計測装置により、実際の手術場面での計測実験を約10回分を行った。蓄積されたスタッフ位置情報の基本統計量による分析を行い、手術フェーズの分類アルゴリズムの開発を行った。リモートで、スタッフの手術状況を把握するためのモニタリングシステムを試作した。②ウェアラブルカメラ・マイクロフォン、超音波ロケーションシステムを統合した計測システムを用いた行動計測によって、いつでもどこで何に対してどんな行動が生じたかをセンサを用いて計測するだけでなく、その時その場で何を考えていたかという意味情報を同時に取得するシステムを構築した。また、このシステムを使って、環境の変化や実際に生じた行動のセンサ情報と行動目的といった意味情報の関係性を分析する時空間プロトコル分析法を提案した。提案したプロトコル分析を、日常生活と消費電力の関係の分析や、掃除行動の分析に応用した。③これまでに収集した2,304件の事故データを、事故の種類、製品の種類、傷害身体部位に関して、年齢ごとに集計し、公開可能な事故統計表を作成した。安全知識循環型社会構築事業のシンポジウムで配布を行い、さらに同事業の成果報告 Web サイトからもダウンロード可能な PDF ファイルで公開している。

事故情報の検索機能の構築に関しては、製品情報に関して、収集してきた事故情報をもとに594品目の表記ゆれ辞書を作成し、JICFS コードをベースに2768項目を含むオントロジー辞書を作成した。作成した辞書を用いて、Web 上で検索可能にするための整備を行い、2009年1月より公開し、997件の検索が行われており、実際に利用されていることも確認した。④身体地図情報システムの検索機能の一般公開を実現するために、Web アプリケーションとクライアントソフトウェアを開発した。開発したソフトウェアは、2,740件の傷害データを検索可能である。2009年2月より、研究チームの成果報告 Web サイトよりダウンロード可能なソフトウェアとして、公開

した。1,320件ダウンロードされ、3,413件の検索が行われた。また、公開ソフトは、日本経済新聞、朝日小学生新聞、NHK ニュース、日本消費経済新聞といったメディアで紹介された。

人間行動モデリング技術に関して以下の成果を得た。

①金融機関との協力により、長期的な市場動向を分析するテキストマイニング手法を世界に先駆けて開発し、既存の数値分析手法に比べ市場分析の推定精度を最大70%以上改善することに成功した。②SNS サービスを提供している情報サービス企業と共同研究を開始し、SNS サービスの多様な利用データの提供を受け、3ヶ月で2割以上の利用者数増加を発見するためのルールをネットワーク分析により発見することができた。③子供の室内行動（ICF）を予測する問題に対して、超音波センサと画像をナイーブベイズや Tree Augmented Network (TAN) による尤度推定とベイジアンネットを組み合わせたベイズ推定モデルによって、学習対象とした環境や子供だけでなく、未学習の子供の行動について約70%台の予測精度と再利用性を実現し、さらにこの手法を活用した大量のデータからの自動ラベル付けシステムの開発にも発展させた。④大規模データの観測・分析によるサービスの最適化と適用を実証した。実際の映画リコメンドサービスを通じて選択履歴データを収集し、これを用いてモデルを改良する試みを行い、マーケティング支援のために再利用することにも成功した。また、ポジネガ両方の教師付データを用いることで、予測精度を1.75倍に向上できることを示した。また、因果推定を行う PC アルゴリズムと AIC によるベイジアンネット構築を組み合わせた行動予測モデル作成を行い、アンケートデータに対する評価を行った。⑤日常生活行動をモデル化する方法として、個々に計測・収集したデータをターミノロジーを用いて統合する方法を提案した。具体例を扱うにあたり、事故データと行動データに共通する要素としてモノに着目し、473個のモノについてターミノロジーを作成した。作成したターミノロジーを用いて、事故データ2,500件と、71人分の子ども行動データを統合し、事故状況を再現するモデルを作成し、数例の事故事例に関して、再現を行うことで異なるデータの統合によるモデリングの実現可能性を確認した。モデルをベースにして視覚化する機能をプラットフォームとして実装した。⑥事故再現 CG による意識変容の効果を、ファークスグループ（被験者5名）と Web アンケート（被験者47名）で、評価した。⑦病院サーベイランスのデータベース（4,590件）を用いて、自発的な子どもの行動によって引き起こされた転落事例289件を用いて、確率的事故説明モデルを作成した。このモデルに、操作可能なパラメータを導入し、転落事故を制御化するモデルを作成するため、物の高さ、広さ、重さ、表面の感触と子どもの行動との関係をセンサルームの実験によって調査した。0歳児から2歳児の13名の乳幼児を対象に実験を行い、モ

ノの広さ・高さ＝乳幼児の身長・発達段階などとの間の確率的モデル（平均的中確率78.9%）を作成し、事故説明モデルと統合することで制御モデル化した。⑦身体地図機能を有する傷害サーベイランスシステムの機能として、k-means法を用いた空間クラスタリングによる身体部位を自働分割機能を実現し、分割された部位・子どもの年齢・事故が起きた場所・事故に関わった製品の特徴量との間の確率的予測モデルを作成した。交差検定による予測精度は、事故の種類42%、傷害の種類44%、傷害部位38%であった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

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

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

【研究代表者】加賀美 聡（ヒューマノイドインタラクションチーム）

【研究担当者】加賀美 聡、西脇 光一、宮腰 清一、トンプソン・サイモン、(兼)松井 俊浩（常勤職員5名）

【研究内容】

ヒューマノイドロボットが人のように安定して移動し、物体を把持し、人間を認識してインタラクションを行う機能を統合した対人サービス用ヒューマノイドロボットの研究を行うことが本チームの目的である。主に2つの方法で研究を行う。a)ロボットの自律性向上の研究：対人サービスアプリケーションを目的に、人間の環境を自律的に移動し、人間を意識した動作が可能なロボットを目指し、移動、把持などのための認識、計画、制御の各機能と、これらを統合するシステム化技術、実験を行うための開発環境の研究を行う。またロボットの運動を効率化、高速化、安定化、安全化する研究を行う。b)人間のモデル化と対人インタラクション機能の研究：人間の動きを予測・解析可能な運動モデルの獲得と、人間の動きに学んだロボットの動作の改良、人間を観察する手法の研究を行う。

対人サービス可能なデジタルヒューマン技術の確立のために平成20年度は6つのサブテーマの研究を行った。

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

1) ヒューマノイドの動力学モデルに基づく歩行制御の研究

オンラインで動力学モデルを用いた安定歩行継続する手法を用いた安定歩行システムを開発した。具体的には姿勢角センサの情報を用いて足部インピーダンス制御の制御中心周りの目標力・トルクを変更することにより、段差・傾斜地でのぬい接地と直立を両立する手法を開発した。接地領域形状、両足位置関係、歩行相を考慮した目標力制御により、足裏を剥がさず「ふんばる」ことを実現した。

また Cat5e ケーブル4本を用いて、遠隔計算機よりロボットの全ての I/O を10[kHz]で行うシステムを開発し、従来の制御プログラムをそのまま高速な外部計算機からも実行できるシステムを構築し、オンラインでの制御計算機の切替も実現した。

2) ロボットの自律計画機能の研究

視線制御・時刻同期校正により注目物体の位置姿勢計測の歩行中の継続を実現し、遠く（4 m 程度）で見つけた階段に向かい、止まらずに上る行動を実現した。その際、階段を見続けることを考慮した歩容計画手法を開発した。

レーザレンジセンサのオンライン計測に基づく、段差地歩行を実現した。

歩容計画においてゴールまで全てをロボットが決めるのではなく、人間の与えた概略に基づいて計画する手法を考案・実装した。次項 MR 環境を用い、与えた概略軌道に対し、地形を考慮して詳細経路を決定・投影することで人間が確認できるインタラクションループを含むナビゲーション実験を行い、指示による経路変化・階段上りへの適用可能性を確認した。

移動ロボットのための位置認識・地図作成・経路計画・動作制御を行う自律移動機能の開発を進め、屋内、屋外での自律走行の実証実験を行った。また地図に搭載されていない走行区域において、人間や障害物を発見した場合には、安全に停止する機能を実現した。

3) ヒューマノイドの分散実時間情報処理

ロボットの実時間情報処理のためのプロセッサアーキテクチャとして RMTP を提案し、プロセッサの設計と開発を行ってきた。本年度は最終年度として RMTP プロセッサ搭載したボードによる制御実験を行った。

また最悪実行時間推定ツール Retus を開発し、実際にロボットで用いているステレオ画像処理、経路探索、サーボ制御のコードを用いて実行時間の検証を行った。

開発してきた x86用実時間 OS ART-Linux を公開するとともに、本研究をベースにして新規 CREST 「実時間並列ディペンダブル OS とその分散ネットワークの研究」プロジェクトを開始した。

4) 人の二足歩行のデジタルヒューマンモデル

レーザー距離センサから人間の歩行を追跡する手法を開発し、検証実験を行った。

また地図を与えたときに、その動線や中継点を予測するツールを開発し、人間の移動モデルについて検討を行った。

これらの成果を組み合わせ、ロボットが人を滑らかに避けるために、数歩先の予測が可能な人間の歩容のモデル化を行った。

- 5) 視覚と音声による対人インタラクション機能の研究  
三次元視覚・レーザー距離計を用いたシーンからの人間発見・姿勢推定について研究した。また SIFT 特徴の三次元配置モデルから既知の物体を発見し、位置姿勢を求めるシステムを開発した。

ロボットが移動中にマイクアレイで音源定位・音源分離・音声認識するシステムを開発し、反響や雑音にロバストな各手法を研究した。開発したシステムを用いて、音の音源地図を作製する手法を提案した。

レーザー距離センサと音データを統合して、複数の人がいる中で誰がロボットに発話したかを計測する手法を提案した。

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

実環境中で、環境認識・行動計画・動作制御を行い自律的に行動するロボットのための MR (Mixed Reality) 環境の開発を行った。

本年度はシステムのコードを完全に独自のものに置き換え、検証・拡張を容易にした。その上で、ロボットの内部状態に加え、MoCap・入力デバイスのデータ、CG キャラクタ等も統一的に投影できるフレームワークの構築、実装を行った。また、preview-review システムを整備し、カメラ映像及び上記データのネットワーク分散記録再生を実現し、例えば6台の環境カメラの映像にこれらのデータをオンライン及び事後に重ね表示した。さらには、MR を空間中の位置情報をロボットと共有するインタラクションツールととらえ、3次元空間中の位置を指示するデバイス2種を試作し、位置や経路を指示できるシステムを構築し、前項3の実験を行った。

[分野名] 情報通信

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

[テーマ題目6] 自動車運転動作の行動戦略可視化 (運営費交付金+企業等と共同研究)

[研究代表者] 栗山 繁 (豊橋技術科学大学)

[研究担当者] 川地 克明 (常勤職員1名)

[研究内容]

障害物が入り組んだ狭隘な環境における人間の動作は、その環境内の物体の大きさや位置等に影響を受けて変化

する。本研究では、自動車設計における車体形状の外観と操作性の両立を目的とし、自動車使用時の動作が変化しうる範囲を計算機上で予測して設計者を支援するシステムを開発する。運転動作の予測は、人間の動力学的なモデルを構築して消費エネルギー最小化等の評価関数に基づく最適化を導入する方法が考えられる。しかし、十分な精度を得るための詳細なモデル化はユーザ毎の個別の対応が困難であり、レディメイド製品である車両設計には不適であると考えられる。

本研究では、ありうる運転動作を実際の動作データを観察することによって設計者に示すという、実例ベースの予測・可視化手法を用いてこの問題にアプローチする。具体的には、実際の自動車座席と運転装置のモックアップのレイアウトを変更しながら多数の動作を測定し、これらの運動をその類似度に基づいて動作分布図としてレイアウトすることで、どのような動作がありうるかを設計者に提示する。また、動作分布図上の任意の点で動作を合成することにより、新しい設計パラメータに対応する動作を予測する。このような手法によって設計の初期段階における運転座席の機器配置に対する操作性の予見が可能になり、設計リードタイムの短縮と試作コストの削減が期待される。

開発した動作解析・予測・合成プログラムを共同研究先の自動車会社内の車体形状データベースと連動させる機構を開発し、実際の設計現場における利用を可能にした。サイドブレーキの操作、ペダルの踏み変え動作等の運転操作動作については、**7変数**を持つ運転席周辺系形状について測定した動作の合成が可能であることを示した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] デジタル設計、可視化、モーションキャプチャ、人間工学設計

[テーマ題目7] 複雑な形状物体の精細な形状獲得 (運営費交付金)

[研究代表者] 栗山 繁 (豊橋技術科学大学)

[研究担当者] 山崎 俊太郎 (常勤職員1名)

[研究内容]

日常生活のさまざまな場面で、人間は外界と幾何学的なインタラクションをしている。とくに手や足のような部位は明確な意図を持って作業を行う行動主体である。このような人体機能を解析して理解することは、より良い製品設計やサービスを提供するために重要な課題である。したがって本研究では、指等の遮蔽の多い物体形状、頭髮などの微細な3次元構造、足などの大変形をする物体の高速変形を対象として、これらの形状を精度良く獲得するための基盤技術を開発する。

実物体の形状計測は、人体に限らず幅広い産業応用の期待できる基礎的な技術である。これまでに非接触式の方法だけを見ても、ステレオ視、構造化光投射、レーザ

一計測など様々な方法が提案され、製品として実用化されてきた。しかしながらこうした技術は、人体の様に複雑な表面反射、入り組んだ微細構造、および高速な変形移動を含む対象物を計測することを想定しておらず、正確な形状が得ることが難しい。本研究では、カメラやプロジェクタ、スクリーン等の装置を通常とは異なる光学系で用いる、コンピューショナルフォトグラフィの方法論を適用して、入手の容易な市販製品では従来不可能であった計測性能を実現している。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】3次元形状計測、コンピューショナルフォトグラフィ

#### 【テーマ題目8】乳幼児の事故シーンの簡易な映像制作環境（運営費交付金）

【研究代表者】栗山 繁（豊橋技術科学大学）

【研究担当者】赤澤 由章（非常勤職員1名）

##### 【研究内容】

乳幼児事故の多くは保護者の事故予防に関する知識で未然に防ぐ事ができるので、事故の状況シーンを再現した3次元 CG 映像を用いた教育手法は、高い学習効果が期待される。しかしながら、事故シーンの作成において仮想環境内での人間の振る舞いを再現するためには、動作データや可視化に関する知識等が必要になる。ゆえに、これらの知識を持たない利用者にも簡単に事故映像を再現するための仮想環境を構築でき、3次元 CG 映像を制作できる基盤技術が求められる。

本研究では、モーションキャプチャ装置で計測した事故発生の際に人間が振舞う反応動作を、事故現場の環境を再現する物体データと関連付けて管理する手法を導入し、技術課題の解決を目指す。具体的には、環境を構成する物体データに、その物体によって引き起こされる事故動作のアニメーションデータを対応付ける事により、事故に伴う人間の動作や行動を環境側から管理する。すなわち、物体データの配置から自動的に発生しうる事故動作と一連の事故シーンの CG 映像が半自動的に生成される。シミュレーションで生成された歩行等の移動動作から自然に動きを遷移させるために、物体の位置に対する事故動作データの分布を最適化する機構と動作合成法を開発する。また、連携している人間行動理解チームが構築した事故統計データと連動させることにより、実際の情報に基づく事故状況をシミュレーションで期待される。また、将来的には法医学の分野での CG 技術の利活用技術として、法廷で事件のシーンを再現するための映像の簡略な編集技術等への展開も計る。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】事故・事件シーン、映像コンテンツ制作、環境駆動型アニメーション、法医学 CG

#### ④【近接場光応用工学研究センター】

(Center for Applied Near-Field Optics Research)

(存続期間：2003. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：富永 淳二

上 席 研 究 員：コロボフ アレキサンダー

所在地：つくば中央第4

人 員：10名（9名）

経 費：206,384千円（107,350千円）

##### 概 要：

産業技術総合研究所中期目標に掲載されている、「鉱工業の科学技術分野」の「(1)社会ニーズへの対応」において、「2. 経済社会の新生の基礎となる高度情報化社会の実現—情報化基盤技術の第4項」である、「大容量・高速記憶装置技術の新たな応用の開拓と新規産業の創出を目的として、光による情報記録を波長の数分の1程度の微細領域で可能とする技術確立する」を実現するため、「近接場光応用工学研究センター」のミッションは、産総研独自技術「スーパーレンズ」方式を利用し、真にサブ TB から1TB の記憶容量を有する大容量光ディスク・システムの研究開発と、その派生技術として研究が進められている貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いた局在プラズモン光型高感度光センシング技術の開発に重点を置くとともに、局在光（近接場光、表面プラズモン光）の産業利用を促進する上で重要となる基礎原理の解明にある。特に「スーパーレンズ」技術を用いた大容量光ディスク・システムにおいては、企業との共同研究を通じて技術の高度化を検討していく。近接場光応用工学研究センターは、国内の光ストレージ産業のさらなる発展と、リスクの大きい新規光ストレージ技術開発を中心に、次世代の光記録システム研究開発の国内拠点となるばかりでなく、広くその高精度光技術を核とした新規光デバイス分野の開発拠点として、7年間の研究開発をリードしていく。近接場光応用工学研究センターの研究組織は、スーパーレンズ・テクノロジー研究チーム、表面プラズモン光応用デバイス研究チーム、及びそれらの基盤をサポートしさらに新規光デバイスの創製を担当する近接場光基礎研究チームから構成されており、それぞれが相互に協力し合いながらテーマにおける課題の解決、推進を行う。

##### 外部資金：

経済産業省 戦略的技術開発委託費「ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発」「機能原理に基づいたカルコゲン超格子型相変化メモリの研究開発」

文部科学省 原子力試験研究費「高レベル放射線廃棄物

の燃料電池への応用に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金基盤研究(B)「ナノ熔融領域の光学・熱力学計測手法の開発とストレージ技術への応用」

日本学術振興会 日本学術振興会外国人特別研究員事業「ゲルマニウムアンチモンテルル系材料の超格子構造を用いたデータストレージデバイス」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的国際科学技術協力推進事業「エピタキシャル相変化材料の合成と時間分解構造解析」

財団法人中部科学技術センター 地域イノベーション創出研究開発事業「【地域イノベーション】大面積光学素子・部品への低コスト反射防止技術の開発」

発 表：誌上発表27件、口頭発表53件、その他7件

#### スーパーレンズテクノロジー研究チーム

(Advanced Super-RENS Technology Research Team)

研究チーム長：中野 隆志

(つくば中央第4)

概 要：

産総研が推進してきた、光学非線形薄膜を利用した光超解像技術「スーパーレンズ」を応用した超高密度光ディスクは、既存の光学システムを利用しながらも50~100 GB/layer の記録容量を実現可能とする基本特性が確認されており、現在はその実用性評価、並びにさらなる高密度化のための基盤技術の開発が研究課題になっている。

今年度は、追記 (Write-once) 型のディスクにおける半径方向の高密度化を検討するため、Land & Groove 記録と呼ばれる方式についての実用性評価を進めた。また、「スーパーレンズ」ROM ディスクの再生特性の実用性評価を進めるための原盤 (スタンパー) 作製の準備を開始した。今後、これらの評価をさらに進め、大容量光ディスク・システムの実現化を最終目標に研究展開を進める。

また、「スーパーレンズ」からの開発過程から派生した、熱リソグラフィ法による大面積、高速ナノ構造形成技術、金属ナノ微粒子によるナノ構造金型作製技術は、民間企業への技術移転を進め、反射防止や構造的複屈折といった、ナノ構造を利用した機能性光学素子の産業化を目指した技術開発を連携企業と共同で進めている。

研究テーマ：テーマ題目1

#### 表面プラズモン光応用デバイス研究チーム

(Applied Surface Plasmon Device Research Team)

研究チーム長：栗津 浩一

(つくば中央第4)

概 要：

貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いたプラズモン光デバイスの開発

金属ナノ粒子やワイヤーなどの微細構造体は、レーザー等の光を集光させると、局所的に光の強度が増強される現象が知られているが、表面プラズモン光応用デバイス研究チームでは、こうした特異現象を単に科学として扱うのではなく、発現やその機能を自由に制御して、産業応用を図ることを目的として研究を行っている。平成14年度に「スーパーレンズ」の派生技術として開発された新規貴金属ナノ構造体作製技術 (貴金属酸化物のプラズマ還元法) は、簡便に金属ナノ構造を広面積でしかも5分程度の短時間で均一に作製することができる方法として注目されている。表面プラズモン光応用デバイス研究チームでは、この方法を発展させて、新規光デバイスの創製、分子センシングへの応用を図る。

研究テーマ：テーマ題目2

#### 近接場光基礎研究チーム

(Nano-Optics Research Team)

研究チーム長：Paul J Fons

(つくば中央第4)

概 要：

近接場光基礎研究

新規近接場光応用システム・デバイスの提案及びセンターの重点課題研究を支援する基礎基盤研究と新規近接場光応用システム・デバイスの探索研究を主務とし、特に、近接場光領域でのシミュレーション技術の構築及びスーパーレンズの機構解明、そのための実験データの取得 (XAFS、非線形光学定数、光散乱特性、表面プラズモン等の精密測定及びパラメータ取得) を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

[テーマ題目1] サブテラバイトからテラバイト記憶容量を有する次世代大容量光ディスク・システムの研究開発 (運営費交付金)

[研究代表者] 中野 隆志

(近接場光応用工学研究センター)

[研究担当者] 島 隆之、栗原 一真、(兼)富永 淳二、(兼)Paul Fons、(兼)桑原 正史、(兼)Kolobov Alexander (常勤職員7名、契約職員2名、外部共同研究者)

[研究内容]

サブテラバイトからテラバイト記憶容量を有する次世



代大容量光ディスクを実現するため、「スーパーレンズ」と名付けた産総研の独自の超解像技術を用いた光ディスク・システム開発を、運営交付金とマッチングファンドを利用した、企業との開発型共同研究によって進めている。近接場光応用工学研究センターは、この共同研究の中核としてさらなる高密度化のための基盤技術開発を行っている。平成20年度は、昨年度の研究開発で明らかにした、スーパーレンズが持つ半径方向への超解像特性を積極的に応用し、追記 (Write once) 型における半径方向への高密度化手法として、既存技術である Land & Groove 記録について着目し、新規に作製した Groove ピッチの異なる基板を利用して、クロストーク等の評価を開始した。また、「スーパーレンズ」技術の実用性の高さの検証を推進するため、46 GB~50 GB/layer の容量を持つコンテンツ入りの ROM ディスク基板の作製、並びに再生評価のための準備を開始した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 データストレージ、先進光技術、光ディスク

【テーマ題目2】 貴金属ナノ粒子、ワイヤーを用いたプラズモン光デバイスの開発 (運営費交付金)

【研究代表者】 栗津 浩一

(表面プラズモン光応用デバイス研究チーム)

【研究担当者】 藤巻 真、(兼)富永 淳二 (常勤職員2名、ポスドク1名、契約職員1名、連携大学院制度による大学院生10名)

【研究内容】

平成14年度に「スーパーレンズ」の派生技術として開発された新規貴金属ナノ構造体作製技術 (貴金属酸化物のプラズマ還元法) を用いて、新規光デバイスの創製、分子センシングへの応用を図っている。平成19年度は、平成18年度に引き続き、Ag ナノ粒子作製条件の検討と、ラマン分光法と組み合わせた高感度分子認識技術を応用したプロトタイプの前作と実証を中心に研究活動を展開した。その結果として、①酸化銀薄膜による表面増強ラマン分光法により、 $10^{-8}$  M の分子検出に成功した。②酸化銀薄膜をプラズマ還元する銀ナノ粒子薄膜を用いて、波長シフト型の分子センシングが可能であることを証明した。③流路型酸化銀分子センサーの応用を展開した。④バイオ DVD の基礎実験を開始し、機能することを確認した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ナノテクノロジー、先進光技術、近接場光デバイス、バイオ応用

【テーマ題目3】 近接場光基礎研究 (運営費交付金)

【研究代表者】 Paul Fons

(近接場光基礎研究チーム)

【研究担当者】 Alexander Kolobov、桑原 正史

(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

新規近接場光応用システム・デバイスの提案及びセンターの重点課題研究を支援する基礎基盤研究と新規近接場光応用システム・デバイスの探索研究を実施し、実験及びコンピュータによるシミュレーション技術を用いて、局在光の特性を正確に把握するとともに、新規光デバイスの創製を検討して最小の素子プロトタイプを作っている。平成20年度の主な成果として、①放射光利用 X 線吸収構造解析によって、記録最中のスーパーレンズ関連記録材料の原子レベルでのサブナノ秒の時間分解の構造を研究し、GeSbTe に加えその熔融状態について構造解析を実施するとともに、圧力変化に伴う相変化現象を解析した。②実験で得た構造を用いて理想的な記録材料開発のため、第一原理シミュレーションを実施した。③シミュレーションのための重要な記録関係材料の光特性温度可変を測定した。④光・電子記録関連材のナノ領域厚さの料特性 (熱伝導、電子構造、など) スケーリングを解明した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 ナノテクノロジー、先進光技術、近接場光デバイス

⑤【ダイヤモンド研究センター】

(Diamond Research Center)

(存続期間：2003. 4. 1~)

研究センター長：藤森 直治

副研究センター長：鹿田 真一

所在地：つくば中央第2、関西センター

人員：10名 (9名)

経費：290, 152千円 (214, 133千円)

概要：

ダイヤモンドは様々な優れた物性を有しており、これらを利用した新しい応用が期待されている。既に応用されている高硬度や高熱伝導率以外にも、半導体材料としての特性、光学特性、さらに生体適合性や電子放出特性などの新たな有用な特性が開けつつある。当センターは応用分野が多岐にわたるダイヤモンドを、材料からのシーズ開発を行って、産業化へ結びつける研究開発を目指している。

ダイヤモンドの気相合成法が確立され、形態や純度などの制御が可能となったことで、上記の様々な優れた特性を利用するための製品開発が行われてきた。しかし、現状では限定された製品への展開に留まっており、産業としてのインパクトのある製品の開発が期待

されている。この為には素材作製技術から製品化技術までの様々な段階を総合的に研究開発することが必要であり、当センターは本格研究を実践することでこの目的を達成することを期している。特に、エレクトロニクス材料としてダイヤモンドを捉えることで、素材からデバイス化までの幅広い技術開発を推進する。

競合する他材料やデバイスとの比較において、ダイヤモンドの優位性を明確にし、実用的な利用を拡大するための技術的な課題を明確にする。このために、それぞれの応用分野の研究機関や企業と連携し、最新の技術情報を入手する。ダイヤモンドに特徴的な物性を活かし、半導体デバイス、電子放出デバイス、センサー及びこれらをインテグレートしたデバイスを最終的な開発対象としている。平成18年度からの当センター後期4年間では、以下に示すデバイスを実用化への芽を出させることを主要な研究課題として設定した。

- ① パワーデバイス：高耐電圧や高温動作などを生かした電力用ショットキーバリアダイオード(SBD)の開発を中心に、将来の省エネ電力変換素子への発展を期した様々な技術開発を行っている。
- ② 電子放出デバイス：ダイヤモンドは負性電子親和力を持ち、電子放出が容易である。この特性を生かして実用的なデバイスとするには、長、短期の安定性や大電流化が必要である。表面状態の最適化を含めた電子源への適用技術の開発を行っている。
- ③ バイオセンサー：ダイヤモンドはDNAの固定強度が強く、電気化学的ポテンシャル窓が広いなどの特性があり、これらを利用したバイオ応用が期待されている。DNA等の生体物質の微量、高速検出を中心としたセンサー開発を行うとともに、将来のダイヤモンドの生体内利用につながる様々なデバイス開発を進めている。

以上の研究開発に必要な素材及び基盤技術についても、積極的に取り組んでいる。共通研究課題としてセンター全体で様々な角度から検討を行うことで、応用開発に資する研究を目指している。具体的には以下のような研究課題を設定している。

- ① 大型単結晶基板の製造技術：インチサイズ以上の大型単結晶基板はデバイス応用には必須の素材であり、これを実現すべく高速成長技術、大面積合成装置技術や加工技術などに総合的に取り組んでいる。
- ② エピタキシャル成長やドーピング等の半導体製造に必要な合成技術：半導体ダイヤモンドの利用には高品質の結晶や不純物ドーピングの制御が必須であり、現在の技術を高度化する必要がある。ダイヤモンドの気相合成技術の改良や、同位体半導体材料の研究、カソードルミネッセンス等の評価手法研究を中心に、これらの課題に取り組む。
- ③ 表面修飾技術：ダイヤモンドの表面物性は、吸着原子や分子によって大きく変化し、その利用は非常

に多角的になると考えられる。上記のバイオセンサーや電子源としての応用以外でもその利用は重要であり、応用に合致した特性評価とともに表面構造の原子レベルの評価を進め、実用特性の改善と安定な形成技術を確認する。

ダイヤモンド研究センターはダイヤモンド関連研究の中核機関としてその責務を果たすべく、情報発信やプロジェクト形成などを積極的に進めている。また、日本におけるダイヤモンドコミュニティへの貢献をミッションに含め、センター全員で積極的に取り組んでいる。これらの活動全体を当センターのアウトカムの目標として位置づける。

外部資金：

経済産業省 平成18年度原子力試験研究委託費  
「ダイヤモンド放射線検出器の開発に向けた基礎的研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「ナノテクノロジープログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発／ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発」

文部科学省／科学研究費補助金(若手A)  
「半導体ダイヤモンドを用いた超高出力RF増幅及びスウィッチングデバイスの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／助成金(産業技術研究助成事業)  
「高品質半導体ダイヤモンドによる耐環境低損失パワーデバイスの開発」

経済産業省 近畿経済産業局 地域イノベーション研究開発事業  
「地球温暖化係数ゼロのフッ素ガス超小型発生装置の開発」

戦略的基盤技術高度化支援事業 近畿経済産業局  
「高精度加工用大型ダイヤモンド切削工具の開発」

発 表：誌上発表31件、口頭発表82件、その他7件

#### デバイス開発チーム

(Device R&D Team)

研究チーム長：鹿田 真一

(つくば中央第2)

概 要：

ダイヤモンドの優れた半導体特性並びに熱伝導率等を活かした各種デバイスの研究開発を行う。高温動作・大電流・高耐圧といった特徴を持つ将来の省エネ

型パワーデバイス、大電流・低しきい値電圧の電子放出デバイスを中心に開発する。これらを実現する上で必要な各々の応用に必要な材料技術、プロセス技術、デバイス要素技術、シミュレーション技術などを最適化し、応用分野の要求を踏まえたデバイス設計、またダイヤモンドデバイスの特徴を活かすための実装技術など、将来の広い展開を見据えたデバイス基礎研究を行う。またこれらを支えるエピタキシャル成長技術を、同位体半導体材料も含めて研究する。

研究テーマ：テーマ題目1

#### 表面デバイスチーム

(Surface Functionalized Device Team)

研究チーム長：藤森 直治

(つくば中央第2)

概要：

ダイヤモンド表面は各種の元素や分子で修飾が容易であり、特性が大きく変化するとともに、様々な機能性を有する。この利用が応用の広がりにとって非常に重要と考え、表面デバイスチームでは表面物性の評価とこれを利用したデバイスの開発を進めている。DNA等の生体物質の固定を含む表面修飾技術を研究するとともに、ダイヤモンドが持っている優れた電気化学的特性を利用して、バイオセンサーとしての応用を目指している。サブミクロンサイズの微小なセンサーを集合させたマルチセンサーアレイを実現し、微量計測とともに高速の計測が可能なデバイス開発を目標としている。生体内で動作するシステムへのダイヤモンドデバイスの適用を最終的なターゲットとし、様々なデバイスの研究開発を進めて行く。

研究テーマ：テーマ題目2

#### 単結晶基板開発チーム

(Diamond Wafer Team)

研究チーム長：茶谷原 昭義

(関西センター)

概要：

ダイヤモンドの応用に欠かせない実用的な1インチ以上の単結晶基板を製造する技術開発を行う。そのため、大型化への自由度が高い気相合成技術を中心に検討し、経済的にも成立しうる技術として確立する。合成速度の向上、大面積化、電子デバイスへ適用できるレベルの欠陥状態の実現等の合成技術を中心的な研究対象とする。さらに研磨、切断などのウェハを製造するために必要な加工技術も開発する。最終的な到達目標としては、1インチ単結晶基板の量産技術を研究開発の目標においている。

研究テーマ：テーマ題目3

#### [テーマ題目1] 電子デバイス開発

[研究代表者] 鹿田 真一 (デバイス開発チーム)

[研究担当者] 渡邊 幸志、山田 貴壽、梅澤 仁、  
Kumaragurubaran Somu、  
R.Kumaresan、Yongsup Yun  
(常勤職員4名、他3名)

#### [研究内容]

ダイヤモンドは物質中最高値である絶縁破壊電圧や熱伝導率などを有し、高耐圧、高温動作の省エネパワーデバイス材料として期待されており、この実現へ向けて様々な要素技術研究を行っている。また電子源については、放出電圧の低減、安定性、寿命など残る課題をクリアして、実用的な電子源モジュールを試作することを目的に研究を実施している。

パワーデバイスに向けた研究では、高温動作の基本となる耐熱電極探索を実施し、超耐熱性を持つ Ru ショットキー電極/ダイヤモンドを新たに見出し、TiPtAu オーミック電極を併せて用いたショットキーバリアダイオードを作製した。スタティックバーンインテストを実施し、400℃1500時間及び500℃250時間のもでも特性の変動がない超耐熱デバイスが可能なことを確認した。なお、これは250℃で30万時間動作に相当する。

電子源応用開発では、本年度は、チップ化加工表面からの電子放出特性の最適化、再生技術などに取り組み、表面処理温度最適化、10分という短時間でのフラッシング再生技術開発に成功した。また厚膜n型ダイヤモンド合成にも成功し、シリーズ抵抗半減を達成した。電子線描画装置実機により7 nmの描画に成功した。

同位体半導体については、ほぼ100%の<sup>12</sup>C、<sup>13</sup>Cによるダイヤモンド作製により、エネルギーギャップ差が19.4 meVであることを初めて実証し、また相互を積層した構造を作製することに成功した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ダイヤモンド、半導体、デバイス、パワーデバイス、電子源、MEMS、量子デバイス

#### [テーマ題目2] バイオ機能デバイス開発

[研究代表者] 藤森 直治

(表面デバイスチーム)

[研究担当者] 渡邊 幸志、上塚 洋

(常勤職員1名、他1名)

#### [研究内容]

昨年までに検討してきた B ドープダイヤモンドを電極材料とする電気化学的 DNA センサーについて、表面形状に工夫を加えることで感度の向上を試みた。ナノダイヤモンド粒子をマスクとして、プラズマエッチングによって10 nmの凸凹を作製する技術を開発した。ここに電気化学的手法で、リンカー分子やクロスリンカー分子を固定し、さらにプローブ DNA を固定した。このように

作製したセンサーは、DNA の間隔がハイブリダイゼーションにイオンの透過をブロック出来る規則的な配列となる。23塩基を持つ DNA での感度評価では、2 pM (2 ピコモラー) という低濃度でもきちんとした計測が出来ることが判明した。これは従来材料である金を使った場合に比較して、3桁高感度である。

このセンサーを使って繰り返し計測を行って信頼性を観察した。100回のハイブリダイゼーションと変性を繰り返しても、センサーはきちんと動作し、中期目標の繰り返し数を達成した。

JSPS の日仏交流促進事業でフランスの CEA (原子力研究所) と、ダイヤモンドと生体物質の固定技術をはじめとする界面関連研究を実施している。研究者や技術の相互交流を進め、バイオセンサーや計測手法へのダイヤモンドの適用を検討している。

[分 野 名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ダイヤモンド、表面修飾、電気化学、バイオセンサー

### [テーマ題目 3] 単結晶基板開発

[研究代表者] 茶谷原 昭義 (単結晶基板開発チーム)

[研究担当者] 杵野 由明、坪内 信輝、山田 英明 (常勤職員4名)

#### [研究内容]

本年度は、大型単結晶合成および評価技術、ウェハ化技術及び大面積合成装置技術について開発に取り組んだ。

大型単結晶合成技術：マイクロ波 CVD 法においてこれまで開発してきた基板ホルダー (高密度プラズマ) および窒素添加安定成長技術を用いて、最高17 mm、4 g の種結晶合成を行った。

ウェハ化技術：「ダイレクトウェハ化技術」によって昨年合成した12×13 mm 種結晶を利用して、その大きさまでのダイヤモンドウェハを安定に製造できるようになった。また、窒素を添加しないアンドープダイヤモンドの自立板の作製に成功した。

大面積合成装置技術：ダイヤモンドプラズマ CVD 装置の詳細について化学反応を加えたシミュレーション技術を実施した。高パワー密度でのラジカルの増減の評価が可能となった。また、マイクロ波周波数を変えた計算の結果、電子密度と成長速度がよく対応することがわかった。50 mm φ の大面積に均質に合成できる見通しが立った。

[分 野 名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ダイヤモンド半導体、結晶成長、ダイヤモンドウェハ

### ⑥【バイオニクス研究センター】

(Research Center of Advanced Bionics)

(存続期間：2003. 8. 1～2009. 3. 31)

研究センター長：軽部 征夫

副研究センター長：新保 外志夫、横山 憲二

所在地：つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、八王子事業所

人 員：12名 (11名)

経 費：203,061千円 (98,109千円)

#### 概 要：

超微量の化学物質、生体成分などを高感度に測定するシステムは、医療福祉、環境、食品、セキュリティなどの分野で強く要望されている。しかし、従来から行われている機器分析では試料の前処理が煩雑で長時間を要し、測定装置そのものが極めて高価であるなどの問題を抱えている。

一方、生体の持つ優れた分子識別機能を応用したバイオセンサーは、これらの問題を解決する優れた計測デバイスである。当研究センターでは、バイオセンサーの研究で世界をリードしてきた実績を基にこれまでに培ってきた知見と経験を活かして、毒性化学物質や DNA を高感度に計測するバイオチップだけでなく、タンパク質の分離・同定を行うバイオシステムチップや細胞マニピュレーション・オンチップ等の実用的デバイスの研究に取り組んでいる。

具体的には、産学官連携による二次元電気泳動を利用したプロテインチップの開発、糖鎖を主成分とした分子認識素子の創製とそれを利用した有害タンパク質検出システムの構築、細胞のセンシングとその機能制御が可能な材料表面構築技術とそれを応用したデバイス・システムの開発等を行っている。

#### 外部資金：

文部科学省 科学技術振興調整費

「生物化学テロにおける効果的な除染法の開発」

文部科学省 安全・安心科学技術プロジェクト

「生物剤検知用バイオセンサーシステムの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業/バイオ材料 (タンパク質など) の選択的修飾技術」

文部科学省 科学研究費補助金

「毒物に結合するペプチドの単離と毒物測定への応用」

文部科学省 科学研究費補助金

「環境対応型光アクチュエータゲルの開発とシステム化」

文部科学省 科学研究費補助金

「ペプチドホルモン調節系の起原と分子進化」

文部科学省 科学研究費補助金

「機能性近赤外蛍光分子プローブの創製と医療診断への展開」

発表：誌上発表24件、口頭発表62件、その他4件

-----  
**プロテインシステムチップチーム**

(Research Center of Advanced Bionics Proteomic Device Team)

研究チーム長：横山 憲二

(つくば中央第4、八王子事業所)

概要：

プロテインシステムチップチームでは、重点研究課題である個別化医療のためのプロテインチップ、バイオメディカル標準のための標準タンパク質、バイオMEMS 作製技術を用いた次世代バイオチップ等の開発を行っている。

1. 個別化医療のためのプロテインチップの開発

個別化医療のためのプロテインチップの開発では、タンパク質を分離する全自動二次元電気泳動システムとタンパク質を検出するウエスタンブロットティングシステムを組み合わせた装置の開発を行っている。本年度は、全自動二次元電気泳動システムについて、再現性、感度、定量性の向上など、製品化に必要な改良を加えた。また二次元電気泳動から引き続きウエスタンブロットティングを行えるチップの作製に成功した。

2. バイオ MEMS 作製技術を用いた次世代バイオチップ等

MEMS (Micro Electro Mechanical System) 基板上において、ヒト疾患関連タンパク質などの生体分子を検出するための MEMS センシングデバイスの開発を目標とした検出法の開発を行っている。具体的には VEGF に対する新規な分子認識素子の開発、分子認識素子の選択的修飾技術の開発、MEMS センシングデバイスへの適応の可能性を示す。

研究テーマ：テーマ題目 1

**糖鎖系情報分子チーム**

(Research Center of Advanced Bionics Glyco-Informatics Team)

研究チーム長：鶴沢 浩隆

(つくば中央第5)

概要：

当チームでは、人にとって有害なタンパク質や毒素等を、高感度に迅速に検知するための研究を展開している。これらの研究は、毒素やウイルスなどが細胞表

面の特定のオリゴ糖や糖脂質、糖タンパク質に結合して感染する事実を材料工学的に応用したものである。本チームでは、認識ツールとしての糖鎖合成とそれのセンサー基板への固定化、さらには、毒素等の高感度検知技術の開発を中心に行なっている。

研究テーマ：テーマ題目 2

**バイオナノマテリアルチーム**

(Research Center of Advanced Bionics Bio-Nanomaterials Team)

研究チーム長：金森 敏幸

(つくば中央第5)

概要：

当チームでは、細胞のセンシングとマニピュレーションが可能なバイオチップの開発をミッションとする。具体的には、高分子材料-細胞間の相互作用について物理化学的な理解を深め、細胞が有する複数の分子素子・ドメイン間の精緻な協調に基づく“ビビッドな”機能を人工的に再現することにより、今までの人工材料には無かった高次な機能を発現しうる人工材料・分子デバイスを開発する。具体的に本年度は、1) 目的とする細胞を連続的に分離する技術 (セルセパレーション)、2) 個々の細胞を操作する技術 (セルマニピュレーション)、3) 細胞を体内に埋め込む技術、の実用化を目指す。以上の目標を達成するための研究要素としては、1) 材料表面での細胞培養技術と材料-細胞間相互作用の評価、2) 機能性分子素子の設計・合成及び機能評価、3) 高分子構造の微細制御と機能性分子素子の組み込み技術、4) 物理刺激による高分子機能の遠隔制御技術、5) 機能集積材料によるデバイス・システムの理論設計、の5つの技術課題を掲げ、研究開発活動を実施した。

研究テーマ：テーマ題目 3

-----  
[テーマ題目 1] 個別化医療のためのプロテインチップの開発 (運営費交付金、外部資金)

[研究代表者] 横山 憲二

(プロテインシステムチップチーム)

[研究担当者] 横山 憲二、平塚 淳典、鈴木 祥夫、木下 英樹、坂口 菜央、畑瀬 美穂子 (常勤職員3名、他3名)

[研究内容]

二次元電気泳動は複数のタンパク質の分離に広く使われている方法である。一般には一次元目に等電点電気泳動 (IEF)、二次元目にドデシル硫酸ナトリウム-ポリアクリルアミドゲル電気泳動 (SDS-PAGE) を行う方法が最も多用されている。しかしながら、二次元電気泳動は操作が煩雑であり、最終的なサンプルの検出までの時間が非常に長く、しかも再現性よく結果が得られない。そこで我々は、これらの煩雑な手作業の操作をコンピュ

ータ制御の自動搬送システムを用いることにより、すべての操作を短時間に全自動で行える二次元電気泳動システムを開発した。

平成20年度は、全自動二次元電気泳動システムの製品化研究の他、全自動二次元電気泳動システムを用いた電気泳動後のタンパク質サンプルを二次元目ゲルからメンブレンに転写し、抗体により検出するシステム（パーソナルプロテインチップ）の開発を行った。具体的には、全自動電気泳動システムに残された課題である、タンパク質の検出感度、分離能、再現性のさらなる向上を目指した。また、パーソナルプロテインチップシステムに用いる、ストライプ電極チップ、タンパク質排出転写システム、自動免疫反応システムの開発を行った。すなわち、タンパク質サンプルを二次元目ゲルからメンブレンに転写し、抗体により検出するシステムを開発した。また、二次元目電気泳動 SDS-PAGE とメンブレンへの転写を連続してワンチップで行えるストライプ電極チップを開発した。さらに、タンパク質をメンブレンに転写するもう一つの方法として、SDS-PAGE の泳動を止めることなくタンパク質を泳動させ、泳動チップから排出される際にメンブレンへの転写を行うシステムの開発を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質分離、プロテオーム、二次元電気泳動、ウエスタンブロッティング、バイオチップ、バイオツール、個別化医療、疾患マーカー

【テーマ題目2】 糖鎖系情報分子を活用した有害タンパク質検知チップの開発（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】 鶴沢 浩隆（糖鎖系情報分子チーム）

【研究担当者】 鶴沢 浩隆、和泉 雅之、加藤 治人、永塚 健宏、近藤 里志、佐藤 啓太、駒野 明香、漆畑 祐司、櫻井 陽（常勤職員2名、他7名）

【研究内容】

当研究室では、これまでに有害タンパク質を高感度に検出する研究に取り組んできた。なかでも、①毒素などの有害物を検出するための糖鎖の設計・合成、②糖鎖の基板への高密度な固定化、③有害タンパク質の高感度検知技術の開発に重点を置いて研究を進めている。本年度は、ウイルス等との結合が期待される硫酸化2糖の合成、および、これまでに我々が開発を進めてきた超高感度な毒素検知法の再現性について検討した。これらの研究は、安心・安全な社会の構築に貢献するものである。

これまで我々は、仔牛由来の酵素、グルクロニダーゼを用いて、グルクロニル硫酸化2糖の効率的な合成法を開発し報告してきた。本年度は、3種類の軟体動物由来（*Helix pomatia*、*Helix aspersa*、*Patella vulgata*）の酵素を用い、基質特異性、選択性、転換率について検討

した。また、緩衝液（酢酸緩衝液、リン酸緩衝液）の違いについても検討した。糖アクセプターには6-硫酸化ヘキシピラノース（グルコ型及びガラクト型）を、ドナーには pNP グルクロン酸を用いた。酵素反応の結果、糖アクセプターにグルコ型を用いた場合には、いずれの酵素も転移反応を示し、9%~13%の転換率で硫酸化2糖を生成した。選択性は、 $\beta$  (1→3)体が多く、 $\beta$  (1→2)との比は、1.3:1~2.7:1であった。緩衝液の違いによる効果はなかった。結果として、仔牛由来の酵素を用いた時に転換率、及び、選択性が最も良い結果を与えた（38%、12:1）。同様に、ガラクト型について検討したところ、カタツムリ由来の酵素（*H. pomatia*、*H. aspersa*）は転移を示さなかった。*P. vulgata* は、チオガラクト型のアクセプターのみ受け入れ、3%~7%の低い転換率で $\beta$  (1→3)体のみを生成した。この結果は、選択性は同じであったが、仔牛由来の酵素 [40%~43%、 $\beta$  (1→3)体のみ生成] よりも転換率が低いことを示している。従って、仔牛由来の酵素を用いるほうが実用的に硫酸化2糖を得ることができる。これらの2糖生成物は、ウイルスとの相互作用解析や、ウイルスの有する酵素機能を不活化する研究への利用に期待される。

これまで我々は、リシンと特異的に結合する糖鎖をセンサーチップに固定化し、表面プラズモン共鳴（SPR）法により、10 pg/mL の当該毒素を5分程度で検知することに成功している。今回我々は、これまでに得た検出限界の再現性について検討した。

まず、99%以上の高精製度を有し、還元末端側にリポ酸を有するラクトース型セラミドをセンサーチップにSAM法で固定化し、糖鎖で修飾した検知チップを用意した。このチップをSPRに装着し、標準タンパク質としてRCA<sub>120</sub>を用い、10 pg/mLの濃度の当該タンパク質を再現性よく検知できるか検討した。6回の検知実験を繰り返し、いずれも高精度に当該タンパク質を検知できた。本分析法が希薄な濃度のタンパク質の定量においても十分に信頼性の高い測定法であることが証明された。

【テーマ題目3】 細胞のセンシングとマニピュレーション技術の開発（運営費交付金）

【研究代表者】 金森 敏幸

（バイオナノマテリアルチーム）

【研究担当者】 金森 敏幸、馬場 照彦、須丸 公雄、高木 俊之、杉浦 慎治、服部 浩二、菊池 鏡子、山口 麻奈絵、佐伯 大輔（常勤職員5名、他4名）

【研究内容】

当研究チームは、分子からシステム・デバイスまで、チーム内で一貫して取り扱うことを基本方針としている。システム・デバイスとして、具体的にはバイオチップを対象とし、1) 細胞アレイチップ、および、2) 膜タンパク質チップ、について集中して研究を行っている。

現在、バイオテクノロジー研究は、ゲノムからプロテオームへと推移している。こういった背景から我々は、次のターゲットは個々の細胞を用いたセンシングや細胞のマニピュレーションに基づくアッセイであろうと予想し、そのために必要な要素技術について研究開発を進めてきた。これまでに、光による細胞マニピュレーション技術を開発し、複数種の細胞を任意の2次元空間配置で共培養することに成功した。本年度は、当該技術によって精密に共培養された細胞が、通常の単層単細胞培養では不可能と考えられてきた、生体内に近い機能を発現することを明らかにした。また、昨年度開発に成功した灌流型細胞アレイチップについては、昨年度に引き続き開発を行っていたグラジエントミキサー（チップ上で任意の濃度の溶液を自動的に調整する機構）を組み込み、チップ上で薬剤の LC50（細胞の生存率が50%となる濃度）を自動的に決定できることを示した。今後は光細胞マニピュレーション技術を応用して当該灌流型細胞アレイチップ内において精密共培養を行い、当該チップが医薬品候補化合物（リード化合物）の初期スクリーニングに有益であることを実証する。

一方、膜タンパク質の利用については、半世紀以上前から膨大な研究がなされてきたが、未だ実用の域に達していないのが現状である。我々は、工学的な観点から膜タンパク質を機能性分子の一つとして取り扱うことにより、新たな展開が期待できるものと考えている。膜タンパク質を活用するためには、目的とする細胞膜などから効率的に可溶性・単離するとともに、膜タンパク質機能を発現させ得る安定な支持膜に再構成し、最終的に膜タンパク質機能を外部への信号として取り出すチップデバイスにする必要がある。効率的な膜タンパク質の可溶性・単離においては、タンパク質変性剤添加により膜タンパク質構造をほぐしつつ可溶性を行うが、その結果、タンパク質活性の著しく低い変性状態の膜タンパク質となるため、活性ある構造に回復（リフォールディング）させ、安定な支持膜へ再構築する必要がある。これらの操作においてキーとなるのが、両親媒性物質である機能性界面活性剤・脂質群である。我々は、1) 水素の代わりにフッ素を導入、2) 分枝構造、3) 不飽和構造、の3点に注目し、計算機化学を利用するなどして合目的に分子設計を行い、さらに有望と推測される界面活性剤・脂質群を合成・機能評価を進めてきた。その結果、界面化学的観点からは、フッ素導入による界面活性剤・脂質膜の界面安定性の向上は見られたものの、タンパク質の可溶性性能やリフォールディング効果は殆ど示さなかった。分枝構造は界面安定性を向上させるとともに、疎水鎖長の長い場合はタンパク質のリフォールディング効果が高いことが認められた。これらの結果に基づき、今後は、分枝構造を有する界面活性剤・脂質を中心に膜タンパク質の再構成を検討して行く。さらに不飽和構造については、膜タンパク質の機能に必要な膜の柔軟性・流動

性を賦与するものであるため、再構成に用いる脂質混合膜系の主要成分として検討して行く。

灌流型細胞アレイチップについては、2年以内に製品化を行い、ベンチャー企業の設立を目指す。細胞アッセイの次は膜タンパク質によるアッセイ（無細胞アッセイ）への要請が高まると予想し、引き続き膜タンパク質の利用技術の研究開発を進める。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】医薬品アッセイ、リード化合物スクリーニング、細胞センシング、細胞マニピュレーション、機能性脂質、刺激応答性高分子材料、バイオチップ、膜タンパク質

#### ⑦【太陽光発電研究センター】

(Research Center for Photovoltaics)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究センター長：近藤 道雄  
副研究センター長：仁木 栄  
主幹研究員：松原 浩司

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5

人員：29名 (28名)

経費：1,340,850千円 (379,594千円)

概要：

21世紀は環境の時代と言われているが、人類の持続的発展のためには環境に配慮したエネルギーの確保が最重要課題であり、そのために自然エネルギー、とりわけ太陽光発電への期待が世界的に高まりつつある。このような背景の中、産総研が太陽光発電研究に対して戦略的に取り組む拠点として当センターは設置された。当センターでは材料デバイスにとどまらず、国の中立機関として求められる太陽電池の標準の供給、ユーザサイドに立ったシステム研究に至るまで総合的に太陽光発電研究に取り組み、2010年に現在の発電コストを1/2に、2030年には現在の1/7にまで低減すると同時に全電力需要の10%を太陽光発電で賄うことを目標としたロードマップを実現するための研究開発を行うことをミッションとしている。

近年、太陽光発電産業をめぐる世界情勢の変化はめまぐるしいが、日本は技術開発レベルにおいては依然世界のトップクラスにある。この地位を維持するためにも次世代に向けた技術開発が必要であり、産総研がその先導的役割を果たすことを目標とする。

太陽光発電普及を加速させるための研究の方向性として、下記課題を4つの柱として、研究活動を行っている。

- (1) 新規太陽電池材料及びデバイスの開発
- (2) 太陽電池の標準化技術、評価技術の開発

- (3) 太陽光発電システム運用技術、評価技術の開発、維持及び規格化
- (4) 太陽光発電を通じた国際協力

外部資金：

新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成 「高性能の凝固体有機色素太陽電池の開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究協力事業 「提案公募型開発支援研究協力事業」助成「太陽電池寿命評価技術の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発／太陽光発電システム共通基盤技術研究開発／太陽電池評価技術の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発／太陽光発電システム共通基盤技術研究開発／発電量評価技術の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発／太陽光発電システム未来技術研究開発／タンデム型高効率・高耐久性有機薄膜太陽電池の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発／太陽光発電システム未来技術研究開発／省資源・低環境負荷型太陽光発電システムの開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発／太陽光発電システム未来技術研究開発／大面積 CIGS 太陽電池の高性能化技術の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「太陽光発電システム等国際共同実証開発事業／太陽光発電システム等に係る設計支援ツール開発事業」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発／太陽光発電システム未来技術研究開発／超薄型ヘテロ構造シリコン太陽電池の研究開発」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エネルギー技術研究開発／太陽光発電システム未来技術研究開発／高電流型高効率薄型シリコン太陽電池の研究開発（ボトムセル）」

新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「新エ

ネルギー技術研究開発／革新的太陽光発電技術研究開発（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）／高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発」

財団法人産業創造研究所 受託研究「無償譲渡に伴う同財産の使用状況の確認並びに NEDO への報告等」

発 表：誌上発表119件、口頭発表159件、その他62件

#### シリコン新材料チーム

(Novel Silicon Material Team)

研究チーム長：近藤 道雄

(つくば中央第2)

概 要：

薄膜 Si 太陽電池は、市場拡大による大量導入が期待されている次世代型の太陽電池であり、この太陽電池の大規模普及を推進するため、高効率化が可能な多接合型薄膜 Si 太陽電池のデバイス化技術を重点的に開発する。さらに、薄膜 Si 太陽電池で必要不可欠な透明電極や光閉じ込め基板を高性能化し、これを太陽電池に導入することにより変換効率の向上を目指す。年度進歩：

- 1) 多接合型太陽電池のボトムセルに適用できる新規ナローギャップ材料として微結晶 SiGe を開発し、Ge 組成10%・厚さ1.1ミクロンの単接合セルにおいて変換効率8.2%を達成した。同じ膜厚の微結晶 Si 太陽電池と比較すると、近赤外領域の量子効率の増大により短絡電流密度は2-3 mA/cm<sup>2</sup>大きいことが確認された。また、厚さ2.2ミクロンの微結晶 SiGe 太陽電池では、負バイアスを印加した状態で30 mA/cm<sup>2</sup>以上の光電流密度が得られた。薄膜で赤外感度に優れた微結晶 SiGe を3接合型太陽電池のボトムセルに用いることで、スペクトル感度の広帯域化と変換効率の改善が期待できる。
- 2) 多接合型太陽電池の透明電極の開発では、光学吸収ロスを広帯域に渡って低減する必要がある。これまで太陽電池の透明電極として用いてきたガリウム添加酸化亜鉛 (GZO) 膜の膜質向上の手法について検討した結果、真空下での500℃以上の急速加熱処理 (RTA) が有効であることを見出した。5分間の RTA 処理により、キャリア濃度を10<sup>20</sup> cm<sup>-3</sup>台前半まで低減し、移動度が16 cm<sup>2</sup>/Vs から26 cm<sup>2</sup>/Vs まで向上することにより、シート抵抗を増加させることなく赤外領域の透過率を大幅に改善することに成功した。この透明電極を太陽電池の表面電極に適用した結果、短絡電流密度が1 mA/cm<sup>2</sup>以上向上することが確認された。
- 3) 微結晶 Si 太陽電池における光閉じ込めの高度化を目的とし、規則的な周期構造を有する新テクスチャー形成法を開発した。このテクスチャーはアルミ



ニウム基板の陽極酸化法により形成し、陽極酸化条件および酸化後のウエットエッチング条件を制御することによりテクスチャーの形状制御も可能であることを明らかにした。表面の凹凸周期が約0.9ミクロンの基板を作製し、これを厚さ0.5ミクロンの微結晶 Si 太陽電池に適用した結果、従来の基板を用いたものより短絡電流密度が約2 mA/cm<sup>2</sup>改善し、変換効率8.1%を達成した。

#### 化合物薄膜チーム

(Thin Film Compound Semiconductor Team)

研究チーム長：仁木 栄

(つくば中央第2)

#### 概要：

2030年セル効率25%、モジュール効率22%という目標の実現に向けて20%超の CIGS 太陽電池実現のための要素技術の開発を行う。また、酸化亜鉛系ワイドギャップ半導体の製膜技術と材料制御技術を向上することで、透明導電膜の特性を向上するとともに、光・電子デバイスとしての可能性を探る。

- 1) 蒸着法を用いて高品質かつ大面積な CIGS 光吸収層の製膜と集積化技術を開発することで、結晶シリコン太陽電池並の高効率な CIGS サブモジュールの開発を目指す。
- 2) 変換効率20%超の CIGS 太陽電池の開発を目指し、高開放電圧で高 FF を実現するための太陽電池プロセスを開発する。
- 3) フレキシブル基板上的 CIGS 太陽電池の性能を向上するための技術開発を行う。
- 4) CIGS 太陽電池の大量導入を目指し、Mo や In などの省資源化技術を開発する。

#### 年度進歩：

- ・大面積高品質製膜技術の開発：集積型モジュールを作製するためのプロセスを改良し、10 cm 角の集積型サブモジュールで変換効率15.9%を達成した。また、インライン CIGS 製膜において、製膜プロセスの高度化を図ることで、小面積セルで17.3%、10 cm 角の集積型モジュールで14.5%と固定製膜と同等の性能を実現した。
- ・高効率化技術の開発：ドーピングによって CIGS 光吸収層の電気伝導性の制御技術を開発し、開放電圧の向上を図ることを目的に水蒸気照射効果のメカニズムの解明と新しいドーパントの探索を行った。水蒸気照射によってホール濃度が向上するのはセレン空孔のパッシベーション効果にあることを明らかにした。また、この手法を用いてワイドギャップ CIGS 太陽電池の高性能化に取り組み、禁制帯幅 1.4 eV で  $\eta=15.3\%$  (反射防止膜無)、1.3 eV で  $\eta=18.1\%$ 、1.2 eV で  $\eta=18.6\%$  を達成した。
- ・フレキシブル太陽電池の開発：C 新しい Na 制御法

を開発し、セラミクス基板上で変換効率17.7%、金属ホイル基板上で変換効率17.4%、ポリイミド基板上でも14.7%という高効率を実現した。

- ・省資源型 CIGS 太陽電池の開発：CIGS 薄膜化技術については、膜厚の異なる CIGS 光吸収層を有する CIGS 太陽電池を作製し、CIGS 光吸収層の膜厚と太陽電池特性の関係に関する検討を行った。CIGS 光吸収層を高品質化することで、Mo 使用量 1/2以下 (400 nm)、In 使用量1/3以下 (CIGS 膜厚0.8  $\mu\text{m}$ 、Ga 組成0.42) で変換効率15.3%を達成した。Mo 裏面電極の薄膜化技術に関しては、Mo 膜厚が通常の1/4の200 nm で効率16.9%、1/10以下の70 nm でも効率16.0%と、Mo 裏面電極を予想以上薄くできることを確認した。

#### 結晶シリコンチーム

(Advanced Crystalline Silicon Team)

研究チーム長：坂田 功

(つくば中央第2)

#### 概要：

次世代超薄型結晶シリコン太陽電池の高効率化に向け、結晶シリコン太陽電池の作製プロセスの高度化、新規プロセスを取り入れた結晶太陽電池の作製を行う。プラズマレスガスエッチングによる表面テクスチャ形成技術の最適化、および低温 BSF 構造の改良と作成条件の最適化を通じて、多結晶界面制御型太陽電池の一層の高効率化を図る。また、試作ラインを活用して結晶シリコン太陽電池用要素技術の検討を行う。

省資源低環境負荷型太陽光発電システムの開発に向け、非希少で低環境負荷の化合物ワイドギャップ太陽電池材料の探索と評価を行う。シリコン基板への格子整合系である III-V 稀薄窒化物系 (GaPN 系) について、点欠陥の評価とドーピングの検討を行う。

#### 年度進歩：

次世代超薄型結晶シリコン太陽電池の高効率化においては、基板厚さ100  $\mu\text{m}$  レベルの結晶シリコン太陽電池の作成プロセスを検討し、シリコン窒化膜形成工程の改善による短波長感度の向上と、アルミ BSF 工程の最適化による長波長感度の改善で、厚さ100  $\mu\text{m}$  の単結晶シリコンセル (2 cm 角) で、変換効率 17.3%を達成した。XeF<sub>2</sub>を用いたプラズマレスガスエッチングにメタルマスクを併用することで用いて均一なテクスチャが形成できることも見出した。また、低温形成 BSF (Back-surface-field) 技術では、ボロンドープ p 型 a-Si:H 薄膜、ボロンドープ p 型微結晶シリコン ( $\mu\text{c-Si:H}$ ) 薄膜が多結晶シリコン基板の BSF 構造として有用であることを確認した。従来のアルミを用いた BSF 構造と異なり、低温形成 BSF は厚さ100  $\mu\text{m}$  の基板に形成しても反りが生じない。

III-V 稀薄窒化物系 (GaPN 系) 材料の研究におい

て、GaPN 薄膜中の点欠陥の解析にフォトルミネセンス (PL) が有効であることを確認した。GaPN に特有なブロードな PL ピークが観測され、このピークは、膜中の窒素クラスターに起因している可能性が高いこと、膜成長後の熱アニールにより、窒素クラスターの解離と欠陥の低減が生じることが判明した。CBr<sub>4</sub> を炭素源として使用することで、GaPN への炭素導入が実現でき、GaPN 中で炭素はアクセプタとして働くことを確認した。炭素の活性化率は、GaPN の中では炭素濃度によって変化することを明らかにした。

#### 産業化戦略チーム

(Strategic Industrialization Team)

研究チーム長：増田 淳

(つくば中央第2)

#### 概要：

産業技術総合研究所で開発された太陽光発電に関する要素技術のみならず、民間企業、大学ならびに公設試験研究機関で開発された技術をも含め、各種要素技術の実用化可能性を検証し、産業界への技術移転を加速することを目的としたチームである。ハード面では、太陽電池製造用試作ラインや実証プロト機を用いた試験により、産業界への技術移転の可能性を検証している。ソフト面では、太陽電池メーカーのみならず、装置メーカー、部材メーカーをも含めた産学官連携コンソーシアムを設立し、産学官の人材の交流や知見の融合を図ることで、太陽光発電分野における日本の産業競争力強化に資する技術開発を試みている。また、民間企業や大学の若手人材を共同研究員として受け入れ、集中研方式で共同研究を推進することにより、太陽光発電分野の将来を担う人材の育成も試みている。さらに、国内外の太陽光発電に関する要素技術を幅広く調査し体系化することにより、研究開発の方向性を正しく認識することにも努めている。

#### 年度進歩：

各種太陽電池ならびに関連する周辺技術について、民間企業ならびに大学等との共同研究を実施した。一部の共同研究は NEDO の委託研究に基づいて実施したものである。

「フレキシブル太陽電池基材コンソーシアム」に参画した有沢製作所、きもと、住友ベークライト、日本合成化学工業、帝人デュボンフィルム、東芝機械、三菱瓦斯化学とともに、太陽電池部材に用いることを目的に、ポリマー基材上に酸化物透明導電膜を低温形成する技術の開発に取り組んだ。テクスチャ構造を形成した紫外光硬化性アクリル樹脂を汎用ポリマー基材に貼り付ける技術を平成19年度に開発したが、この技術をロールツーロールプロセスで実現可能なように改良した。このようなポリマー基材上にアモルファスシリ

コン太陽電池を作製したところ、ガラス基板上に作製した場合と同等の性能が発現可能なことを見出した。当該技術は、高品質フレキシブル太陽電池の実現に資することにより、太陽電池設置場所の大幅拡大に繋がる技術である。

NEDO の委託研究では、フッ素ガスを用いたプラズマクリーニング技術の開発に取り組んだ。前年度までにフッ素プラズマクリーニング前後でアモルファスシリコン太陽電池特性に変化が生じないことを明らかにしてきた。今年度は、フッ素を用いたチャンバークリーニング技術が、アモルファスシリコン太陽電池のみならず、微結晶シリコン太陽電池にも適用できるか否かを検証した。検証に用いたプラズマ化学気相成長装置の周波数は27.12 MHz であり、対応可能な基板サイズは、310 mm×410 mm である。フッ素プラズマもしくは三フッ化窒素プラズマを用いてチャンバークリーニングを行った場合の微結晶シリコン単接合太陽電池の特性を評価したところ、フッ素プラズマを用いた場合においても、三フッ化窒素プラズマを用いた場合と概ね遜色ない特性が得られることが明らかとなった。このことより、フッ素プラズマを用いたチャンバークリーニングは、アモルファスシリコン太陽電池のみならず、微結晶シリコン太陽電池にも適用可能であることを実証できた。フッ素プラズマを用いた場合、本試験時の微結晶シリコン膜のエッチング速度は43 nm/s であった。さらに条件によっては、最大速度71 nm/s で微結晶シリコン膜がエッチング可能であることも明らかになり、本手法が高速クリーニング技術として有効であることも確認できた。

さらに、太陽電池の製造コストの将来予測を行った。その結果、既存技術の延長においても、ロールツーロールプロセスを用いた薄膜シリコン太陽電池においては、モジュール製造コストを65円/W まで低減可能なことを検証した。

#### 評価・システムチーム

(Characterization, Testing and System Team)

研究チーム長：菱川 善博

(つくば中央第2)

#### 概要：

##### 1. 太陽電池評価に関する研究

日本における太陽電池標準のトレーサビリティの確立と維持、その高度化を図る。また国際比較を通してその測定技術に関する高い技術レベルを海外に示すことで太陽電池システム輸出入の促進にも重要な貢献を行う。新型太陽電池の測定技術の確立や規格化においても中心的な役割を果たす。さらに、長期寿命を保証するための加速劣化試験手法の開発やリサイクル手法に関する研究など、太陽電池のより広範な普及に欠かせない研究を遂行する。

- 1) 太陽電池性能評価の基本となる一次基準太陽電池校正を実施するとともに、その技術の高度化を目指す。世界の主要な研究所・機関が参画する基幹国際比較において日本の **Qualified Lab** として高い技術レベルを示すとともにその維持・向上を図る。
- 2) 結晶 Si・薄膜 Si・化合物半導体・多接合・有機等、各種新型太陽電池の高精度な評価を可能にするために、各種太陽電池に特有なデバイス構造・分光感度特性・電気的時定数・光照射効果・温度照度依存性等を正確に考慮した性能評価技術を開発し、実施する。
- 3) 寿命の長い太陽電池モジュールの信頼性を短期間で評価するための複合加速劣化試験技術を開発する。

年度進歩：

- 1) 二次基準モジュールの校正値とソーラシミュレータ設定照度の不確かさ、及びセルの特性バラツキに関して、モンテカルロ法による解析を実施した。基準モジュール方式を採用することにより、基準セル方式に比べて、モジュール測定時における測定値偏り等を解消できることを明らかにした。一次基準太陽電池の校正を実施した。
  - 2) 太陽電池メーカー等で研究・開発された各種新型太陽電池セル・モジュールの測定技術開発および測定を行った。大型太陽電池モジュール内の任意のセルの分光感度を高精度に測定するモジュール分光感度評価の技術を高度化し、多接合モジュールの各セル中の要素セル分光感度測定を可能とした。幅広い温度条件における太陽電池特性を正確に評価するために、10℃以下～65℃以上の高温域における太陽電池性能の屋内評価技術を開発した。
  - 3) 3SUN 条件下でのサイクル試験が可能な複合加速劣化試験を実施し、デラミネーションや裏面ふくらみといった屋外の主要な劣化症状に対する加速試験の検討を実施した。複数種類のモジュールで、屋内加速試験でこれらの症状の発生と増大を確認した。
2. 太陽光発電システムに関する研究

太陽光発電システムの大量導入時代に向けて、太陽光発電システムの設計段階から施工、運用に至るまでの総合支援技術を開発する。直流（アレイ）出力に異常があると判定された場合には、アレイ端から信号波を入力しその反射波を観測するタイムドメインリフレクトメトリ（TDR）を用いる方法により、不具合箇所・種類を特定するための技術を開発する。

太陽電池モジュール等の年間発電量を各種太陽電池で評価するため、標準試験状態（STC）を補完する複数の試験条件の検討を行う。多様化する太陽電池技術に対し、STC を補完する評価体系として、発電量定格方式の検討を行う。日射・温度・分光放射の同時分布観測を実施し、線形内挿法による任

意条件への換算方式の検証を行うなど、発電量定格方式の基本技術開発を行う。

フィールドテストに関しては、屋外測定試験の国際比較を含めて運転データの収集方法・分析手法の開発を行う。高温地域の環境に適し信頼性のより高い太陽電池の製作に有益な知見を得ることにより、日本および当該国の太陽電池産業の発展に寄与する。また、大量導入時における系統への影響評価およびエネルギーマネジメントの技術開発を行う。

年度進歩：

太陽電池屋外測定試験の国際比較研究に関して、高温気候（タイ）と高温・高温度差気候（インド）、および温暖気候（日本）で複数種類の太陽電池の屋外曝露比較試験を行うために、新たにインドと九州に屋外測定拠点を整備中である。発電量定格技術については、国内7箇所屋外測定ラウンドロビン測定を実施して、国内9箇所の気象における発電量を比較検証している。これらの結果をもとにアルゴリズム開発、基礎データ取得、計測方式を検証し、国際標準委員会（IEC TC82 WG2）での審議に反映させる。太陽光・風力・ディーゼル等を含めたハイブリッド太陽光発電システムの設計支援ツール開発を行っている。将来の大規模な PV システムの導入にあたり、系統連系技術における技術的導入限界量に関する検討を行った。グリッド全体での短周期変動の影響を検討およびならし効果を加味した、PV システムの変動特性に関するシミュレーションにより、日射強度の最大出力変動幅は、2分窓では、数十 km にて安定し、20分窓では、100 km 以上にて安定する等の知見が得られた。

#### 有機新材料チーム

(Advanced Organic Material Team)

研究チーム長：吉田 郵司

(つくば中央第5)

概要：

高性能の有機薄膜太陽電池を開発することを目的に、高効率化を目指した高電圧および高電流のシングルセルおよびタンデムセルの研究開発を行う。また、実用化に向けた高耐久性については、有機薄膜太陽電池の劣化機構の解明を行い耐久化への設計指針を確立する、更に、ロール・ツー・ロールなどの低コスト製造技術に向けた、各種印刷塗布プロセスの検討などを行う。

色素増感太陽電池の開発では、非ルテニウム系材料としての新規有機色素の開発、ナノ結晶酸化半導体電極の開発、イオン性液体またはイオンゲルから成る電解液の導入など、低環境負荷な新規色素増感太陽電池の開発を行う。また、新規有機色素の設計・合成ならびに光化学・電気化学等の基礎物性評価を行う。

年度進歩：

ロールツーロール（R2R）法に向けた検討として、

ブラシ法および引き上げ法による高効率の有機薄膜太陽電池の作製を行い、従来のスピコート法と比較した。セル構造は ITO/PEDOT:PSS/P3HT:PCBM/Al であり、活性層である P3HT:PCBM 層の作製をスピコート法の他、R2R 法に適用可能なブラシ法および引き上げ法で行った。引き上げ法ではクロロホルム溶液から引き上げることで製膜し、ブラシ法ではテフロン製のブラシを用いて、加熱した基板上にクロロベンゼン溶液を直接塗布した。エネルギー変換効率 (PCE) は AM 1.5 G (100 mW/cm<sup>2</sup>) の擬似太陽光を照射したときの電流-電圧特性 (J-V 特性) から評価した結果、引き上げ法及びブラシ法ともに、スピコート法で作製した素子と同等に3%を超える高い変換効率を有する素子を作製することができた。

また、典型的な P3HT:PCBM を活性層とする有機薄膜太陽電池の劣化挙動について詳細に調べた。光照射下での安定性試験は擬似太陽光を50時間連続照射することでを行い、セルの部分的な発電特性を観測するためにレーザービーム起電流 (LBIC) 法を用いた。

窒素雰囲気中での連続光照射下安定性試験を行った結果、変換率は初期効率の約40%まで大きく低下した。特に、開放電圧 (VOC) と曲線因子 (FF) の低下が顕著であった。また熱アニール処理すると PCE がほぼ試験開始時の値まで回復した。従って、劣化では無く残存する酸素や水分によるキャリアトラップ、または電極までキャリア輸送ネットワーク中のキャリアトラップによる効率低下と考えられる。次に、大気中で行った連続光照射下安定性試験の結果、JSC が大きく低下した。また、試験後の熱アニール処理を行ったところ VOC は初期値まで回復したが、JSC はあまり回復が見られなかった。そこで LBIC 測定法によりセル中の光電流の2次元分布を観察したところ、スポット状の劣化が現れており、大気中の酸素・水分が原因であると考えられる。更に、大気中で暗所に保存したセルの安定性 (経時変化) について調べた結果、JSC が低下して大気中光照射下での劣化と同様のスポット状の劣化が観察された。XPS による評価から、Al 電極の酸化によって実効的なセルの面積が減少して、JSC が低下したことが明らかとなった。

高性能ならびに高耐久性を目指した、有機色素増感太陽電池の開発において、新規に設計・合成した有機色素 MK-2と、非溶媒で非揮発のイオン性液体電解質を用いた太陽電池で、7.6 %の高いエネルギー変換効率を達成した (AM1.5G、アパーチャマスクあり、反射防止膜なしの条件下)。同じイオン性液体電解質を用いた太陽電池においては、通常色素増感太陽電池の光増感剤として用いられるルテニウム錯体 (N719と Z907) を用いた場合よりも効率が上回った。これは、MK-2がルテニウム錯体よりも大きい光吸収係数を有すること、分子構造により立体的に酸化チタン中の電

子とヨウ素レドックスイオンとの再結合を抑制することが高性能の原因であることを明らかにした。

さらに、イオン液体電解液を用いた系 (7%以上の変換効率) において、疑似太陽光の連続2000時間以上の光照射 (紫外線カット、約50度) においても光電変換特性の良好な耐久性を得ることができた。80度の高温や紫外線を含む白色光下での耐久性も評価した結果、若干性能は低下するものの、色素の分解や電極からの脱離はほとんど起きておらず、他の要素が原因であることを明らかにした。

また、新規の有機色素の開発においては、ドナー部位であるカルバゾールドナー骨格に、ドナー性を向上させるためのアルキルオキシフェニル基を導入した、MK-14や MK-20を設計、合成した。これらの色素はチオフェン数が3にもかかわらず、チオフェン数が4のMK-2と同様の光吸収特性を示すことがわかった。これは置換基導入により、カルバゾール骨格のドナー性が向上したためと考えられる。これらの色素を用いた色素増感太陽電池において、酸化チタン電極等の最適化をおこなった結果、MK-2に匹敵する8.1%の変換効率を達成した (アセトニトリル系電解液)。

さらに、省資源化として、カーボンナノチューブ対極の検討をおこなった (脱白金対極)。その結果、有機色素を用いた太陽電池最高6.3%の変換効率を達成することに成功した (有機溶媒系電解液)。これは、非ルテニウムならびに非白金の省資源型の色素増感太陽電池の一つの方向性を示す結果として意義があるものと考えられる。

## ⑧【システム検証研究センター】

(Research Center for Verification and Semantics)

(存続期間：2004. 4. 1~2010. 3. 31)

研究センター長：木下 佳樹

副研究センター長：渡邊 宏

所在地：関西センター千里サイト

人員：9名 (8名)

経費：172,297千円 (93,049千円)

概要：

情報処理システムによる制御が宇宙航空、原子力から金融、通信、計量器にまで遍在化 (ubiquitous) した結果、システムのバグ (誤動作) の社会に及ぼす影響がますます深刻になっている。

現状では、実機を稼働させて動作を観察し、バグを発見する、動作テストによる方法が今なお主流だが、すべての場合を尽くせないための見落とし、再現困難なバグへの対処などの信頼性に関する問題と、上流工程では適用できない、実機の稼働後でない適用でき

ないなどのシステム開発の生産性に関する問題があり、もっと強力な検証法が求められている。

本研究センターでは、数理的技法（形式的技法、**Formal Methods**）による検証法（数理的検証法）の研究を行っている。

伝統的な意味での科学研究と、研究者の能力と知識による社会貢献を意図したフィールドワークの二本立てで研究を推進し、コアメンバーが両方の仕事に携わることによって最新の科学研究の成果をフィールドワークを通して社会に移転し、かつ社会の現状を観察した上で科学研究のテーマを選ぶ、という双方向のインタラクションを生むべく活動している。

フィールドワークでは、企業や産総研内の先端情報計算センターなど、実際に情報処理システムを開発している場所をフィールドとして、そこで抱えている問題を、システム検証の科学技術によって解決するべく試みる。

この仕事では、必ずしも我々自身が生んだ科学研究上の成果を応用することにはこだわらない。研究のおかげで、この分野に関する能力と深い専門的知識を研究員は持ち合わせており、これをフィールドにおける問題解決に利用する。

科学上の価値観よりもフィールドにおける価値観を優先させるのである。

本年度は具体的には、L社とのモデル模倣の検証に関する予備研究、Q社との交通運賃計算算法の検証などの共同研究をそれぞれ相手先企業の資金提供を得て行い、また、計量標準へのソフトウェア認証導入、規格化に関して、計測標準研究部門に協力した。さらに、昨年度補正予算によって開始した連携検証施設さつきの準備が本格化し、当研究センターも積極的に貢献した。

科学研究のテーマによって、算譜科学、自動検証法、対話型検証法などの研究チームを設けているが、実際の研究活動は、プロジェクトごとに班を構成し、必要なメンバーがプロジェクト毎に離合集散する、という形をとっている。

理論研究のために用いる手法は、構成的型理論、数理論理学、圏論（特に Lawvere による函手意味論）、関係代数、計算論（特に項書換系）などで、現在の研究対象は一階様相 $\mu$ 計算、余代数、不動点付様相論理の函手意味論、Kleene 代数の一般化、等式付木構造オートマトン、不動点付様相論理の充足可能性算法などである。また、Chalmers 工科大学（瑞）で行なわれてきた、Martin-Löf の構成的型理論に基づく対話型証明支援系 Agda の開発に参加し、Agda をシステム検証に応用する実験をいくつか行なった。本年度は、Agda の利用スキルが研究センター全体に広がり始めた年であった。

外部資金：

1. 独立行政法人 科学技術振興機構  
制度名：戦略的創造研究推進事業（CREST）  
「利用者指向ディペンダビリティの研究」（木下 佳樹）
2. 経済産業省  
制度名：地域イノベーション創出研究開発事業  
「仕様書の統一様式の策定と仕様整合性検証システムの研究開発」（矢田部 俊介）
3. 独立行政法人 日本学術振興会  
制度名：科学研究費補助金（基盤研究 B）  
「仮想計算機によるコミュニケーションバックトラッキングとモデル検査への応用」（高橋 孝一）
4. 独立行政法人 日本学術振興会  
制度名：科学研究費補助金（萌芽研究）  
「多値モデル検査法を用いたモデリング・エラーの発見」（木下 佳樹）
5. 独立行政法人 日本学術振興会  
制度名：科学研究費補助金 若手研究（スタートアップ）  
「テストに基づく補題発見法を用いた安全性自動検証器の開発」（中野 昌弘）

資金提供型共同研究 3件

発表：誌上発表23件、口頭発表28件、その他0件

#### 自動検証研究チーム

(Automatic Verification Research Team)

研究チーム長：高井 利憲

概要：

フィールドワーク1班、事例データベース班、検証自動化班、研修コース班の活動を通じて研究を実施した。また、FW1班の共同研究成果を発展させ、モデル検査における反例集合の獲得に関する研究も行った。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

#### 算譜意味論研究チーム

(Programming Semantics Research Team)

研究チーム長：高橋 孝一

概要：

Agda 班、ディペンダブル OS 班、システム設計検証技術研究会班、検証自動化班の班メンバーが班業務を通じて研究活動を実施した。

Agda 班の山形頼之は、spin プラグインを作成した。ディペンダブル OS 班の高村博紀は、規格策定のため規格文書の読み合わせを行った。地域イノベーション

班の岡本圭史は、班の Agda 教育係として大きく貢献した。システム設計検証技術研究会班の高橋孝一・玉木巖は7回の講演会を開催した。検証自動化班の高橋孝一・関澤俊弦は分散検証技術の調査を行った。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

### 対話型検証研究チーム

(Interactive Verification Research Team)

研究チーム長：大崎 人士

概要：

平成20年度の対話型検証研究チームの構成は、安部達也、大崎人士、加藤紀夫、武山誠、松崎健男、矢田部俊介、富松美知子の7名から成る。Agda 班、ディペンダブル OS 班、地域イノベーション班、フィールドワーク8班、フィールドワーク9班の活動を通じて研究を実施した。

Agda では Agda Intensive Meeting 9 (AIM9) の開催、Agda に関する技術相談 (サポート) を実施した。

CREST ディペンダブル OS は、10月から研究事業を開始し、ソフトウェアディペンダビリティの規格策定作業、適合性評価ガイドラインの作成、ライフサイクルガイドラインの作成を手がけた。

地域イノベーションでは、受発注時のコミュニケーションに起因するシステムの不具合をなくすため、特に、組込みシステム開発のための仕様書統一様式と仕様処理システムの研究開発を行い、各システムの仕様およびプロトタイプを作成した。

他の2件の企業との共同研究では、それぞれ、超上流～上流工程で作成された仕様書(要求分析資料)の形式的記述と検証ツールの適用実験を通じて形式手法の利用に向けた評価、タイミングに起因するバグの検証を可能にする検証向きのソフトウェア開発手法の提示を行った。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

**[テーマ題目1] システム検証の数理的技法に関する研究 (運営費交付金、(独) 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 (CREST))**

**[研究代表者]** 木下 佳樹

(システム検証研究センター)

**[研究担当者]** 木下 佳樹、尾崎 弘幸、高井 利憲、高橋 孝一、高村 博紀、西原 秀明、矢田部 俊介、武山 誠、中野 昌弘、吉田 聡、岡本 圭史、池上 大介、渡邊 宏、大崎 人士、加藤 紀夫、安部 達也、松野 裕、関澤 俊弦、山形 頼之、松崎 健男、北村 崇師  
(常勤職員9名、他12名)

### [研究内容]

・抽象化ツール

DSW (Deutsch-Schorr-Waite) マーキングアルゴリズムは、ポインタ操作プログラムの検証においてベンチマークとして知られる。Agda にプラグインとして $\mu$ 計算の充足可能性判定器を用いてこのアルゴリズムの正当性を証明した。従来の研究に比べ、証明に要する時間が短縮されている点の特徴である。

また、1次元イジングモデルの検証も行った。これは、物理領域における磁性体のモデルとして知られる1次元イジングモデルを確率モデル検査を用いて検証した事例である。この研究で得られた結果は、物理学的には既知であるが、従来コンピュータシミュレーションなどで扱われていた対象を形式手法の枠組みでも扱えることを示した。

・算譜意味論

数理的技法により、ソフトウェアの不具合を防ぐことを目的とする。ソフトウェアにおける数理的技法とは、ソフトウェアに対し数理モデルを与え、その数理モデルの上で数学的な議論に基づき、そのプログラムが正当であることを証明するというものである。

既知の数理モデルを洗練させること、また、新たな適切な数理モデルを探すことを研究している。

また、数理モデルの上でプログラムの正当性を証明するには、数理モデルに関する理論と、正当性を数学的に記述する技法が必要である。このような理論と技法の研究を行っている。

Bishop 流の構成的数学の枠組みで  $\mathcal{C}^{\infty}$ -algebra の正要素の冪に関し、ゲルファンドの表現定理を利用して、小笠原の定理に証明を与え、その成果を発表した。

Stefano Berardi 教授と 2-backtracking game に対応する論理体系を定義する研究を行い、その成果を Types Workshop 2009 で発表した。

一階様相 $\mu$ 計算の拡張方法を流用し、 $\mathcal{C}TL^{\ast}$ を一階へ拡張した論理を新たに構築し、前者の表現力が後者の表現力より真に強いことを証明し、その成果を発表した。

・オートマトンと検証

大崎が在外研究のためイリノイ大学に滞在中心 (2007/6-2008/5)、次の研究を行った。

(1) 評価器付ツリーオートマトン TAN の研究

従来の等式付オートマトンには適さないとされている「非線形な等式公理」の一部を自然に扱うことができる枠組みであることを示した。可換冪等モノイドの構造をもつ木構造言語は、従来の枠組みでは補集合演算について閉じない例として、長らく避けて議論されていた。関弘之教授 (NAIST) との共同研究で、冪等 ( $x+x=x$ ) を書換規則  $x+x \rightarrow x$  に置き換えて TAN の受理言語として扱うとブール演算について閉じることが判明した。さらに、半構造化文書の整合性検証で、

従来の拡張型ツリーオートマトンでは扱えないが、TAN の枠組みを用いると自動検証可能になる具体例が見つかった。

(2) プロポジショナル・ツリーオートマトンの研究

Joe Hendrix 氏 (イリノイ大学) との共同研究で、プロポジショナル・ツリーオートマトンと交代 (alternating) ツリーオートマトンとの相互変換について考察し、その帰結として上述の可換冪等モノイドの例は、TAN では空判定 (および包含判定) が決定可能であることが判明した。

(3) モノトーン・AC ツリーオートマトンの研究

小林直樹教授 (東北大学) との共同研究で、モノトーン・AC ツリーオートマトンの表現力について考察をさらに進めて、ディオファンティン不等式制約の部分クラスとの対応を明らかにした。この結果、ペトリネットの部分クラスで、所属問題の計算量がペトリネットよりも真に小さい場合でも、指数ディオファンティン不等式が翻訳可能であることが判明した。本研究成果は、国際会議 (International Conference on Rewriting Techniques and Applications) で最優秀論文賞を受賞した。

・統合検証環境

Agda は、仕様に対して正しいプログラムと証明の構成を支援するための記述言語およびソフトウェアシステムである。対話型証明支援系と呼ばれる Agda は、10年ほど前にスウェーデンのシャルマース工科大学で開発が始まったが、システム検証研究センターでは、2004年から Agda の開発に加わり、独自の拡張として外部の自動検証ツールを統合した。

統合検証環境 (Agda-IVE と呼ぶ) は、プログラムや証明を直接編集する形の構造エディターのようなユーザーインターフェイスがある。「人に読んでもらって理解を伝えるためにプログラムと証明を書く」という考えにもとづいている。Agda と Agda-IVE は、システム検証研究センターの中核技術の一つであり、企業との共同研究にも使われ、検証事例の実績を着実に上げている。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 抽象化、数理的手法、自動証明、対話的証明、代数構造

[テーマ題目2] システム検証の数理的技法に関するフィールドワーク (運営費交付金)

[研究代表者] 木下 佳樹

(システム検証研究センター)

[研究担当者] 木下 佳樹、尾崎 弘幸、高井 利憲、高橋 孝一、高村 博紀、西原 秀明、矢田部 俊介、武山 誠、中野 昌弘、吉田 聡、岡本 圭史、池上 大介、渡邊 宏、大崎 人士、加藤 紀夫、安部 達也、松野 裕、関澤 俊弦、山形 頼

之、松崎 健男、北村 崇師  
(常勤職員9名、他12名)

[研究内容]

・フィールドワーク

フィールドワーク1班:

次世代組込みプラットフォームの検証を、矢崎総業株式会社などとの共同で実施した。今年度は、まずは組込みネットワークプロトコル規格である FlexRay の検証を試みた。具体的には、ツール Agda を用いた定理証明と、Spin によるモデル検査の二つを行った。

フィールドワーク8班:

車載組込みシステムの開発に、数理的技法による検証を取り入れるための共同研究を行った。対象とするシステムの開発では差分開発されるモジュールの結合時に不具合が発生しやすいが、本研究ではこのような不具合の検出を容易にする開発の枠組みを提示し、仮想的な適用実験によってその有効性の評価を行った。

この枠組みでは、モジュールごとに要件を管理し、さらにモデル検査と模倣検査を組み合わせることによって、ソースコードの検証が可能になる。

今後、枠組みの現場導入における課題を明らかにするための適用実験の実施が期待される。

フィールドワーク9班:

2008年10月から始まった本共同研究では、社会インフラとなる情報システムに対する高水準の安全性を検証する技術を研究開発している。今年度 (研究上半期) は、(1) 検査の対象となる情報システムの異なる2つの要求仕様書が相互に記述漏れや矛盾がないことの検証実験、(2) 追加した仕様在意図を過不足無く記述されていることに検証実験を行った。いずれの実験でも仕様書中の不具合や記述の漏れを発見指摘して、形式手法の適用評価を満足いくレベルで実施できた。現在、適用実験の規模を拡大する準備を進めている。

・研修コース

モデル検査研修コースを延べ四回開催した。そのうちの一回は所外 (宮城県公設試) からの依頼であり、一回は組込みソフト産業推進会議と関西センターとの共催による高度人材育成プログラム「組込み適塾」の一科目である。

モデル検査研修コース中級編テキストを改良し、技術報告として出版した。また、新たな研修コースとして Agda 研修コースの教材開発を開始した。今年度はコースで扱う内容を検討し、Agda を用いた中規模の演習問題を作成した。

共同研究にて、各自のモデル検査の教育活動を比較し文書化した。また、モデル検査の知識を体系だてた MCBOK (Model Checking Body of Knowledge) を策定した。

[分野名] 情報通信

[キーワード] 定理証明、モデル検査、組込みシステム、

数理的技法、研修コース

⑨【健康工学研究センター】

(Health Technology Research Center)

(存続期間：2005. 4. 1～)

研究センター長：国分 友邦  
副研究センター長：馬場 嘉信、岩橋 均  
主 幹 研 究 員：廣津 孝弘

所在地：四国センター  
人 員：31名 (30名)  
経 費：426, 431千円 (250, 981千円)

概 要：

1. ミッション

少子高齢化が進む日本の社会において、持続的に安心して豊かな人間生活の営みを可能にする健康に関する問題は国民の大きな関心事である。そのため健康維持にかかわる技術開発及び健康関連産業の振興は、総合科学技術会議や経済産業省における「新産業創造戦略」の中でその推進がうたわれている。産総研においても第2期中期目標達成に向けて中期計画において、社会的要請を踏まえた研究戦略の下、研究の重点化を図り、健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発の推進を謳っている。

産総研第2期に発足した健康工学研究センターでは、今後5年の間にこれまで四国センターにおいて蓄積されてきた研究資源を礎に、人間生活における人体の健康維持管理に関する工学的研究を中心に技術開発を進める。さらに将来的には健康工学研究領域という新領域の確立に努力し、21世紀における新たな産業創出に貢献することを目指している。

具体的には、病気とは言えないがその直前の状態(未病)にある患者候補の生理的状況を理解し、発症を予防する先端的な疾患予知診断技術の確立を目指す一方、身近な生活圏に存在する様々なリスク要因を排し安心して暮らせる技術開発の研究を推進し、その成果を社会に還元していくことを主たる目標とする。また、健康工学に関する研究は様々な研究分野の融合化が重要であることから、効果的な研究推進を図るために産総研の健康工学関連分野の研究を様々な観点から遂行している研究ユニットとの連携並びに企業や大学との研究協力を図りながら健康関連産業の振興に資する。特に本センターはこれらの研究開発を通し、四国を中心とした地域における健康関連産業振興の拠点となっていくことを目指している。

2. 研究内容

人間が安心して安全に暮らすためには、健康状態

の異変を予知あるいは早期に発見し迅速適切な処置を行うことによって、健康を維持増進する研究の推進と健康を損なう恐れのない生活環境の創出を目指す研究の推進が不可欠である。具体的には、以下の3研究課題を重点課題としている。

1) 生体機能解析に基づく健康維持のための予知診断技術・デバイス開発の研究

[極微量の生体試料で迅速に病変を予知診断する技術の開発]

・単一細胞診断技術

疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質を1分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

・ナノバイオデバイス診断技術

疾患の早期診断に役立てるため、同定された生活習慣病のタンパク質マーカーを簡便に解析して極微量の血液からマーカーを数分以内で解析できるデバイスを開発する。また、遺伝情報の個人差を解析して罹患の可能性や薬効を診断するため、注目する遺伝子について個々人の配列の違いを数分以内に解析できるデバイスを開発する。

・1分子 DNA 解析技術

個々人のゲノム情報に基づいた高精度診断を実現するため、1分子 DNA 操作技術や1分子 DNA 配列識別技術等の個々人のゲノム解析に必要な要素技術を開発する。

2) 生体機能評価技術の研究

[糖鎖糖質など疾患に関連する生体物質の機能解析]

・疾患等により細胞膜の構造が変化することから、これを知るための糖脂質及びその代謝に関連する生体分子を探索しそれらの機能を解析し、有効なバイオマーカーとして疾患の診断や治療等に利用する。

3) 健康リスク削減技術の研究

[健康阻害要因物質の分離除去・無害化技術]

・水や大気等の媒質中に存在する微量でも健康リスク要因となる物質や有害な微生物などを除去・無害化する技術の開発及び生物学的手法と吸着法を併用した浄化システムを開発する。

-----  
内部資金：

標準基盤研究 生酒高圧炭酸ガス処理システムの標準化

外部資金：

文部科学省受託費(科学技術振興調整費)1遺伝子可視化法による遺伝子ベクター創製

「1遺伝子可視化法による遺伝子ベクター創製、イメージング用テララーメイド量子ドットの開発」

文部科学省 安全・安心科学技術プロジェクト



「生物剤検知用バイオセンサーシステムの開発」

環境省 地球環境保全等試験研究費「海藻バイオフィルターとナノ空間制御吸着剤による魚類養殖場の水質浄化に関する研究」

経済産業省委託費 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「簡易型微細デバイス実装装置の細胞アッセイへの応用研究」

経済産業省委託費 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「バイオマーカー測定による生活習慣病早期診断装置の商品化研究」

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

日本学術振興会 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）  
「チオレドキシシン還元酵素（TrxR）阻害剤としての合金による新規抗生治療薬の創製」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）  
「プラズモン増強を用いた単一分子電子共鳴レーザ器の乱分光」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「熱帯熱マラリア原虫における膜輸送関連蛋白質の同定と機能解析」

日本学術振興会 科学研究費補助金（基盤研究 B）  
「新規酸化ストレスマーカーを用いた食品機能解析とリスク評価」

日本学術振興会 科学研究費補助金（基盤研究 C）  
「表面増強ラマン活性ナノ粒子による単一細胞表面タンパク質のイメージング」

日本学術振興会 科学研究費補助金（基盤研究 C）  
「光トラップポテンシャル場の動的形成による非接触マイクロ操作の研究」

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

日本学術振興会 科学研究費補助金（基盤研究 C）  
「くも膜下出血後の脳血管れん縮における脂質過酸化とPAF アセチルヒドロラーゼの関与」

文部科学省 科学研究費補助金 特定領域研究  
「SERS の機構解明による光一分子強結合場の定量評価法開発」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「試験管内タンパク質合成の分子基盤と細胞機能模倣に向けたその応用」

NEDO 平成20年度産業技術研究助成事業  
「近接場光による光制御型マイクロバルブの集積化を利用したストレス計測用 Point-of-Care デバイスの開発」

NEDO 平成20年度産業技術研究助成事業  
「DNA 伸長合成反応のリアルタイム1分子検出による高速 DNA1分子シーケンス技術の研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構（JST）地域イノベーション創出総合支援事業・重点地域研究開発推進プログラム平成20年度「シーズ発掘試験」「新規バイオマーカーを用いた非アルコール性肝障害の早期診断法の開発」

独立行政法人科学技術振興機構（JST）地域イノベーション創出総合支援事業・重点地域研究開発推進プログラム平成20年度「シーズ発掘試験」「超高密度微粒子配列の光ピンセットによる自動生成」

経済産業省 平成20年度地域イノベーション創出研究開発事業「知的植物工場のための植物生育モデル自己補正システムの開発」

経済産業省 平成20年度地域イノベーション創出研究開発事業「配向性板状チタン酸バリウム粒子を用いた鉛フリー圧電材料の開発」

経済産業省 平成20年度地域イノベーション創出研究開発事業「感染症の病態別、迅速多項目診断システムの開発」

経済産業省 平成20年度地域イノベーション創出研究開発事業「高付加価値医工学用ミニブタの創成と効率的生産システムの開発」

財団法人かがわ産業支援財団 平成20年度地域科学技術振興事業委託事業（都市エリア産学官連携促進事業「発展型」）「特徴のある糖質の機能を生かした健康バリエーションの創出」

独立行政法人日本学術振興会 二国間交流事業平成20年度「複合糖膜の抗菌ペプチドによる機能変化とその評価技術の開発」

発表：誌上発表129件、口頭発表203件、その他27件

### 生体ナノ計測チーム

(Nano-bioanalysis Team)

研究チーム長：石川 満

(四国センター)

#### 概要：

当研究チームでは、生体分子分析化学をナノテクノロジー化するという趣旨で、以下の3つの課題に取り組んでいる。(i) 疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てることを目的とした、単一細胞及び単一細胞内外の生体分子を一分子レベルで実時間イメージングするための技術の研究開発(単一細胞診断)、(ii) 極微量の血液から生活習慣病のマーカー分子を数分以内に解析できるバイオデバイスを開発して、在宅診断に寄与することを目的とした、バイオデバイス技術の研究開発(POCT デバイス)、(iii) 個人ゲノム解析に基づくテーラーメイド医療の実現を目的とした、1分子 DNA 解析技術及びその要素技術の研究開発(1分子 DNA 解析と要素技術)。

具体的には、「単一細胞診断」の研究開発では、単一生体分子を可視化するための蛍光標識に必要な量子ドット技術の開発、及びその細胞機能解析への応用、光圧を用いた細胞ソーティング技術を開発している。「POCT デバイス」の研究開発では、それぞれの方法の特長を生かして、試料の蛍光標識法と非標識法を並行して開発している。蛍光標識法では、蛍光検出デバイス、及びマイクロレンズと光源の開発、及び POCT デバイスの応用としてバイオマーカーの検出技術を開発している。非標識法では、二次元エリプソメトリ技術を開発している。「1分子 DNA 解析と要素技術」の研究開発では、DNA ポリメラーゼを用いた1分子 DNA シークエンシング技術、及び非蛍光性分子で1分子検出・同定が可能な表面増強ラマン散乱(SERS: Surface-enhanced Raman Scattering)技術を開発している。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

### バイオデバイスチーム

(Bio-device Team)

研究チーム長：大家 利彦

(四国センター)

#### 概要：

バイオデバイスに向けた「精密微細加工技術」の研究・開発を行い、これを用いて「極微量の血液から各種バイオマーカーを数分以内で解析できるデバイス」、など、バイオナノデバイスを基盤とした「新規バイオデバイス」を実現することを目的とする。具体的には、レーザ等を用いた加工技術、圧電素子やレーザを駆動

力とする極微量サンプル操作技術により、独自のインクジェットユニット、マイクロ流路型抗体固定化チップ、マルチマーカー解析チップ等を開発している。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4

### ストレス計測評価研究チーム

(Stress Measurement Team)

研究チーム長：脇田 慎一

(関西センター)

#### 概要：

ストレスや酸化ストレスマーカーを計測するため、微小化学分析システム(Lab-on-a-Chip: 以下ラボチップ)を用いて、健康工学を指向した健幸産業の創出を目的として、新たに、試料前処理・検出機能などを集積化したラボチップ開発に挑戦し、分析処理時間の迅速化と検出装置のダウンサイジング化を行った。またヒト試料のみならず、細胞などの生体機能を利用した実試料アッセイ用バイオチップを構築した。今までにプロト開発した唾液や血液成分計測用ラボチップシステムに関しては、ヒト実試料による検証研究を行い、産業技術化を進めた。

研究テーマ：テーマ題目5

### バイオマーカー解析チーム

(Biomarker Analysis Team)

研究チーム長：片岡 正俊

(四国センター)

#### 概要：

マイクロ化学チップを中心としたバイオチップを用いて、臨床診断を始め生物学的解析への応用を目指す。まず各種生活習慣病や感染症を対象に Point of Care Testing への応用が可能なデバイス構築を行っている。重篤な心血管イベントの基盤となる内臓脂肪の蓄積によるインスリン抵抗性に深く関与する TNF- $\alpha$ やアディポネクチンなど複数のアディポサイトカインを定量的にマイクロチップ上での検出系を構築した。ヒト・マラリア原虫(*Plasmodium falciparum*)の迅速診断の確立に向け細胞チップを用いることで0.0001%の感染率で検出時間15分の高感度・迅速診断系の構築に成功した。さらにマイクロチップ電気泳動装置の生物学的解析への応用として試験管内タンパク質合成への応用を行うとともに制限酵素切断長遺伝子多型のマルチ解析系の構築を行った。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8

### 生体機能評価チーム

(Glicolipid Function Analysis Team)

研究チーム長：仲山 賢一

(四国センター)

## 概要：

糖脂質などにより形成されるマイクロドメインによる細胞の制御機構の解明を行い、病気の診断・治療に応用していくことを目標として研究を行った。(1) 糖脂質によるシグナル受容体の制御機構の解明および糖脂質の生合成機構の解明、(2) 免疫系に作用する複合糖質の解析、(3) 環境耐性酵母を用いた糖鎖工学技術の開発、の3課題について研究を進めた。その結果、糖脂質によるシグナル受容体の制御機構においては糖脂質の糖鎖とレセプターの糖鎖の相互作用が重要な役割を果たすことが明らかとなった。また、糖鎖工学技術の開発においては、実用的な糖タンパク質生産の基礎となる酵母株の取得に成功した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目9、テーマ題目10

## ストレス応答研究チーム

(Stress Response Team)

研究チーム長：吉田 康一

(関西センター)

## 概要：

ストレスに対する生体の応答、反応を分子、細胞、個体レベルで解明する。そのエビデンスをもとに候補としているストレスバイオマーカーの有用性を検証し、早期診断や予防法、防御薬物の開発へとつなげる。研究成果として、①ストレスに対する生体応答に関し細胞および実験動物によってメカニズムの解明を行った。②ヒト疾病患者やそのモデル動物を用いてストレスマーカーの有用性検証試験を行った。③バイオマーカーの産業実用化を促進するため開発した特異的抗体を用いて簡易測定システムの開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目11

## 精神ストレス研究チーム

(Mental Stress Team)

研究チーム長：増尾 好則

(つくばセンター)

## 概要：

ストレスが行動や脳に及ぼす影響を解明する。ストレスによる中枢神経系の応答、反応、障害の状況を詳細に把握し、ストレスから精神障害に至る経路を明らかにすることにより、精神障害の予防・治療技術の確立へつなげることを目的とする。平成20年度は、各種ストレス負荷動物を作製し、脳緒部位および血液における遺伝子・蛋白質の網羅的解析を行った。①ストレスによる脳の発達障害の解析を行った。②ストレスによる鬱病モデル動物の解析を行った。③日内リズム攪乱が脳に及ぼす影響の解析を行った。④運動が脳に及ぼす影響を解析した。⑤慢性的な日本酒の摂取が脳と肝臓に及ぼす影響を解析した。⑥ガンマナイフによる

放射線ストレスが脳に及ぼす影響を解析した。⑦企業との共同研究で、超微細振動が実験動物の行動や脳機能に及ぼす影響の解析を開始した。

研究テーマ：テーマ題目12

## 健康リスク削減技術チーム

(Health Hazards Reduction Team)

研究チーム長：廣津 孝弘

(四国センター)

## 概要：

人の健康を維持管理する1つの方法は、身近な生活環境中に存在し健康を阻害する有害物質を体外で除去・無害化し、人体内でのそれらの作用を阻止することである。従って、水、大気等媒質中に存在する微量でも有害な健康リスク要因となる物質(イオン、分子、バクテリア等)を安全にかつ効果的に吸着除去・無害化する基盤的技術を開発する。さらに、これらの技術と自然浄化機能を活用する生物学的手法を統合した浄化システムを提案する。特に、(1)有害オキソ酸イオン(硝酸イオン、リン酸イオン等)等を水質基準以下に抑えるための無機イオン交換体の開発、及び有害有機分子の吸着・酸化無害化系の提案、(2)多成分からなる水系(Cl<sup>-</sup>イオン濃度<0.1 mol/l)においても持続性を示す安全な水系抗菌剤を開発する。バクテリア等を特異的に認識・無毒化する新規ナノカーボン複合体の設計を基盤的に進める。これらの基盤技術を統合し、機動的な浄水システムを提案する。さらに、(3)海藻等の自然浄化機能を活用する生物学的手法と吸着技術を組み合わせた海水系の浄化システム(全N:1 ppm以下、全P:0.09 ppm以下)の提案を行う。また、研究の新たな展開を念頭に、関連する基盤的技術を積極的に推進する。

研究テーマ：テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目16

-----  
[テーマ題目1] 単一細胞診断技術

[研究代表者] 石川 満 (生体ナノ計測チーム)

仲山 賢一 (生体機能評価チーム)

[研究担当者] 石川 満、福岡 聡、田中 芳夫、

平野 研、Vasudevan Pillai BIJU、

仲山 賢一 (常勤職員6名、他5名)

## [研究内容]

細胞膜上の増殖因子受容体(EGFR)の存在状態の違いに着目して、がん細胞と正常細胞を区別することが本題目の第1の目的である。今年度の目標は以下の通り。量子ドットで標識した成長因子EGFが成長因子レセプターEGFRを活性化するかを確認する。確認後、EGFの活性に問題がなければ糖脂質存在下、非存在下でのEGFRの挙動を量子ドットで標識したEGFを用い、AFMと蛍光顕微鏡を用いて観察を行い、作用機序を解

明する。

量子ドットによる生体分子の蛍光標識技術による細胞およびその構成成分の可視化の研究では、今年度の目標は、量子ドットの表面を細胞膜および核透過機能を有するペプチド類で標識して、遺伝子の細胞内導入過程に着目した研究を実施する。

昨年度、昆虫由来のペプチドで表面修飾した量子ドットが、細胞質内部のみならず核まで到達するという特異的な現象を見出した。今年度、量子ドットが細胞質内部へ移行する機構の解明に焦点を当て、細胞の集団を対象として、クラスリン形成阻害剤と一般的なエンドサイトーシス阻害剤を組み合わせ、移行に対する効果を調べた。その結果、ペプチド修飾量子ドットは、クラスリンと呼ばれるタンパク質形成を経て細胞質内に取り込まれる機構（クラスリン依存型エンドサイトーシス機構）が示唆された。

従来の細胞ソーティング技術では達成されていない5種類以上の細胞（粒子）の回収操作を、光圧を用いた新規なマルチソーティング法を用いて実現することが本題目の第2の目的である。今年度の目標は、マルチ細胞ソータの自動化されたプロトタイプ機を製作し、実用化の観点から、動物細胞を用いて性能を評価する。実用化に必要な装置・マイクロチップ・ソフトウェア制御の機能を統合することである。

今年度、装置、マイクロチップ、ソフトウェア制御の各機能を強化して、6種類を同時に分取可能となった。複数の動物細胞のソーティングを自動化するために、ソフトウェアを新たに開発した結果、蛍光情報を利用して微粒子の種類を区別する制御が可能となった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】単一細胞、量子ドット、蛍光イメージング、AFM、増殖因子レセプター、糖脂質、光圧、細胞ソーティング

【テーマ題目2】バイオナノ技術を用いた診断デバイスの開発

【研究代表者】石川 満（生体ナノ計測チーム）

大家 利彦（バイオデバイスチーム）

【研究担当者】石川 満、片岡 正俊、大槻 荘一、伊藤 民武、大家 利彦、田中 正人、内海 明博（常勤職員8名、他12名）

【研究内容】

POCT 用途に開発されたポリメチルメタクリレート（PMMA）等、ポリマー製のバイオデバイスに対するタンパク質等の非特異吸着を防止するための新しいダイナミックコーティング法を開発して、疾病等のマーカー生体分子を蛍光標識型の電気泳動法を用いて解析すること、および数10個以上の遺伝子またはマーカー生体分子を非標識で計測できるマイクロアレイ創製することが本題目の目的である。本題目に含まれる各項目の今年度の

目標は以下の通りである。非特異吸着防止の研究では、現状では非特異吸着なしで良好な分離特性が得られるタンパク質の種類が限られているので、この種類を拡張するために、新しく合成した疎水性のヒドロキシエチルセルロース（HEC）誘導体を基本としてそれと既存のセルロース誘導体を組み合わせた新しいハイブリッド・コーティング法を開発する。心筋梗塞診断デバイスの開発では、心筋梗塞マーカーの H-FABP タンパク質をマイクロ流路中で検出するため流路設計および検出系を設計し、血球成分分離ユニットの流路組込む。イメージングエリプソメトリーの開発では、数10個以上の遺伝子または生体マーカーを非標識で計測するため、プロトタイプマイクロアレイを作製するとともに、表面プラズモン共鳴（SPR）およびエリプソメトリに基づくマイクロアレイ計測システムを構築する。

今年度、非特異吸着防止の研究では、新しいセルロース誘導体を用いて、PMMA 製のバイオチップ表面をコーティングする方法を開発した。セルロース誘導体の置換基の種類に依存して、コーティングの機械的安定性、親水・疎水性の程度、電気泳動の分離特性に顕著な違いがあることを見出した。表面赤外分光法を用いた結果、コーティング表面のセルロース誘導体の官能基と PMMA 表面の官能基が形成する水素結合の程度が、分離特性を特異的に支配していることを、初めて、水素結合構造と関連付けて説明することに成功した。心筋梗塞診断デバイスの開発では、全血を用いたマイクロチップ上での H-FABP 検出系の構築のため、レクチン標識磁気ビーズを用いることで遠心などの前処理を必要とせず短時間で効率的な赤血球の除去方法を構築した。さらに環状ポリオレフィン基板上で抗原抗体反応を用いた結果、臨床診断に用いられる6.2 ng/mL 以上の H-FABP を定量検出する系を構築した。

イメージングエリプソメトリーの開発では、マイクロアレイ表面に結合した DNA およびタンパク質を高精度で定量するのに有効な、回転補正子型イメージング法を開発した。この方法を用いて溶液中の DNA とタンパク質をその場で測定するため、プリズムに基板を配置する測定を試み、当配置における装置校正および測定を実施した。金属酸化物の高屈折率層とシリカ層を順番にガラス表面に設けたマイクロアレイ用基板を新たに設計・作製して、プローブ分子の高効率固定化と DNA やタンパク質のより高感度の計測を実現した。

【分野名】ライフサイエンス／ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】電気泳動、タンパク質マーカー、血液、疾病リスク、健康

【テーマ題目3】個人のゲノム情報に基づく診断技術の要素技術開発

【研究代表者】石川 満（生体ナノ計測チーム）

〔研究担当者〕 石川 満、田中 芳夫、伊藤 民武、  
平野 研（常勤職員4名、他3名）

〔研究内容〕

従来法の限界を克服するために、1分子で DNA の塩基配列を解析することが本題目の目的である。この目的を達成するために、それぞれ特長のある蛍光標識法と非蛍光標識法を並列して研究する。非蛍光標識法では、要素技術として、核酸塩基等を直接1分子検出感度が期待される表面増強ラマン散乱（SERS）分光の高感度化および高感度発現効率を向上させることが目的である。

蛍光標識法では、ポリメラーゼ反応によって、1分子 DNA のシーケンスをリアルタイムで検出・同定する。今年度の目標は、4種類の塩基を高い S/N で識別するために検出光学系の透過率を向上させることである。また、DNA ポリメラーゼ自体を改変し、蛍光標識ヌクレオチドを効率的に取り込み、ヌクレオチド取り込みのエラーの少ないポリメラーゼを探索する。

今年度、新たな波長のレーザと新型の高感度カメラを導入して蛍光測定を高 S/N 化した。現在得られている DNA ポリメラーゼの他に、蛍光色素を連続的に取り込むポリメラーゼをスクリーニングして、当該目的に適したポリメラーゼを新たに見出した。

非蛍光標識法では、今年度の目標は、表面増強ラマン散乱（SERS）の増強度機構に基づいて、実験で取得可能なプラズモン弾性散乱共鳴増強光電場の強度、共鳴ラマン散乱断面積、そして蛍光断面積を用いて SERS スペクトルを定量的に評価する手法を実験的、理論的に検証して、その結果から、対象分子に最適な SERS 測定条件を提示することである。

今年度、局在表面プラズモン（LSP）共鳴によるラマン増強因子  $M$  と蛍光減衰因子  $q$  を、代表的な3種類の SERS 活性分子を用いて実験と理論の両面から定量的に評価した。その結果、それぞれ、 $M \sim 10^8$  と  $2 * q \sim 10^9$  という物理的に妥当な値を得た。さらに、励起波長を LSP 共鳴波長に接近させると、SERS 強度が増強してスペクトルが S/N よく測定できることを実験的に検証した。以上、SERS 電磁場モデルに含まれるパラメータ（LSP 共鳴、共鳴ラマン散乱、励起波長）を用い、SERS スペクトルを定量的に再現する計算手順を確立した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 1分子 DNA、1分子操作、ゲノム解析、表面増強ラマン散乱、局在表面プラズモン

〔テーマ題目4〕 集積型診断デバイスに向けたレーザ微細加工技術の開発

〔研究代表者〕 大家 利彦（パイオデバイスチーム）

〔研究担当者〕 大家 利彦、内海 明博、田中 正人（常勤職員3名、他3名）

〔研究内容〕

微細流路、流体制御素子と電子回路が共存し、多項目の同時診断が可能な集積型診断デバイスの実現に向け、レーザを用いた精密微細接合・除去・整形等の加工技術開発を行う。

今年度は、PMMA（アクリル）及び COC（環状ポリオレフィン）表面に形成した流路底面の抗体固定化能力を向上させることを目的とし、波長193 nm のエキシマレーザを用いた局所的な表面処理とその評価を行った。生活習慣病診断用バイオチップに適用した結果、市販のポリマーコーティングと同等以上の効果が得られることがわかった。

〔分野名〕 ライフサイエンス／ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 バイオナノ、診断デバイス、バイオチップ、疾病リスク、微細加工、レーザ、健康

〔テーマ題目5〕 ストレス物質計測評価デバイスの開発

〔研究代表者〕 脇田 慎一

（ストレス計測評価研究チーム）

〔研究担当者〕 脇田 慎一、田中 喜秀、永井 秀典（常勤職員3名、他6名）

〔研究内容〕

試料前処理・検出機能などを集積化したラボチップ開発に挑戦し、分析処理時間の迅速化と検出装置のダウンサイジング化を目指し、ヒト試料のみならず細胞を利用した実試料アッセイを構築した。前年度までにプロト開発した唾液や血液成分ラボチップシステムではヒト実試料による検証研究を行い、産業技術化を進めた。

全分析プロセスを集積化した遠心力駆動型ラボディスクの設計研究を行い、唾液中のタンパク定量を実現した。また細胞の任意配置を可能とするラボディスクを作製した。さらに携帯型唾液代謝物計測チェッカをプロトタイプ開発した。プロト開発した唾液や血液成分ラボチップシステムの実用化へ向けた研究開発を行った。特に、電気泳動型ラボチップ開発ではプロトタイプのダウンサイジング化に成功した。

〔分野名〕 ライフサイエンス／ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ラボチップ、マイクロ電気泳動チップ、遠心力駆動型ラボディスク、ISFET、唾液、ストレスマーカー、バイオマーカー、オンチップ前処理

〔テーマ題目6〕 生活習慣病診断用バイオチップの開発

〔研究代表者〕 片岡 正俊

（バイオマーカー解析チーム）

〔研究担当者〕 片岡 正俊、八代 聖基、山村 昌平（常勤職員3名、他4名）

## 〔研究内容〕

心筋梗塞や脳梗塞など重篤な心血管イベントの発症には内臓脂肪の蓄積による筋肉組織などでのインスリン抵抗性が中心的な役割を果たす。インスリン抵抗性は内臓脂肪などで産生される TNF- $\alpha$  などのアディポサイトカインにより規定されるが、この複数のアディポサイトカインをマイクロ流路上で数 $\mu$ l 単位の血漿量で定量的に検出できる抗原抗体反応系を構築した。さらに検出時間を30分程度に短縮するように反応系を構築している。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生活習慣病、バイオチップ、マイクロ流路、臨床検査、抗原抗体反応

## 〔テーマ題目7〕 熱熱帯マラリアの赤血球寄生様式の機構解明

〔研究代表者〕 片岡 正俊

(バイオマーカー解析チーム)

〔研究分担者〕 片岡 正俊、八代 聖基、山村 昌平

(常勤職員3名、他4名)

## 〔研究内容〕

熱熱帯マラリア原虫の膜輸送タンパク質の同定と機能解析を目標に、ヒト・マラリア原虫の赤血球内寄生時における原虫外膜系の形成機構と赤血球膜へのタンパク質輸送機構をタンパク質レベルで解明するものである。そして N-ethylmaleimide-sensitive factor (Pf NSF) のマラリア原虫ホモログを足がかりにして複数の原虫由来の膜融合装置関連タンパク質を同定するために、昨年度より作成に着手していたマラリア NSF 特異的抗体を用いて免疫枕降法によりマラリア感染赤血球膜から原虫膜、寄生胞膜形成に関与する膜融合関連タンパク質の候補を数種類クローニングした。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 熱熱帯マラリア原虫、小胞輸送、膜融合タンパク質、赤血球、抗体

## 〔テーマ題目8〕 マイクロチップの生物学的解析への応用

〔研究代表者〕 片岡 正俊

(バイオマーカー解析チーム)

〔研究分担者〕 片岡 正俊、八代 聖基、山村 昌平

(常勤職員3名、他4名)

## 〔研究内容〕

市販されているマイクロチップ電気泳動装置の汎用性を高めるために生物学系の実験や臨床検査を見据えた応用性を検討している。日立 SV1100系による RNA 発現解析や SV1210系を用いた12レーンチップを使用して血液型を対象とする迅速マルチ解析が可能な制限酵素切断長遺伝子多型解析法を構築した。さらに mRNA 発現解析を目的とする RNase protection assay マイクロチップ基板上で構築中である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 マイクロチップ電気泳動、生物学的解析、バイオチップ、マルチ解析、遺伝子多型

## 〔テーマ題目9〕 免疫系に作用する複合糖質の解析

〔研究代表者〕 仲山 賢一 (生体機能評価チーム)

〔研究担当〕 仲山 賢一、安部 博子、奥田 徹哉  
(常勤職員3名)

## 〔研究内容〕

免疫系に作用する糖脂質を各種食材から抽出し、その活性をマクロファージ様細胞を用いて解析を行ったものについて、活性が確認されたものを中心に、実験動物を用いた生体内での活性確認を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 免疫、糖脂質

## 〔テーマ題目10〕 環境耐性酵母を用いた糖鎖工学技術の開発

〔研究代表者〕 仲山 賢一 (生体機能評価チーム)

〔研究担当〕 仲山 賢一、安部 博子

(常勤職員2名、他1名)

## 〔研究内容〕

昨年度までに単離された高温で生育可能なヒト適応型糖鎖付加酵母について、糖タンパク質の分泌量について解析を行った。その結果、糖タンパク質の分泌生産量は、野生型株の10倍に達するものもあり、生産性が向上していることが明らかとなった。常温での生育の向上と、このタンパク質の分泌生産量の向上は、今回取得された新規酵母がヒト適応型糖鎖付加糖タンパク質の生産に適したものであることを示している。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 環境耐性、糖タンパク質

## 〔テーマ題目11〕 ストレスマーカーの検証試験と製品化研究 (運営費交付金)

〔研究代表者〕 吉田 康一 (ストレス応答研究チーム)

〔研究担当〕 岩橋 均、吉田 康一、七里 元督、西尾 敬子、小川 陽子、福井 浩子、地頭所 眞美子、石田 規子  
(常勤職員8名)

## 〔研究内容〕

酸化生成物などのストレスバイオマーカー候補分子による細胞応答を、市販されているセルライン、初代培養細胞、実験動物を用いて適応効果の観点から詳細に分子生物学的研究を行った。一方、提案しているストレスバイオマーカーの検証試験として、細胞実験、実験動物による検討及び大学病院等との共同研究による疾病患者および健康者(疲労状態を含む)の血液等を用いた検証試験を精力的に進めた。特に、疾患のモデル動物によってもバイオマーカーの変動が実際の患者と一致し、今後疾

患のメカニズム解明に大きく寄与できると期待される。産業応用を目指して、迅速測定法として抗体を用いた ELISA システムの構築を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 バイオマーカー、酸化ストレス、抗酸化物質、細胞

〔テーマ題目12〕 ストレスが脳機能に及ぼす影響の解析  
(運営費交付金)

〔研究代表者〕 増尾 好則 (精神ストレス研究チーム)

〔研究担当者〕 増尾 好則、平野 美里、  
Randeep Rakwal、柴藤 淳子  
(常勤職員1名)

〔研究内容〕

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

(1) 注意欠陥多動性障害 (ADHD) モデル動物

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

(2) 鬱病モデル動物

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

(3) 日内リズム攪乱が脳に及ぼす影響

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

(4) 運動によるストレス

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

(5) 慢性アルコール摂取が脳に及ぼす影響

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

(6) 放射線ストレスが健常脳組織に及ぼす影響

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

(7) 超微細振動が脳に及ぼす影響

健康グッズとして、超微細振動を発する装身具が開発されており、使用者に対するアンケート調査では顕著な効果が示唆されている。今年度より、企業と共同で、超微細振動の効果に関する解析を開始した

〔分野名〕 ライフサイエンス

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

〔テーマ題目13〕 微量で健康に有害な化学物質の除去・無害化技術

〔研究代表者〕 廣津 孝弘 (健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 廣津 孝弘、坂根 幸治、苑田 晃成、  
榎田 洋二、王 正明 (エネルギー技術  
研究部門) (常勤職員5名、他3名)

〔研究内容〕

水系で健康に有害な硝酸イオン等のオキソ酸陰イオンを水質基準以下に低減できる実用的な新規イオン交換体の開発を目標とする。さらに、微量の有害有機分子を酸化無害化するための新規材料を設計・開発する。本年度は、イオン半径の大きいオキソ酸イオンを選択的に分離できる新規イオン交換体の設計を進めた。硝酸イオン分離用繊維状成形体による原水からの硝酸イオン吸着性を実証した。有害有機物捕捉・無害化剤の開発のため、炭素薄層とチタニアからなる新規光触媒複合体の構造最適化を行い、その実証も試みた。

有害なオキソ酸イオンとして、既に硝酸イオンあるいはリン酸イオンの高選択的な捕捉剤の開発に成功している。この設計手法に基づいて、よりサイズが大きく毒性の高い臭素酸イオン ( $\text{BrO}_3^-$ ; 水道水質基準値=10 ppb) に高選択性を示す捕捉剤の開発を開始した。各種水酸化物、オキシ水酸化物、層状複水酸化物 (LDH)、その焼成体の選択捕捉性を予備的に調べた結果、LDH 焼成体やアカガナイト ( $\beta\text{-FeOOH}$ ) などが臭化物イオンおよび臭素酸イオンに高い捕捉性を示すことが分かった。

安全な元素で構成される Mg-Al 系 LDH の微粒子 (平均粒径: 約 0.6  $\mu\text{m}$ ) をその粒子界面が非接触になるように高分子マトリックス内に担持した、硝酸イオン分離用繊維状成形体を用いて、井戸水中の硝酸イオンの分離性能を評価した。15 ppm の硝酸イオンで汚染された井戸水を空塔速度 (SV) 20/h および 120/h という超高速のカラム処理で、水道水質基準 (10 ppm) を満たす処理水が、それぞれ充填吸着材体積の 120 および 180 倍

量、短時間で得られることを実証した。この成果は、国際見本市に展示し、多くの国から関心をえた。

昨年度に続きチタニアナノチューブ二次元沈着炭素ナノシート複合体の合成条件についてさらに検討した。低温窒素吸着等温線、赤外/ラマン分光法、走査型/透過型電子顕微鏡などの手法から合成の各過程の試料の細孔特性、炭素及びチタニアの構造/モルフォロジの変化を詳細に調べ、複合体の形成メカニズムを解明した。この複合体の発現する著しい有機物光分解特性は、複合体の細孔構造によるのではなく、むしろベースとなる炭素ナノシートの吸着親和作用と炭素ナノシートの上にあるアナターゼナノロッド結晶の優れた光触媒活性の協同的作用によることを明らかにした。本複合体を用いる実験室レベルでの循環流通式カラムシステムを構築・検討できた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】イオン交換、選択捕捉、硝酸イオン、臭素酸イオン、層状複水酸化物、浄水、難分解性有機化合物、層状化合物、チタニア、ナノロッド、光分解

【テーマ題目14】水系微生物の無害化に関する研究

【研究代表者】廣津 孝弘

(健康リスク削減技術チーム)

【研究担当者】廣津 孝弘、小比賀 秀樹、

榎田 洋二、都 英次郎

(常勤職員4名、他2名)

【研究内容】

水系で抗菌性を発現する抗菌材料の設計・開発を目指す。特に、その広いスペクトルと安全性に着目し多成分系においても抗菌性を持続的に発現できる新規銀系抗菌剤の開発、ある特定の微生物を特異的に認識しかつ無害化できる新規ナノ複合体の設計を集中的に行う。

多成分系においても抗菌性を持続的に発現できる新規銀系抗菌剤の開発においては、剥離・再配列反応を利用して、層状ニオブ酸化物(Ca含有物)の層間にメチオン銀およびヒスチジン銀錯体を担持し、その表面をいくつかの異なるシリル化剤(Me-Si-OEt<sub>3</sub>、Et-Si-OEt<sub>3</sub>、Ph-Si-OEt<sub>3</sub>、18-Si-OEt<sub>3</sub>)で修飾し疎水化した。4 mM NaNO<sub>3</sub>中において銀イオンの溶出性を調べた結果、アルキル基の鎖長が長いほど銀イオンの溶出量が抑制されることが分かった。同様の方法でアミノ酸銀錯体を担持した類似の層状ニオブ酸化物(Ti含有物)の表面をシリル化剤で疎水化した試料について、塩化物イオンを含む水系で大腸菌に対する抗菌性を調べた結果、疎水化しても抗菌効果が発現することを確認した。また、多成分系の水環境中における抗菌効果の持続性を評価するために、培養液の添加量、pH、Cl<sup>-</sup>濃度を変えて大腸菌の生育性を調べ、大腸菌を長期間育成できる育成条件範囲を明らかにした。抗菌効果持続性評価装置を作製し、

流水系で粉末状抗菌剤の抗菌性を経時的に調べることが可能となった。

カーボンナノチューブの特性を好適に活用するために、これを複合化し、溶媒親和性を改善し、あるマトリックス中に分散させる必要がある。本研究では、リン脂質と牛血清アルブミンで界面機能化したカーボンナノチューブ複合体を新規に開発し、これを均一分散したポリジメチルシロキサンハイブリッドを製造できることを見出した。この技術をもとに、本カーボンナノチューブ複合体を内包したマイクロデバイスを試作し、近赤外レーザー光(1064 nm)によりマイクロチャンネル内の局所加熱制御や様々な酵素反応(DNA増幅反応、シクロデキストリン合成反応など)の高度な制御が可能であることを実証した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】抗菌剤、銀錯体、塩水、層状ニオブ酸化物、層間担持、疎水化、ナノ複合体、分子認識、ナノカーボン、光発熱

【テーマ題目15】生物学的手法を統合した浄化システムの構築

【研究代表者】垣田 浩孝

(健康リスク削減技術チーム)

【研究担当者】坂根 幸治、垣田 浩孝、小比賀 秀樹

(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

魚類により富栄養化された海水中の窒素、リンを環境基準値(全窒素:1 ppm以下、全リン:0.09 ppm以下)にまで低減し、それを海域に戻すための「洋上半閉鎖型魚類養殖システム」のモデルを設計する。このため、研究課題を次の3つのサブ課題:(a)生態系に係わる物質収支(海藻等の増殖に関する物質収支)の解明、(b)ナノ空間制御吸着剤による海水中濃度の環境基準値までの低減、(c)生態系リサイクルを達成するための海藻の利用法の確立、で計画構成し、それらを目指して研究を進める。

本年度は、(a)魚類養殖実験排水と同等の高栄養塩含有海水を海藻で処理し、海藻による海水中の窒素、リン濃度低減能力を評価した。(b)硝酸イオン吸着剤、リン酸イオン吸着剤を大量合成した。吸着処理効率を上げるために、粒径の小さい粒状吸着剤が得られる造粒条件を検討した。(c)海藻粗抽出液から海藻由来有用成分(免疫増強成分)を回収する実験を3回実施し、有用成分回収率の再現性を評価した。

本年度の研究により以下のことが明らかになった。

(a)マダイ養殖実験排水と同程度の高栄養塩含有海水(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N; 1.90 ppm, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P; 0.090 ppm) 1 Lに海藻5.0 gを用いて1日で環境基準法(生活環境項目海域4類型)の全窒素基準値 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N; 1.00 ppm以下、全リン基準値 PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P; 0.09 ppm以下まで低減可能



であることを明らかにした。(b)硝酸イオン吸着剤の大量合成およびリン酸イオン吸着剤の大量合成を達成した。粉状吸着剤から粒径の小さい粒状吸着剤を大量調製できた(1回につき0.2 L、合計1 Lを合成)。得られた小粒系の吸着剤の吸着速度が速いことを明らかにした。(c)海藻粗抽出液から硫酸塩析により夾雑物を除去する操作を3回行い、再現性を評価した。硫酸画分の①タンパク質回収率は22~28%、②活性回収率は50~59%、③比活性の上昇率は2.1~2.3倍であり、再現性が高いことを明らかにした。

マダイ養殖実験排水と同程度の高栄養塩含有海水を海藻で1日間処理することにより環境基準法(生活環境項目海域4類型)の全窒素基準値および全リン基準値以下に栄養塩濃度を低減できることを示した。このことは、当該単藻培養株が魚類養殖場の栄養塩類の濃度低減剤として有用であることを示す点から大きな意義を持つ。粉体の硝酸イオン吸着剤およびリン酸イオン吸着剤を、粒子サイズの小さい粒状吸着剤に成形することにより、海水中栄養塩を効率よく低減できたことは、大量の海水を処理する吸着処理の効率の点から、その意義は大きい。海藻粗抽出液から硫酸添加により有用成分分離をおこなう操作は再現性が高いことを明確にできたことは、海藻利用のための基盤技術として重要である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】健康リスク削減、環境保全、水環境、海水、海藻、健康増進(魚類)

【テーマ題目16】健康関連基盤技術

【研究代表者】廣津 孝弘

(健康リスク削減技術チーム)

【研究担当者】廣津 孝弘、坂根 幸治、吉原 一年、苑田 晃成、榎田 洋二

(常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

健康、環境分野の基盤的技術として、極低濃度のイオンあるいは分子を特異的に認識・捕捉する分離剤の開発と評価、さらには希少糖の新規な有用機能の評価を行っている。本年度は、有害物質の特異的捕捉剤(リン酸イオン、ヒ素イオン等)の創製のため機能性発現要因をナノ構造特性から基礎的に検討した。また、バチルス属菌のプロテアーゼ生産性に及ぼす希少糖の賦活効果を調べた。

既に開発したリン酸イオンに対する選択捕捉性に優れた捕捉剤のイオン捕捉メカニズムを解明するため、その構造解明を行った。本捕捉剤は、層状複水酸化物(LDH)の生成に由来するX線回折パターンのみを示すことから、2価および3価からなるこれまでのLDHと異なり、4価のZrも層内の構成元素となる新しい3元系LDHと推定していた。しかし、X線吸収分光法による解析の結果、Zr(IV)は酸化物相として存在すること、

従って2価および3価の金属イオンからなるLDHとZr(IV)酸化物相のナノ複合体であることが分かった。

希少糖D-アロースによるバチルス属菌の菌体外プロテアーゼ生産の賦活作用について検討した。今年度は培養経過中の酵素分泌生産や菌体の生育変動などについて特に調べた。その結果、バチルス属菌の菌体外プロテアーゼ生産は培養1日目まで増加するがそれ以降3日目までは変動は認められないこと、D-アロースは3日間の培養中で資化あるいは転換されないことなどを見出した。また菌体の生育は培養1日目以降ほとんど変動しないことが分かった。

【分野名】ライフサイエンス、環境・エネルギー

【キーワード】捕捉剤、イオン選択性、層状複水酸化物、希少糖、アロース、プロテアーゼ、バチルス属菌

⑩【情報セキュリティ研究センター】

(Research Center for Information Security)

(存続期間：2005.4.1~2012.3.31)

研究センター長：今井 秀樹

副研究部門長：渡邊 創、米澤 明憲

主幹研究員：古原 和邦

所在地：東京本部・秋葉原事業所

人員：26名(25名)

経費：607,722千円(181,332千円)

概要：

情報セキュリティ研究センターのミッションは、「不正行為にも安全に対処できる、誰もが安心して利便性を享受できるIT社会の実現」のため、情報セキュリティ分野に関する研究開発を実施することである。現状における緊急度や産総研のミッションである「国際的な産業競争力強化、新産業の創出」といった視点を勘案し、特にソフトウェア製品、ハードウェア製品に求められる情報セキュリティ技術、及びそこで用いられる基盤技術の確立を目標とする。さらにこれらの研究活動を通じて、世界的な研究成果を継続的に出すことのできる、「日本のセキュリティ研究のコア」を形成すること、また政府が実行する情報セキュリティ関連施策の技術的、人的支援を行い、国民にも国際的にも信頼される機関として認知されることを目指す。

情報セキュリティに関係する諸問題の現状を鑑み、(ア)~(エ)の4つのサブテーマを中核的課題として設定し研究を行った。(エ)のハードウェアセキュリティ研究チームは本年度4月より、(イ)物理解析研究チームを発展的に分離した形で発足したチームである。また今後も、社会の要求に即座に対応できるよう柔軟な体制を保持するため、ネットワークや社会科学

との融合領域を研究するチームを創設することも検討する。

- (ア) セキュリティ基盤技術研究チーム
- (イ) 物理解析研究チーム
- (ウ) ソフトウェアセキュリティ研究チーム
- (エ) ハードウェアセキュリティ研究チーム

さらに、それぞれが自身の課題に取り組むだけでなく、ある課題に各チームが異なる視点から取り組み、また協力し合うことにより、これまでに無かった総合的で効果的なセキュリティ技術を創出することも目指す。そして研究開発活動を通じ、以下のような役割を果たしていくことにより、センターの研究目標を達成する。

- ・産業界に役立つ研究開発人材の育成：  
学術的シーズと産業界・利用者ニーズに精通した人材を、産学官連携による研究活動を通して育成する。
- ・インシデントに対応できる専門家及びチームの育成：  
関係機関に出向するなど、実務を通じた専門家を育成する。
- ・裏づけのあるセキュリティ情報の発信源：  
高いレベルの研究成果を出し続けることで、専門家及び専門研究により裏付けられた、信頼できる情報の発信地としての役割を果たす。
- ・重要インフラ等の安全性評価：  
新たな手法の研究、及び最先端の手法を用いた重要インフラの評価を、公的研究機関の立場を活かして行う。脆弱性を発見した場合には、IPA 等適切な伝達ルートを通して関係者へ脆弱性情報及び対処法を周知する。

内外の機関との連携を通じ、研究成果を社会へ還元していく。民間企業、大学、公的研究所等とは、共同で研究プロジェクトを立ち上げ、日本の情報セキュリティ分野のレベルアップ、世界をリードする産業分野の育成、新産業の創出を目指す。経済産業省、内閣官房情報セキュリティセンター、IPA をはじめとする政府およびその関連機関に対しては、情報セキュリティ研究センターで開発した最先端の研究に基づく情報の提供、問題の解析、対処法の提案など、技術的なバックアップを行い、緊密な連携を取っていくことで、より安全性の高い製品を流通させることを目指す。NICT のような他研究機関とは、担当する研究分野を効率的に分担し、また融合的な分野については共同で研究するなど、より効果的な成果を生み出す協力関係づくりを目指す。

-----  
外部資金：

経済産業省 情報セキュリティ政策室委託費 暗号モジュールの実装攻撃の評価に関する調査研究 「平成20年

度暗号モジュールの実装攻撃の評価に関する調査研究」

経済産業省 情報セキュリティ政策室委託費 平成20年度新世代情報セキュリティ研究開発事業 「組込システムに対するセキュリティ評価技術の研究開発」

経済産業省 情報セキュリティ政策室委託費 平成20年度新世代情報セキュリティ研究開発事業 「証明可能な安全性をもつキャンセラブル・バイオメトリクス認証技術の構築とそれを利用した個人認証インフラストラクチャ実現に向けた研究開発」

経済産業省 情報セキュリティ政策室委託費 平成20年度新世代情報セキュリティ研究開発事業 「既存 OS に挿入可能な仮想マシンモニタによる異常挙動解析とデバイス制御の研究開発」

文部科学省 科学技術振興調整費 「組込みシステム向け情報セキュリティ技術」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「量子論における不確定性原理の情報理論的表現とその応用」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「量子情報セキュリティ技術を取り入れた情報基盤設計のための基礎研究」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「量子情報技術を頑強にする符号化技術の研究」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「隠れ部分群問題に対する効率的量子アルゴリズムの構築可能性の分析」

日本学術振興会 日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 「低機能デバイスへ実装可能な実用的ポスト量子公開鍵暗号方式に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構 CREST 自律連合システムの研究・開発 「自律的に起動可能なネットワーク OS に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的国際科学技術協力推進事業 「暗号と理論：計算機によって検証された安全性証明」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的国際科学技術協力推進事業 「安全で効率的なデータアクセス制御システムの設計及びそれに適した新たな暗号技術の創出に関

する研究」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的国際科学技術協力推進事業 「RFID とセンサネットワーク向け暗号基礎技術とそれを用いた構成要素の設計および安全性評価」

財団法人日本情報処理開発協会 平成20年度情報大航海プロジェクト（基盤共通技術の開発）事業 「匿名化データの2次利用における匿名化保証機能に関する調査と要件定義」

慶應義塾大学 平成20年度基準認証研究開発委託費（プローブ情報システムの匿名性・セキュリティ評価基準等に関する標準化） 「プローブ情報システムにおける匿名認証方式に関する検討」

発表：誌上発表138件、口頭発表147件、その他11件

#### セキュリティ基盤技術研究チーム

(Research Team for Security Fundamentals)

研究チーム長：大塚 玲

(東京本部・秋葉原事業所)

概要：

インターネットを介したサービスが広く普及した現在、その便利さの一方で、不正アクセスによる情報漏えいや、なりすましによるネット詐欺など、これまで存在しなかった問題が、数多く起きようになってきた。セキュリティ基盤技術研究チームでは、このような不正を防止し安心して利用できる IT 社会を実現することを目的とし、それを実現するための情報セキュリティ基盤技術に関する研究を行っている。基盤を構成する要素技術の例としては、ネット上を流れる情報の盗聴を防止したり改ざんを検出したりする「暗号技術」や、ネット上の利用者や端末などを特定・認証する「認証技術」などがある。我々は、それらをより使いやすく、また、より高い機能を実現するための研究や、新たな機能の実現、並びに安全性の評価を行っている。

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

#### 物理解析研究チーム

(Research Team for Physical Analysis)

研究チーム長：今福 健太郎

(東京本部・秋葉原事業所)

概要：

情報セキュリティ技術は、さまざまな形で周辺科学技術の影響を受けその発展を続けている。特に、情報システムを実装するベースである物理層については、

その技術的発展が情報セキュリティ技術に与える影響は大きい。物理層における技術の発展は、単に、既存の情報セキュリティ技術を効率よく達成するだけでなく、新しいタイプの情報セキュリティやそれに対する脅威のソースとなっている場合がある。このような状況を背景とし、物理解析研究チームでは、①ハードウェアのセキュアな設計・実装を可能とする各種技術やそれらの評価法の研究、及び、②量子暗号など、自然法則の原理や性質に基づいた情報セキュリティ技術の研究開発、を通じ、より安全な情報社会の実現に向け、根源的な貢献を行うことを目的としている。主な研究内容としては、1) 量子情報セキュリティ、2) 現代暗号論に基づくハードウェアデバイスのセキュリティ、3) 実用的仮定に基づく暗号の研究、などが挙げられる。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8

#### ソフトウェアセキュリティ研究チーム

(Research Team for Software Security)

研究チーム長：柴山 悦哉

(東京本部・秋葉原事業所)

概要：

情報のデジタル化が進み、情報の蓄積・管理・利用のためにコンピュータシステムが必須となった今日、システムのセキュリティを抜きに情報のセキュリティを考えることはできない。しかし、コンピュータシステムの挙動を制御するソフトウェアは、依然として多くの脆弱性を抱えたまま稼働を続けている。ソフトウェアセキュリティ研究チームでは、このような現状を改善するために、ソフトウェアをセキュアに設計・実装・運用するための各種技術の研究・開発に取り組んでいる。また、その技術を応用し、広い意味でプログラムとみなせるプロトコル等の安全性を保証する方式の研究・開発も行っている。今年度の主な研究内容としては、(1) 暗号プロトコルとその実装の安全性を検証するための基礎理論の構築とツールの開発、(2) メモリ安全性と言語仕様への完全準拠を同時に満たす C コンパイラの開発、(3) HTTP プロトコルを用いたパスワード漏洩に強い相互認証方式の提案などがある。

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目12

#### ハードウェアセキュリティ研究チーム

(Research Team for Hardware Security)

研究チーム長：佐藤 証

(東京本部・秋葉原事業所)

概要：

VLSI の高速化・高集積化技術の進歩により、かつては大きな演算リソースを必要とした暗号ハードウェアが家電やポータブル機器に容易に実装できるよ

うになっている。また、急速に拡大するブロードバンド・ネットワーク社会における情報の保護に、高性能な暗号ハードウェアを欠かすことはできない。また、暗号の安全性評価はアルゴリズムの理論的な解析が主流であったが、暗号が実装されたモジュールの物理的な特性を解析する実装攻撃が近年クローズアップされている。特にその中でも暗号モジュールの消費電力や電磁波中に漏洩する動作情報を利用するサイドチャネル攻撃が、現実的な脅威となりつつある。このような背景のもと、ハードウェアセキュリティ研究チームでは、(1)暗号ハードウェアの小型・高速・低消費電力実装、(2)暗号ハードウェアのアプリケーション開発、(3)実装攻撃への対策手法および安全性評価手法の確立と国際標準規格化への参画、を主テーマとして研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目15

-----  
**【テーマ題目1】情報漏えいに堅牢な暗号・認証方式**

**【研究代表者】** 古原 和邦

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

**【研究担当者】** 古原 和邦、辛 星漢、花岡 悟一郎、渡邊 創 (常勤職員4名)

**【研究内容】**

従来、多くのセキュリティシステムは、そこで利用されている鍵や認証用データは漏えいしないとの仮定の基で構築されてきた。本研究では、この仮定を見直し、鍵や認証用データは漏えいするとした上で、それらが漏えいしたとしても大きな被害を引き起こさない、あるいは被害を局所化できる方法の研究を行っている。具体的に、鍵漏えいに堅牢な暗号化方式、電子署名方式、認証鍵共有方式、鍵の効率的な更新方法などの研究に取り組んでおり、これらの成果を応用することで、サーバやクライアントに保存している機密情報をより高度かつ効率的に保護したり、データベースに保存している個人情報を情報漏えいや不正アクセスから保護したりすることが期待できる。本年度は、以下の三つの項目について研究を進める。(1)より高度な攻撃に対しても安全性を有する認証方式の提案、(2)もっとも効率のよい離散対数問題に基づいた認証方式の提案、(3)LR-AKE の応用についての検討を行った。その結果、特許2件の申請と論文発表を行った。

**【分野名】** 情報通信・エレクトロニクス

**【キーワード】** 認証、情報漏えい、暗号化

**【テーマ題目2】代替暗号・認証技術に関する研究**

**【研究代表者】** 大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

**【研究担当者】** 大塚 玲、北川 隆、花岡 悟一郎、繁富 利恵 (常勤職員4名)

**【研究内容】**

従来の暗号技術の多くは、安全性を素因数分解の困難性等の計算量的な仮定に依拠している。しかし、これらの仮定が将来にわたって成り立つかどうかについては不明であるため、長期的な安全性が要求されるアプリケーションに対しては、必ずしも適用することができない。本研究においては、このような問題を回避するために1)新技術及び新解析技術の研究、及び2)新技術を円滑に適用するための研究を行なっている。本年度は、これまでに提案してきた認証符号をベースとする情報量的安全性に基づく暗号技術の効率化を行い、実用性の高い方式を国内研究会、国際会議などにおいて発表を行った。

また、公開鍵暗号の問題点を克服し、さらに高機能な暗号技術の実現を可能にする技術として ID に基づく認証・暗号化方式に注目し、研究を行っている。今年度は、主に、公開鍵暗号に焦点をあて、それらを構築するために本質的に必要となる数学的基盤を明らかにし、その上で、数学的仮定や効率性の面で従来技術に優れる新たな暗号技術を創出することに注力した。結果については、国内研究会、国際会議、論文誌などにおいて発表を行った。

**【分野名】** 情報通信・エレクトロニクス

**【キーワード】** 情報量的安全性、ID ベース暗号、情報漏洩

**【テーマ題目3】プライバシー保護技術に関する研究**

**【研究代表者】** 大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

**【研究担当者】** 大塚 玲、渡邊 創、古原 和邦、北川 隆、繁富 利恵、辛 星漢 (常勤職員6名)

**【研究内容】**

情報技術の発達に伴い、情報システム内に大量に蓄えられたプライバシー情報の漏洩が深刻な社会問題になっており、またネットワーク上の個人の尊厳を守ることがきわめて重要な課題になりつつある。本テーマではプライバシー情報漏洩問題を抜本的に解決するため、プライバシー情報を一切取得しなくても適切に情報処理が行える基盤技術の確立を目指して研究を行っている。こういった技術を利用することにより、プライバシー情報をサービス提供者が無駄に取得することなく、サービスを円滑に各ユーザーに対して提供をすることができる。これまで提案してきたリフレッシュ可能な匿名トークン、匿名性の高いRFID、匿名通信路などについて、今年度は特にロケーションプライバシーについての検討を行った。従来のサーバ単独での ID 更新ではなく、利用者端末の限られた計算能力の下でも実現可能とすることを考慮し、ユーザーの位置に関するプライバシーを保護しつつ、安心してサービスを受けられるための技術開発を行った。

また、コンテンツの不正流通や顧客情報の漏洩への対

策として、たとえ情報が漏洩したとしても漏洩した情報に符号化された識別子を埋め込むことにより、不正流通に関与した利用者を追跡できる技術として結託耐性符号に関する研究を行っている。今年度は、誤って無実のユーザを特定する確率を下げる手法、グループテスト法を応用し不正者を効率的に特定する手法を発展させ、実用性を向上させることに注力した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】匿名認証、情報漏洩、結託耐性符号

#### 【テーマ題目4】バイオメトリクスセキュリティに関する研究

【研究代表者】大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

【研究担当者】大塚 玲、井沼 学、繁富 利恵

(常勤職員2名、他1名)

#### 【研究内容】

簡便で高精度な本人認証は現在及び今後の情報化社会にとって重要な課題である。本研究では、バイオメトリクス技術のセキュリティ評価基準の開発を目指して研究を行っている。本年度は、我々が提案した安全性指標であるウルフ攻撃確率 (WAP: Wolf Attack Probability) を理論面から整備すると共に、理想的なウルフ攻撃耐性を持つバイオメトリクスシステムの理論解析と限界式の導出等を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】バイオメトリクス、本人認証

#### 【テーマ題目5】情報セキュリティ管理に関する研究

【研究代表者】大塚 玲

(セキュリティ基盤技術研究チーム)

【研究担当者】大塚 玲、田沼 均 (常勤職員2名)

#### 【研究内容】

本研究の目的は、情報セキュリティインシデントを調べることにより現在発生している情報セキュリティインシデントの特徴とその原因、現在多くの情報システムが直面している情報セキュリティに関する脅威の実情や動向、情報セキュリティインシデントに発展する譲歩情報システムの脆弱性の現状と動向及びインシデントレスポンスという立場からの脆弱性に対する対策、現状で必要とされるインシデントレスポンスの手法等を調査研究し、今後の情報セキュリティ研究の基礎資料とすることにある。具体的には、内閣官房情報セキュリティセンターに兼務し、実際のインシデントレスポンスを行うことにより必要とする情報を得ることを通じて実践的な立場から研究を行っている。

また、効果的で効率的な情報セキュリティ対策を行うための評価手法の開発及び評価の基盤となる理論の構築を目指し、本年度は、セキュリティ対策としての情報共有問題の経済分析を発展させ、国際会議等で発表を行っ

た。また法と経済学的手法を利用して情報セキュリティにおける不法行為法的な責任についての経済分析を行い、過失責任および説明責任を導入する必要性を示した。これらの結果を発展させることにより最新の情報セキュリティ環境に適した制度設計等への応用が期待できる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ管理、インシデントレスポンス、情報セキュリティ ROI

#### 【テーマ題目6】量子情報セキュリティ技術

【研究代表者】今福 健太郎

(物理解析研究チーム)

【研究担当者】今福 健太郎、木村元、縫田 光司、

宮寺 隆之、萩原 学

(常勤職員4名、他1名)

#### 【研究内容】

情報理論は、「情報の記述」あるいは「情報の伝達や取得の際の原理的境界」について考察するための体系である。一方量子論は、「物理系の記述」あるいは「物理系の振舞いや測定の際の原理的境界」を考察するための体系である。全ての情報が物理系によって伝播すること、および、全ての情報の取得が測定を通じて行われることの二点を考えれば、情報理論と量子論の結びつきは必然である。しかしながら、量子論で記述されるマイクロ系の不思議な振舞いにより、両理論の融合には、単なる結びつきだけで終わらない面白さも存在する。量子性の高い物理系をリソースとして利用し、従来の情報システムでは達成することができなかった情報論的タスクを実現する応用として、量子暗号や量子計算が知られており、これらは21世紀の科学として大きな発展が期待されている分野である。

今年度も、昨年度までに引き続き、量子情報セキュリティ技術の一般的かつ精密な安全性評価を可能とする、理論的研究を行った。特に、量子鍵配送の安全性証明について、量子計算理論的な扱いを導入し、これによる安全性証明を世界で初めて示した。これは、従来の情報理論的な扱いとは異なるアプローチであるだけでなく、情報理論的な安全性概念を新しい方向に拡張する結果であり、量子鍵配送プロトコルの安全性証明に留まらず、重要な結果として認知されている。また、量子暗号分野が学術上の対象という萌芽的な段階から、産業界への応用へと急速に変化しつつある状況を踏まえ、昨年度に引き続き、関連国際会議を、他の二機関 (情報通信研究機構、情報処理推進機構) と協力して主催し、企業、研究所、大学、行政機関の間での情報共有、課題事項の整理を行い、これらの結果を UQC レポートとして刊行した。

その他、量子論の基礎理論としての「破れ」があった場合、現在議論されている安全性にどの程度のインパクトがあるか、等の問題に対応するべく、量子論を超えて、理論がもつ普遍的な性質に基づいて安全性を議論する一

一般的な枠組み（一般確率論など）に関する研究を行い、情報セキュリティと密接に関連する状態識別問題など基本的な問題の幾つかに適用し、成果の公表を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】量子鍵配送プロトコル、光通信、秘匿性増強

【テーマ題目7】現代暗号論に基づくハードウェアデバイスのセキュリティ

【研究代表者】今福 健太郎  
(物理解析研究チーム)

【研究担当者】今福 健太郎、木村 元、宮寺 隆之、張 鋭 (常勤職員3名)

【研究内容】

この分野の研究における挑戦は、情報通信システムの安全性がその利用状況に依存するという（一見分かりやすいが極めて抽象的な）事実、定量的で客観的な尺度を導入しなければならない点にある。特に最近、ユビキタスの発展により情報へのアクセス構造が複雑化したこと、さらには、多様な物理的攻撃法（暗号モジュールがシステムとして必然的に物理的実装を持たなければならないという当たり前の事実）に起因した、しかしながら逆にそれだけ強力な攻撃法が指摘されその威力が確認されていることを背景とし、その「挑戦」はますます困難なものとなっている。

今年度は、測定量が与えられた際にそこに含まれる「サイドチャンネル情報量」を最適に取り出す処理の仕方と、その情報理論的意味づけを行うことを目的として解析を行った。サイドチャンネル情報の利用の仕方により、既知のサイドチャンネル攻撃を含むより広いクラスの攻撃を暗号学的に整理し、幾つかの（あまりこれまで注目されていない）タイプのサイドチャンネル攻撃の可能性とその位置づけを行った。また、本研究で評価法を確立するための議論の対象にすべき（既知の）サイドチャンネル攻撃の位置づけを行い、ここで議論される評価法の有効性を主張できる理論的境界について議論した。さらに、測定量の確率分布が既知の場合に、既知のサイドチャンネル攻撃とは別の最適な統計処理を発見した。これにより、与えられた条件のもとでの、最適な攻撃が定義されたこととなり、この攻撃への耐性によってセキュリティ指標が定義できることを示した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】耐タンパー、暗号モジュール、情報漏えい

【テーマ題目8】実用的仮定に基づく暗号の研究

【研究代表者】今福 健太郎 (物理解析研究チーム)

【研究担当者】今福 健太郎、Kirill Morozov、張 鋭 (常勤職員3名)

【研究内容】

現在実用化されている多くの暗号は、計算量的仮定に基づいたものであるが、現実的と思える状況を仮定（例えばある程度コントロールすることができない雑音を含む通信路など）することにより、情報理論的に安全な暗号を構成できることが知られている。このような立場から現実的な仮定のもとで情報論的な安全性を満たす（攻撃者の計算資源に依らない）暗号を構成する幾つかの研究が行われている。本研究では、通信における電波伝搬や反射等の「実質的には制御不能なノイズ」のもとで、情報理論的に安全な紛失通信路 (oblivious transfer) を実現する手法を提案、さらに、秘密鍵共有について、無線伝送路の雑音パターンはそれらデバイスの位置に特有のものであることを用いると、非常に強力な計算能力を持つ攻撃者に対しても永続的な安全性を持つような方式が可能となることを示した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報理論、雑音通信路、暗号理論

【テーマ題目9】セキュリティプロトコルの形式的検証

【研究代表者】Affeldt Reynald (ソフトウェアセキュリティ研究チーム)

【研究担当者】Affeldt Reynald、David Nowak、山田 聖、Hubert Comon-Lundh、田中 三貴 (常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

現代のネットワーク社会で高度なセキュリティを保証するためには、セキュリティプロトコルの機械検証可能な安全性証明が望まれる。しかし、標準的安全性証明の手法である計算論的証明法は、その複雑さのために機械検証が依然として困難である。そこで、自動検証に適した記号論理的証明法に基づき、機械的検証可能な計算論的安全性証明の構築に関する研究を行った。

誤検知のない記号論理的自動証明の研究：安全性の判定問題は一般に決定不能である。そのため、自動検証は近似モデルに対して行なうが、近似に伴う誤検知（安全な場合でも安全でない判定）が問題となる。そこで、プロトコルのセッション数が限られていると仮定できる場合に、実用性が高く誤検知がないプロトコル自動検証アルゴリズムを一階述語論理に基づき構成した。既存のアルゴリズムでは実現できなかった完全性と停止性を両方満たしている点に特長がある。このアルゴリズムにより、これまで自動検証ができなかった暗号プロトコルの検証が可能になった。

観測等価性の計算論的健全性の研究：プロトコルのセキュリティ特性は計算論的識別不能性によって定義される。例えば、機密性が成り立つプロトコルとは、攻撃者が実際のプロトコルと秘密データを乱数で置き換えたプロトコルを識別できないようなものである。一方、記号論理的証明法でよく使われるプロセス代数の観測等価性が成り立てば、二つのプロセスが任意のコンテキストで

同じチャンネルに同じ値を出力する。本研究は、計算論的識別不能性と記号論理的観測等価性の関係の一端を明らかにした。具体的には、標準的仮定で観測等価性から識別不能性を導けることを示した。この成果により、例えば、記号論理的手法で得られた自動検証から、計算論的識別不能性を得ることができる。

計算論的に安全な暗号スキームの実装の機械的な検証：プロトコルの検証は、最終的には、プロトコルを実装するプログラムの検証という問題に行き着く。この機械的検証は技術的に極めて難しい。最適化のために通常はアセンブリ言語で実装されているプログラムと計算論的安全性証明を結びつけた検証を機械的に行なわなければならない。そこで我々は、総合的かつ再利用可能な環境の構築を目指して、定理証明器 Coq 上で定理ライブラリを構築しながら、最初のケーススタディとして Blum-Blum-Shub 疑似乱数生成器の検証に着手した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ソフトウェア検証、プロトコル検証、暗号プロトコル、計算論的安全性証明

【テーマ題目10】安全性を保証する C 言語処理系の実用的実装の開発

【研究代表者】大岩 寛 (ソフトウェアセキュリティ研究チーム)

【研究担当者】大岩 寛 (常勤職員1名)

【研究内容】

プログラミング言語の1つである C 言語は、現在においても最も主要なシステム記述言語として用いられており、インターネット上で現在利用されているサーバソフトウェア (メールサーバ、DNS サーバ等) の殆どが C 言語で記述されている。しかし、C 言語の設計はプログラムの誤り、特にメモリ上のデータの操作の誤りに対して非常に脆弱で、小さなプログラムの誤りがしばしばサーバ乗っ取り等の重大なセキュリティ脅威に繋がる。このような問題に対する対策として、C 言語以外のメモリ操作に関して安全な言語 (Java, C#, ML 等) を用いることが考えられるが、現実には既存のソフトウェア資産の存在や、プログラマの教育・習熟にかかるコスト等から直ちには適応しがたい。

本研究ではこのような背景を踏まえ、C 言語の仕様を完全に満たし、既存のプログラムに対する互換性を最大限に確保しつつも、メモリ操作の誤りに対して常に安全に動作するような C 言語の実装方式を提案している。開発中の Fail-Safe C コンパイラシステムは、ANSI, ISO および JIS 規格に定義されている C 言語の仕様を完全に尊重しつつ、全てのメモリ操作に関して安全性を保証し、そのような誤りが確実に検出され安全に停止するようなプログラムにプログラムを変換する。このシステムを用いることにより、既存のプログラム資産を生かしつつ、脆弱性に対する攻撃の影響を大きく減らすこと

が可能になる。

2008年4月より本システムを情報セキュリティ研究センターのホームページ上で公開している。本実装は安全性を保証するコンパイラ本体の他、モジュール結合時の整合性を検査する特製のリンカ・主に経済産業省委託事業で開発した500以上の標準ライブラリ関数の実装など一式を既に揃えており、OpenSSL, BIND9等いくつかのインターネットサーバの既存実装を、本質的な変更をせずに安全に動作させることができる。今年度は実装公開後引き続き実装の改良を続け、安定性を向上させ対応できるプログラムを拡充した。今後は、第2種基礎研究から更に実用化研究のフェーズを目指し、一般社会への配布や普及、そのための実装の拡充やより一層の性能・利便性の向上に取り組んでゆく。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ソフトウェア安全性、C 言語、言語処理系 (コンパイラ)

【テーマ題目11】安全なソフトウェアのためのプログラム解析技術に関する研究

【研究代表者】Cyrille Artho (ソフトウェアセキュリティ研究チーム)

【研究担当者】Cyrille Artho (常勤職員1名)

【研究内容】

ソフトウェアを用いた情報システムのセキュリティ及び信頼性を向上させるためには、日々開発・改良されるソフトウェアが正しく動作していることを常に担保する開発手法が必要とされている。近年ソフトウェア開発の現場では、プログラムの信頼性・安全性の向上のために、自動化されたツールによる頻繁な動作テストを行うことが推奨されており、研究レベルでは更に、テストに失敗した場合にその原因を解析し修正すべき箇所を推定する自動化手法なども提案されている。本研究テーマでは、このようなシステムに用いることのできる実用的なプログラム解析技術について、次のような研究を行った。

(1) ネットワークを用いるプログラムのモデル検査手法

モデル検査は、プログラムの引き起こしうる動作の全ての可能性を自動的かつ網羅的に追跡し、実行時に不正な動作を起こさないことを検査する手法の1つである。近年まで、モデル検査手法は単独で動作するプログラムには適用できても、外部からの作用に依存する複数のプログラムで構成されるネットワーク上のソフトウェアに対しては、プロトコルレベルの検証などを除いては実用的にうまく適用ができなかった。本研究では、ネットワークの通信を自動的に仮想化し、任意の時点での入出力を自在に時間を巻き戻して再現できるようなモデル検査器ソフトウェアの拡張を行い、このようなプログラムに対しても実用的なモデル検査を適用可能とした。開発したツールは SNPD 2008、TOOLS 2008などで発表したほかソフトウェアとして

も公開しており、Java 言語の標準的なモデル検査器である Java PathFinder にも既に導入されている。

(2) ソフトウェア欠陥の発生箇所の特定手法

ソフトウェア・テストは現時点でのソフトウェアに欠陥があることを知らせることはできるが、複雑なソフトウェアにおいてプログラムのどこにその原因があり、過去のどの時点での変更が原因となっているかを特定するには、今のところ入力による欠陥の調査と修正が必要となっている。この問題の解決のため、以前より研究している Iterative Delta Debugging (IDD) の手法を更に拡張し、使ったログインを体験できるサイトを設置し実証公開実験を行った。今後は引き続き仕様の標準化と実装の普及に取り組んでゆく。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】Web システム・プロトコル・相互認証・標準化

【テーマ題目13】動的再構成システムの安全性に関する研究

【研究代表者】佐藤 証 (ハードウェアセキュリティ研究チーム)

【研究担当者】佐藤 証、坂根 広史、堀 洋平 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

近年、回路構成の変更が可能な LSI デバイスが登場し、用途や環境の変化に合わせて回路機能を更新する動的再構成 (Dynamic Partial Reconfiguration: DPR) システムが盛んに開発されている。DPR を用いることで、多機能で高速かつ小型・省電力な機器を作成することが可能となる。しかし、DPR システムの回路情報は電子データであるため、違法複製やリバースエンジニアリング等の問題が存在する。そこで本研究で、回路情報の機密性と完全性を保証する認証暗号 AES-GCM を DPR システムに実装し、その性能と有効性について検討を行った。

AES-GCM を Virtex-5 FPGA に実装したところ、従来のソフトウェア用いる方式の2,800倍以上の高速化を実現し、他の認証暗号ハードウェアと比較した場合も約40%の小型化と約60%の高速化を両立した。本研究成果は関連分野最大の国際会議 FPL2008等で発表されたほか、特許出願中であり、民間企業とも安全な DPR システムの実現に向けて連携を図っている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】動的再構成可能ハードウェア、高速回路実装、完全性検証

【テーマ題目14】ネットワークセキュリティ技術に関する研究

【研究代表者】佐藤 証 (ハードウェアセキュリティ研究チーム)

【研究担当者】佐藤 証、片下 敏宏 (常勤職員2名)

【研究内容】

インターネットをはじめとするコンピュータネットワークは生活基盤のひとつとして重要となっており、その一方、不正アクセスや迷惑メール、フィッシング詐欺、不適切なコンテンツの配信などの問題が顕在している。本研究では、コンピュータネットワークをより安心・安全に利用するための研究開発の一環として、侵入や攻撃、または有害情報を検知するフィルタリング処理技術に関する研究を進めている。

本年度は、ネットワークパケットのヘッダだけでなくデータ部を、正規表現により記述されたルールに従って検出するハードウェアの構成とその生成方法の検討を行った。従来は処理速度が低くや消費電力の高いソフトウェア処理や、固定された記述のみ対応するハードウェアが利用されてきたが、本研究によるハードウェアにより低消費電力かつ柔軟な検出を行うことが期待される。このほか、フィルタリング処理を行う装置が意図するルールを検知しているかどうか検査するための装置を10Gigabit Ethernet 環境にて開発し、論文誌発表を行った。また、近年のスパイ型フィッシング詐欺に対応するための、早期に検知ルールを更新するシステムの検討と予備的な検証システムの開発を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ネットワークフィルタリング、セキュリティハードウェア、正規表現

【テーマ題目15】サイドチャネル攻撃に対する安全性評価手法に関する研究

【研究代表者】佐藤 証 (ハードウェアセキュリティ研究チーム)

【研究担当者】佐藤 証、坂根 宏史、片下 敏宏、堀 洋平 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

IC カード等の暗号回路が動作中に発生する電磁波や、消費電力波形に漏洩している情報を解析し、内部データを盗み出すサイドチャネル攻撃の脅威が現実的なものとなりつつある。このサイドチャネル攻撃に対する安全性評価ガイドライン策定が急がれているが、各研究機関が独自の環境で実験を進めていたため、その結果の追試や検証が難しく標準化の妨げとなっていた。また、攻撃実験の対象に市販の暗号製品を標準として用いることにも大きな問題があった。そこで、本研究では、サイドチャネル攻撃実験標準評価プラットフォームと、ISO/IEC 標準暗号を全て実装した LSI の開発を行い、ガイドライン策定のための環境整備を行うと共に、様々な提案手法の評価と攻撃・対策手法の開発を行っている。

本年度は、各種対策を施した暗号回路マクロおよび暗号 LSI を開発し、様々な攻撃を行い安全性評価ガイドラインの基礎データの取得を行った。また、その結果を



基に、ISO/IEC 標準規格化も予定されている米国連邦標準 FIPS140-3の策定において、サイドチャネル攻撃評価の章の執筆を担当した。さらに、暗号モジュールの評価試験機関での利用を目的に、自動ツールの開発を行うと共に、IC カード評価ツールを製品化している企業との連携も進めた。そして、安全性評価プラットフォームの改良を行い、国内外の企業による事業化にこぎ着けた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】サイドチャネル攻撃、標準評価プラットフォーム、国際標準規格

#### ⑪【固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター】

(Polymer Electrolyte Fuel Cell Cutting-Edge Research Center 【FC-Cubic】)

(存続期間：2005. 4. 1～2010. 3. 31)

研究センター長：長谷川 弘

副研究センター長：関口 伸太郎

副研究センター長：山本 義明

所在地：臨海副都心センター、つくば西

人員：13名 (12名)

経費：850,691千円 (123,189千円)

概要：

(社会的背景)

燃料電池は、地球環境の保全 (Environmental Protection)、エネルギーの安定供給 (Energy Security)、持続的な経済成長 (Economic Growth) を同時に達成する上で最も期待が懸かる重要技術であり、世界各国が熱心に開発を進めている。とりわけ固体高分子形燃料電池 (以下、燃料電池と記す) は、小型で起動時間が短いという特徴を持ち、家庭用コージェネ発電設備 (定置用燃料電池) や、自動車など移動体での使用に適していることから開発の中心をなしている。

この様な中、日本産業界は燃料電池の実用化では世界に一步先駆けているが、本格的普及のための商品性確保への道程は極めて険しく、コストダウン、耐久性・信頼性確保、性能向上という多様な要素を満たす革新的なブレイクスルーが待望されている。

燃料電池技術のブレイクスルーを効率的に進めるためには、単にエンジニアリング手法に頼るのでは無く、サイエンスに立ち帰った根本的な理解が必要不可欠となっている。

(研究センターのミッション)

燃料電池実用化推進協議会 (FCCJ) をはじめとする産業界からの強い要請と、資源エネルギー庁・燃料電池推進室の力強い後押しを受け、固体高分子形燃料

電池先端基盤研究センターは2005年に設立された。定置用燃料電池や燃料電池自動車の本格的普及のために解決しなければならない課題に向けて、サイエンスに基づく革新的技術の研究開発と、次世代の燃料電池を担う人材育成が、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センターの設立時からのミッションである。

(研究センターの活動方針)

—中期課題—

産業界との議論を通じて、産業界が必要とする基礎科学的な研究テーマとして、下記3テーマを選び、ナレッジの蓄積と融合を図っている。

- ① コストポテンシャル向上との両立を目指した電極触媒の革新的性能向上のための反応メカニズム解明
- ② コストポテンシャル向上との両立を目指した電解質材料の革新的向上のための物質移動・反応メカニズム解明
- ③ セル構成要素及び界面における物質移動速度向上のための物質移動メカニズム解明

—計画を達成するための方策—

独創的な研究の成否は全て人的資質が握っていると言っても過言では無く、本研究センターは、産総研あるいは国内に限らず広く世界に門戸を拓げ、燃料電池に熱意を持った科学者の結集に全力を挙げている。

また、限られたリソースを有効に活用するためには、国内外の研究機関並びに企業との連携を積極的に進めている。

サイエンス重視の動きは、各国で顕在化しており、米国ロスアラモス国立研究所では、米国エネルギー省 (Department of Energy, DOE) の方針の下、燃料電池に関する研究開発・産学連携を強化し総合的に実施するため、「水素燃料電池研究センター (Institute for Hydrogen and Fuel Cell Research)」が活発に活動している。またカナダにおいては、国家研究会議 (National Research Council Canada, CNRC) 傘下の「燃料電池技術革新研究所 (Institute for Fuel Cell Innovation)」などが、その一例である。

固体高分子形燃料電池先端基盤研究センターは、2006年5月に上記米国ロスアラモス国立研究所と「情報交換に関する覚書」を取り交わし、密な連携を図るなど、「固体高分子形燃料電池の先端基盤研究に関するナショナルセンター」として、我が国のみならず世界の産業界・学界との協調的発展に貢献している。

-----  
外部資金：

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
燃料電池先端科学研究事業「燃料電池先端科学研究事業」

文部科学省 科学研究費補助金「電気化学界面計測に利用可能なプラズモニック結晶型基板の開発」

発表：誌上発表14件、口頭発表63件、その他0件

**触媒研究チーム**

(Catalyst Team)

研究グループ長：八木 一三

(臨海副都心センター)

概 要：

●電極触媒界面における電気化学反応の速度論的解析手法の開発

空気極における電極触媒反応場で生じる電気化学ならびにその他の反応に関する速度論的解析手法を開発する。具体的には、ラマン分光や赤外分光などの振動分光法をプローブとして、反応物質の供給をトリガーとする時間分解測定を可能にする手法を開発している。一方で、電極触媒反応場のスケールを最小限まで絞り、反応過程をノイズスペクトル的かつ顕微光的に計測する手法についても併せて研究を進めている。

●諸電気化学反応の触媒構造依存性等の解明

触媒近傍で起こる反応の速度論に及ぼす反応場の影響を明らかにする。触媒の構造および電子状態の効果に加えて、反応種の拡散に由来する濃度分極の影響や、触媒周辺に存在する水の構造・電子状態の影響についても精緻に解析する。

●現状技術打破に向けての触媒設計指針提案

現状技術における諸現象解析に関するナレッジとシミュレーション技術を活用して、電極触媒のあるべき姿を、また電解質研究チームとのナレッジの融合から、膜電極接合体 (MEA) のあるべき姿を提案する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4

**界面物質移動研究チーム**

(Material Transfer at Interface Team)

研究グループ長：山本 義明

(臨海副都心センター)

概 要：

●ミクロな多相界面、あるいはマクロな多層界面を経由する物質移動現象の精緻な速度論的計測手法の開発  
燃料電池反応に関与するミクロな界面、すなわち気相 (水素、酸素等) と固相 (触媒、電解質等)、及び液相 (水を随伴したプロトン) との間で生じる物質移動現象を明らかにする。また、反応に伴う物質輸送現象を律速するマクロな界面、主には触媒層/ガス拡散層におけるガス相 (酸素、窒素、水蒸気等) と液相 (水) との相互あるいは競合拡散を正確に追跡する方法を開発する。種々の計測技術を相補的に利用して速度論としての解析を行う。

●物質移動現象の触媒層及びガス拡散層の構造依存性などの解明

正確な測定技術を駆使し、触媒層並びにガス拡散層の構造や構成材料の物性がどのような影響を及ぼすの

かを明らかにする。このような解析を通じて現状技術における理想状態でのパフォーマンス限界を明らかにする。

●現状技術打破に向けての膜電極成形体設計指針提案  
現状技術における諸現象解析に関するナレッジとシミュレーション技術等を活用して、膜電極接合体+ガス拡散層 (MEGA) のあるべき姿の指針を提案する。

研究テーマ：テーマ題目2

**電解質研究チーム**

(Electrolyte Membrane Team)

研究グループ長：大平 昭博

(臨海副都心センター)

概 要：

●電解質材料中における各種化学種 (プロトン、水、各種ガス、反応生成物等々) の移動速度解析手法の開発

電解質 (電解質膜、触媒層電解質) 材料中におけるプロトン、水、各種ガス (水素、酸素、窒素等)、更には反応生成物等の移動速度を正確に計測する手法を開発する。これらの化学種の移動は相互拡散や競合拡散であり、実状態に即した精緻な測定は困難とされてきた事項に挑戦する。

●移動速度の電解質構造依存性等の解明

各化学種の移動速度と電解質の構造 (化学構造、ポリマー高次構造) との関係を解明する。この様な解析を通じて、現状技術の限界を究明する。

●現状技術打破に向けての電解質材料設計指針提案

ナレッジの総集と各種シミュレーション、モデルサンプルによる検証試験等を利用して、電解質材料のあるべき姿を見出す。コストポテンシャルのある材料での高いパフォーマンス発現の指針を提案する。

研究テーマ：テーマ題目3

[テーマ題目1] 燃料電池の基幹要素材料である電極触媒の革新的性能向上とコストポテンシャル向上 (運営費交付金、外部資金)

[研究代表者] 八木 一三 (触媒研究チーム)

[研究担当者] 八木 一三、林 灯、太田 鳴海、野津 英男、君島 堅一、猪熊 喜芳、喜多村 卓也、野村 芳、梅村 瞬、荻野 和也、林 直子 (常勤職員5名、他6名)

[研究内容]

概 要：

燃料電池電極触媒の性能評価は従来、定常的な電気化学計測に基づき行われている。例えば、カソード電極触媒の評価で得られるのは、酸素還元反応の最終生成物と反応過電圧、反応電流 (反応の総体的速度定数) である。つまり電極触媒表面における素過程の反応速度や中間体

の吸脱着の影響はブラックボックスとなっている。本研究では、第一に、そのブラックボックスの中身を明らかにする電極触媒の動的評価手段を確立し、構造・電子状態などを予め制御した電極触媒試料について、この動的評価を行い、データを蓄積することを目指す。これは、現在様々な材料を網羅的に評価するコンビナトリアル化学とは対照的なアプローチであるが、同時に性能向上機構の解明に資するという点では相補的である。第二に、触媒ならびに担体のナノ構造やメソ構造、あるいは電子構造を制御したモデル電極触媒を開発するアプローチを開始した。調製したモデル触媒の理想反応条件下での性能を極限まで高めた後に、実用レベル触媒へのコストダウン・効率化を図るスキームである。上記の「その場計測法」と「モデル触媒開発」がお互いにフィードバックを行うことで、現状技術打破につながる触媒設計指針を将来的に確立できると想定している。

当該研究チームでは、以上の研究を実施するため、以下の4つのテーマに取り組んでいる。

- ① 時間分解 *in situ* 振動構造追跡技術開発のための装置設計・手法開発
- ② 白金単粒子触媒担持カーボン探針電極における酸素還元反応解析
- ③ 電極触媒周辺の水の動的挙動と電子状態を計測するための手法開発
- ④ メソ構造を導入した電極担体の開発とカソード触媒性能向上への展開
- ⑤ 触媒と担体の電子的相互作用を制御することによる新規電極触媒の開発

年度進捗：

平成20年度は、前年度に引き続き、各種時間分解振動分光装置を実現するための表面増強能の最適化と時間分解トリガリングの手法開発を実施した。表面増強赤外反射吸収分光 (SEIRAS) については、繰返型時間分解測定に耐えられる SEIRAS 活性基板の調製に成功したほか、電気化学アニーリングによりスパッタ金薄膜でも (111) 配向膜の形成と SEIRA 活性の賦与が可能であることも見出している。また、時間分解測定のためのマイクロ流路との組合せについても専任の研究スタッフを確保し、電位印加による反応種生成・輸送によるトリガリング実験とシミュレーションによる反応種濃度の時空間分布の予測を進めている。表面増強ラマン散乱 (SERS) 活性基板については、白金からの信号取得に難航しており、レーザー波長やプラズモニック結晶構造等の変更を検討している。Pt 単粒子担持カーボン探針電極の調製については、電析条件により白金粒子の密度、サイズ、形状を制御する方法を検討している。電極触媒周辺に存在する水の動的挙動を追跡するための可視-赤外和周波発生 (SFG) 分光システムについては、顕微分光化を目指した改造を行っている。メソ構造を導入したメソポーラスカーボン (MC) 担体については、メソ

細孔を有する触媒特有の気相酸素の導入・貯蔵の機構がある程度明らかにした他、メソ細孔にのみ白金を担持することにより耐久性が向上することが予想されるため、調製法の最適化を模索している。また、メソポーラスカーボン担体の垂直配向自立膜、および粒子間細孔径をメソスケールで制御可能なカーボンエアロゲル担体の自立膜の調製にそれぞれ成功した。触媒-担体間の相互作用を利用する SMSI (Strong metal-support interaction) 電極触媒の開発においては、伝導性の高い Nb-ドーパ酸化チタン担体の開発を進めているが、酸化担体は表面積が小さくなってしまったため、酸化粒子内部にメソポーラス構造を導入することを目指し、その実現に成功している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】電極触媒、*in situ* 振動分光、モデル電極、速度論、メソポーラス担体

【テーマ題目2】セル構成要素と物質移動との相互作用 (運営費交付金、外部資金)

【研究代表者】山本 義明 (界面物質移動研究チーム)

【研究担当者】山本 義明、宮本 淳一、横山 浩司、安達 誠、大山 淳平、渡部 那美 (常勤職員2名、他4名)

【研究内容】

概要：

多相界面を経てのプロトン及び水関連物質の移動現象を解明する。特にガス拡散層 (GDL) の表面性状や集合組織が水関連物質の移動現象及び電池性能に与える影響を調べることが本研究の目的である。固体高分子形燃料電池における電圧低下の原因の1つとして燃料電池内、特に膜電極接合体とガス拡散層 (MEGA) 内の水分管理が挙げられる。具体的には空気極触媒層で化学反応の結果生じる生成水により反応ガスの物質移動が阻害されると発電性能は極端に低下する。この生成水-反応ガスの物質移動、いわゆる競合拡散が滞る現象は近年 GDL にマイクロポーラス層 (MPL) を付与することで飛躍的に改善され、発電性能が安定するという技術の進展が見られた。しかし、MPL による燃料電池内の物質移動特性が改善される科学的根拠は未だ解明されていない。これら空気極における物質移動現象を解析するためには MEGA を構成する各基幹材料の表面性状・表面構造の解析、バルク集合組織が有する性状や構造の詳細な解析だけでなく、燃料電池作動環境下での動的現象を評価していく必要がある。

上記を鑑み、平成20年度は以下の研究テーマに取り組んだ。

- ① ガス拡散層内の水蒸気の移動透過挙動の把握
- ② MEGA 内の液体水の透過挙動の把握
- ③ ガス拡散層内の熱伝導率の測定
- ④ 発電時における触媒層の温度測定

⑤ セル内熱・物質輸送シミュレーション  
年度進捗：

平成19年度研究成果として触媒層で生成した水が GDL を透過する際に液体あるいは水蒸気として透過することを考慮し、それぞれの場合について計測可能な装置を完成した。この時、透過する水が液体であるか水蒸気であるかに関しては熱輸送が重要となるため、熱伝導率の測定技術も確立している。各計測装置は、温度・湿度条件のみではなく、スタックの締結によって受ける応力についても設定可能なものとした。また、GDL 内部での異方性を考慮し、面内及び厚み方向への計測に関しても可能なシステムを開発した。

平成20年度は、これらの装置を用いて GDL 内の現象の把握と物性の測定を行った。水蒸気透過および液体水の透過については、GDL 単体のみではなく、触媒層や MPL を含めたものに関して、温度条件を変化させて物性を確保した。熱伝導に関しては、触媒層や MPL 等の構成による影響や、温度・湿度・締付応力の影響を把握すると共に、異方性についても違いを定量化した。熱伝導率は、温度や湿度によっても変化するが、締付による GDL の変形の影響がより大きいことが分かった。また、厚み方向の熱伝導率に比較して、水平方向は数倍大きいことを把握した。

以上の測定結果を反映した熱・物質シミュレーションを行い、物質輸送に関する取り組みを開始した。最初に熱・物質シミュレーションモデルの検証を目的として、電流密度による空気極触媒層の温度変化を測定した。今回の測定では、物質輸送が課題となる高電流密度までの発電運転が可能なセルを設計した。実際に2.0 A/cm<sup>2</sup>までの運転を確保し、発電状態における触媒層の温度を測定した結果、最大で5 deg 程度の温度上昇であった。同じセル形状に関して熱・物質シミュレーションを行い、定性的には同じ傾向を示したが、シミュレーション結果の方が大きな温度上昇であった。この差異については、用いた熱伝導率の影響と共に液体水の輸送のモデリングについても検討する。

今後は、100℃以上における高温状態における現象把握と物性測定を進める。また、触媒層を中心としたモデルによる熱・物質シミュレーションを行い、物質輸送の最適化に関する設計指針を提示していきたい。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ガス拡散層、触媒層、膜電極ガス拡散層、接合体、物質移動、構造解析、速度論

【テーマ題目3】燃料電池の基幹要素材料である電解質膜の革新的性能向上とコストポテンシャル向上（運営費交付金、外部資金）

【研究代表者】大平 昭博（電解質研究チーム）

【研究担当者】大平 昭博、貴傳名 甲、滝本 直彦、大窪 貴洋、Hamdy F.M. Mohamed、

Barique M. A.、大平 佳代、  
黒田カルロス清一、  
Seesukphronrarak Surasak  
Tavernier Bruno  
(常勤職員3名、他7名)

【研究内容】

概要：

固体高分子形燃料電池の基幹材料である電解質（電解質膜、触媒層電解質）においては、廉価で高いパフォーマンスを示す材料の開発が求められている。耐久性に加え、幅広い温度域（-40℃～100℃以上）かつ低湿度で高プロトン伝導性を実現し、さらに電解質膜ではガス遮断性、触媒層電解質ではガス拡散性という性質も要求される。これらの課題をクリアするためには、プロトン、水、各種ガス（水素、酸素、窒素等）、更には触媒層で生成する反応物等の移動現象を実作動環境に即した雰囲気ですら正確にとらえ、電解質の構造（化学構造・高次構造・界面構造）との関係を明らかにすることが鍵となる。よって電解質研究チームでは、電解質膜の革新的性能向上とコストポテンシャル向上をテーマに掲げ、実作動環境に即した精緻な解析による結果とシミュレーション、モデルサンプルによる検証試験により、現状技術の限界を把握し、限界打破に向けた材料設計指針の提案を目標とする。

具体的には以下のテーマを遂行している。

① 原子間力顕微鏡（e-AFM）による電解質膜のプロトン伝導領域の直接観察

これまでに、AFM と電気化学的な手法の組み合わせにより電解質膜表面のプロトン伝導チャンネルを直接観察する手法（electrochemical atomic force microscopy:e-AFM）を開発し、電解質膜表面のアクティブなプロトン伝導チャンネルの観察法を確立した。さらに条件の見直しにより、露点75℃までの加湿ガスを供給できるようになり、これまで常温に限定されていた観察が、90℃、55%RH の環境まで観察できるようになった。このような高温雰囲気にする事で、フッ素系と炭化水素系電解質膜の含水に伴う構造変化の相違が明らかとなった。Nafion®の場合ではより広範囲かつ急激に表面の構造変化が起きるが、炭化水素系材料である SPES では高温条件下でも構造変化が見られなかった。一方、内部構造に関しては、マイクロトームによる断面作製を行い、e-AFM 観察を行ったところ、透過型電子顕微鏡（TEM）のような重金属染色などの特殊な前処理をしなくても、電解質膜内部の親疎水領域を容易に識別することが可能であることを確認した。これにより、表面だけでなく内部構造のプロトン伝導領域を観察することができるようになり、電解質膜のプロトンパスに関する三次元的な広がりについて評価できると考えている。

電解質膜に要求されている、高温・低加湿での高プ

ロトン伝導性の確保という課題に対して、本手法を適用することで、プロトン伝導性向上のための大きなフィードバックツールとなることが期待される。

## ② 電解質膜の水挙動と高次構造解析

これまでは磁場勾配パルス (PFG) を用いた核磁気共鳴 (NMR) による電解質膜中の水の拡散係数評価法を確立し、膜物性として重要な種々の温湿度制御下における水・プロトンの拡散挙動の異方性について明らかにしてきた。昨年度より、拡散係数から時間依存性を検討し、Nafion®において超小角散乱で確認されているサブ $\mu\text{m}$ スケールの長周期の構造を確認した。現在開発されているブロックコポリマーは周期構造がサブ $\mu\text{m}$ スケールと大きく、本手法は開発膜のスケールの大きい高次構造解析法として有用である。また、電解質膜中の水分分布を評価するために、緩和時間分布測定を改良・適用し、Nafion®と SPES において含水に伴う水の分布挙動変化の相違を確認した。また、緩和時間測定を補完する狙いで分子動力学計算を行った結果、SPES ではスルホン酸基周辺以外の場所にも水分子が存在していることを示唆する結果が得られた。本手法がプロトン伝導に関与する水と寄与度の低い水 (孤立あるいは連続性の低い空隙) の存在を識別できることを示しており、今後、種々の電解質膜に NMR による拡散係数測定、緩和測定を適用し、また分子動力学計算により補完することで、水分子の運動性とプロトン伝導性の関係解明が期待される。

## ③ ガス透過挙動と構造との相関性解明

プロトン・水易動に関しては、多くの解析アプローチもあるために、膜構造との相関性について多くの知見が蓄積されてきている。しかしながら、ガス透過挙動に関しては、プロトン伝導同様、構造との相関性解明が期待されている。SPES や SPEEK といったエンジニアリングプラスチックをベースとした炭化水素系電解質膜を中心に検討し、Nafion®とは異なり、低加湿状態で透過率が最小となる現象が確認された。陽電子消滅法による膜内の空隙サイズ (自由体積) との相関性について調査したところ、自由体積にまず水が入り込み、その後、水がポリマー鎖間を押し広げることで、自由体積とガス透過率が共に増加していくと考えられる。NMR 緩和測定結果からは、SPES において、低湿度域では連続性が極めて低く、孤立ポアに水が吸着するプロセスが生じ、その後、含水と共に連続した水ドメインが形成・成長するものと考えられる。また、自由体積のみならず、膜中の高分子鎖の分子運動性の寄与も考えられ、今後は分子鎖の緩和現象にも注目することで、構造との相関性を確認していく計画である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】高分子電解質膜、高次構造解析、物質移動

## 【テーマ題目4】電気化学界面計測に利用可能なプラズモニック結晶型基板の開発

【研究代表者】八木 一三 (触媒研究チーム)

【研究担当者】八木 一三 (常勤職員1名)

### 【研究内容】

概要:

本研究では、電極表面で起こる多電子移動反応機構を明らかにするため、表面に生じる反応中間体の濃度を追跡することが可能な分光計測ツールを開発することを目的としている。そのため、高感度・高速で、かつ表面構造が規定された反応場で利用できる必要がある。今年度は、分子検出に用いる分光信号を増強するために、試料電極表面にマイクロメートルスケールの凹みを形成することで高感度化が可能であることを実証した。

年度進捗:

現在検討を進めている逆ピラミッド型プラズモニック結晶構造では、光の波長程度の深さを有する逆ピラミッドピットに励起光を照射すると、ピット内の壁面に沿って表面プラズモンポラリトン (SPP) が誘起される一方、閉じこめ効果により特定の波長で定在波が形成されるため、対応する波長の光に対して電場が飛躍的に増大し、表面増強ラマン散乱 (SERS) 活性となる。現時点では、この構造に金を蒸着して調製した基板について、金表面が (111) 配向で平坦であっても、十分な SERS 活性を有すること、SERS 活性が発現する波長領域には、SPP 定在波に基づく周期的な光吸収が認められること、そして電気化学環境下においても SPP 定在波バンドのシフトが観測されるものの、十分 *in situ* SERS 計測が可能であること、を確認している。一方、ターゲットである Pt 基板でも周期的な SPP 定在波バンドが観測されており、SERS 観測の可能性は十分あると考えられる。現在、種々のピットサイズを1枚の基板上に周期的に配列した逆ピラミッドピットアレイ基板で白金からの SERS 観測におけるピットサイズ、励起波長、あるいは構造そのものの最適化を図っている。

【分野名】電気化学、レーザー分光

【キーワード】表面プラズモン、表面増強ラマン散乱、プラズモニック結晶、*in situ* 測定、電気化学、MEMS/NEMS

## ⑫【コンパクト化学プロセス研究センター】

(Research Center for Compact Chemical Process)

(存続期間: 2005. 4. 1~2010. 3. 31)

研究センター長: 水上 富士夫

副研究センター長: 鈴木 敏重、花岡 隆昌

所在地: 東北センター、つくば中央第5

人員: 34名 (32名)

経費: 595,683千円 (303,534千円)

## 概要：

本研究センターは、超臨界流体技術と無機系膜技術をコア技術として、多段反応の簡略化、装置の集積化・小型化と、これらを利用した脱有機溶媒プロセス、高効率分離プロセスの開発により、省エネルギーと環境負荷の低減をねらっている。すなわち、特異状態及び多機能材料の個々ならびに組み合わせで生まれる特徴を最大限に活用すると同時に、これら化学工学技術と、東北地域の高い異分野技術ポテンシャルすなわち大学・企業の電気・電子技術や微細機械金属加工技術等との融合を図ることにより、エネルギー使用を最小にし、不要物・毒物の発生を最少にする（グリーン・サステナブル化学：GSC）技術で、しかも分散適量生産方式に適合する技術の開発とその具体化に必要なエンジニアリング等の技術開発、すなわち、化学プロセスならびにプラントのシンプル化・コンパクト化を果たす実用的なグリーン・コンパクト化学プロセス技術を開発・構築する。

上記目標を達成するため、本研究センターでは、次の2つの重点研究課題を実施する。

**1) 分散型プロセス技術の開発：**水、二酸化炭素の超臨界流体を利用することにより、有機溶媒を使用しない新規の物質製造プロセスについて研究・開発を行っている。例えば、国内屈指の高温高压反応システムを活用して民間企業との共同研究を行うことにより、実用化へ向けたエンジニアリング技術の確立を計っている。また、新規の物質分離膜、化学反応膜を開発し、これに基づく膜反応プロセスによる省エネルギーでシンプルな分離・製造プロセスの実現を目指している。分散型プロセス技術の成果目標は以下の通りである。

- 1) 反応効率を高めるプロセス技術の開発
  - ・有機溶媒に代えて超臨界流体場を利用して廃棄物を50%以上低減する選択的水素化反応プロセスを開発する。
  - ・マイクロリアクター、マイクロ波及び複合機能膜等の反応場技術と触媒を組み合わせ、廃棄物生成量を50%以上低減するファインケミカルズの合成技術を開発する。
- 2) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発
  - ・99%以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から600℃までの広い温度領域で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発する。
- 3) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発
  - ・バイオマスからアルコール、酢酸等の基礎化学品を製造するプロセスの効率化のため、生成産物等を高効率で分離するプロセス技術及び生成産物を機能部

材に高効率で変換するプロセス技術を開発する。

**2) 分散型プロセスの工程管理技術：**粘土を主成分とした耐熱シール材の開発と、化学プラントで用いる耐熱ガスケット（アスベスト代替）への展開をはかる。また、超臨界流体場やナノサイズ空間場が提供する特異な反応場における計測技術を開発し、基礎物性の蓄積と特異反応場プロセスの工程の制御や管理に資する。製造工程から排出される有害化学物質の簡易迅速な計測法について研究する。

分散型プロセスの工程管理技術の成果目標は以下の通りである。

- 1) 機能性粘土膜の開発と実用展開に関する研究
  - 粘土を主成分とする柔軟な耐熱性ガスバリア膜を作製し、企業との共同で様々な応用展開を図る。平成20年までのアスベスト製品の全廃目標に対応する代替品の開発において、従来からガスケットに用いられてきた膨張黒鉛製品に、耐熱粘土膜を複合化させ、耐熱性、耐久性、耐薬品性、取扱い性に優れたガスケット製品を開発し、企業と共に生産体制に入り、販売を開始する。粘土膜と炭素繊維強化プラスチック（CFRP）を積層することにより、水素ガスバリア性および耐久性に優れた水素タンク用複合材料を開発した。また、膜の透明度を実用透明フィルムレベル（全光線透過率90パーセント以上）に高めることに成功し、ディスプレイ用フィルムなど、新しい用途に道を拓く。
- 2) 特異場の基礎物性解明に関する研究
  - 超臨界流体やナノサイズ空間が提供する特異反応場における諸物性の計測技術を開発する。この計測技術を利用して、特異反応場における基礎物性に関するデータベースの構築を行い、プロセス制御や管理に利用できるよう公開している（超臨界流体データベース：  
[http://riodb.ibase.aist.go.jp/SCF/sdb/scfdb/scf\\_main.html](http://riodb.ibase.aist.go.jp/SCF/sdb/scfdb/scf_main.html)）。
- 3) 有害イオンの簡易計測法の研究
  - 半導体製造工程等で生じる汚染物・不要物・有害物の洗浄除去・分解の技術開発を、検出計測技術として、製造工程等で発生する排出物中の有毒物質簡易計測・処理の技術開発を行う。

## 外部資金：

文部科学省 原子力試験研究費「超臨界発電用炉水浄化技術の開発に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「高集積ナノワイヤーの創製とその特異的・異方的電子状態の顕微偏光分光法による観測」

文部科学省 科学研究費補助金「分離プロセスにおける

ゼオライト膜劣化機構のマルチスケール解明」

文部科学省 科学研究費補助金「ガス吸収液としてのイオン液体の描像とその応用」

日本学術振興会 日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「選択溶解と陽極酸化による自己組織化チタニアナノチューブの形状制御」

日本学術振興会 日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「超臨界二酸化炭素中でのメソ構造有機-無機ハイブリッド触媒を用いた高選択的酸化反応」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム「革新的マイクロ反応場利用部材技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発「有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／革新的塗装装置の開発／二酸化炭素塗装装置の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業（国際分野）「イオン液体を用いた新しいガス分離・精製方法の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「新規マイクロ化学合成・ガス拡散型リアクター（MC-GDR）により爆発雰囲気完全に制御し、ナンバリングバックアップにより生産性を強化した、水素および空気（酸素）の直接反応によるオンサイト過酸化水素合成プロセスのプロトタイプの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「分散型水素貯蔵および製造触媒反応プロセスの技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「分散型水素貯蔵および製造触媒反応プロセスの技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業費助成金「同一組成セラミックスメンブレンリアクターを用いた天然ガスの新規変換システムの提案に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構 産学共同シーズイノベーション「高圧二酸化炭素によるポリマー微粉化プロセスの開発」

独立行政法人日本学術振興会「超臨界二酸化炭素を利用するバイオマスから有用化学物質への触媒変換プロセス」

文部科学省 平成20年度原子力基礎基盤研究委託事業「R-BTP 吸着剤の性能評価研究」

発表：誌上発表108件、口頭発表218件、その他20件

コンパクトシステムエンジニアリングチーム

(Compact System Engineering Team)

研究チーム長：鈴木 明

(東北センター)

概要：

コンパクトシステムエンジニアリングチームは、超臨界流体を利用した低環境負荷、シンプル、コンパクトで高効率、高選択的な物質合成技術を開発するとともに、高圧マイクロデバイス技術の開発や、高度な数値解析技術をベースとして、分散適量生産が可能なコンパクト化学プロセスを工業化技術として確立することを目的としている。また、本チームは産総研における関連分野のエンジニアリング拠点として機能することを目指し、最終的にはエンジニアリングベンチャーの立ち上げまでを視野に入れた活動を推進している。

マイクロ反応場と高温高圧水との協奏により、希硝酸を窒素源とした硫酸触媒を用いない安全で新規な無触媒ニトロ化プロセスや、粒径が均質になるよう高度に制御された金属酸化物ナノ粒子の合成プロセス、有機溶媒を用いない C-C カップリング反応等の研究・開発を行っている。さらに、超臨界二酸化炭素を反応媒体とした酸素酸化や、金属ナノ粒子を担持させたメソポーラスシリカ触媒による還元プロセス、ポリマーナノ粒子の製造技術についての開発も進めている。その他、希釈溶剤を使用しない革新的な二酸化炭素塗装プロセスの開発などを実施している。

研究テーマ：高温高圧エンジニアリング技術の開発、水、CO<sub>2</sub>を媒体とした脱有機溶媒製造プロセスの開発

触媒反応チーム

(Catalysis Team)

研究チーム長：白井 誠之

(東北センター、つくば中央第5)

概要：

触媒反応チームは、超高真空から高温高圧場まで固体触媒表面上での反応挙動を、その場観察する基礎的

研究から、新規な触媒や反応器の開発、そして化学プロセス開発といった製品化研究まで行っている。

具体的には、1) 二酸化炭素溶媒と固体触媒を用いる多相系システムにより、化成品原料や有機系水素貯蔵材料の合成反応について検討する。このシステムでは、これまでの液相系や有機溶媒利用プロセスに対して、反応の高速化とそれに伴う反応温度の低下、装置のコンパクト化、生成物分離工程簡略化、触媒寿命向上などの特長を有す。また、2) 水と固体触媒を用いる多相系システムでは、種々のバイオマスからの化成品原料回収やガス化技術、さらにプラスチックなど高分子のケミカルリサイクル研究を行う。反応中における固体触媒表面上での動的挙動をその場観察する基礎的研究から、高機能触媒開発や新たな反応系の開拓を行い、触媒反応プロセスの実用化を目指す。また、水素を選択的に透過するパラジウム膜を利用した還元的水酸基導入反応や水素分離供給装置、マイクロ波を利用した新規の触媒反応系の開拓とその装置化を行っている。

研究テーマ：多相系システムによる有機合成反応の開発、バイオマス等利用技術の開発、触媒反応プロセスの実用化、

#### ナノ空間設計チーム

(Nano-porous Material Design Team)

研究チーム長：花岡 隆昌

(東北センター)

概要：

「低環境負荷型化学品製造のためのミニ・マイクロプラントの提示」に必要な、高度の分子認識能、触媒機能、分離機能等を持つ新規材料の開発と解析、膜化などの部材化、モジュール化の技術開発を行っている。特に無機材料を中心に、ナノメートルサイズの空間や規則構造を持つ材料の創製、元素の特性を生かした機能化、様々な分子の特性を生かした複合化により目標達成を推進している。

材料創成の面ではゼオライト、メソポーラス物質、層状化合物、粘土などを利用した、幅広い多孔質材料を主な対象とし、マイクロ・ナノ構造や材料物性の解明、新材料設計と合成法の開発とともに、機能性有機分子、酵素等の生体関連物質との複合材料開発、結晶成長の制御等を利用した高性能なナノ空間材料の開発を目指している。また材料の利用では、膜部材化による気相・液相での選択的分離精製、環境浄化・殺菌、高性能触媒等への応用とプロセス開発を他の研究チームと共同で進めている。さらに、生体分子と無機材料の複合化の研究を通じて、センサー材料やマイクロバイオリアクターへの応用についても、様々なアプローチで研究開発に取り組んでいる。

研究テーマ：多孔質無機材料の開発、マイクロ・ナノ構造

や材料物性の解明技術の開発、高度複合化機能性材料の開発、機能化多孔質材料の部材化と応用分野開拓

#### 材料プロセッシングチーム

(Material Processing Team)

研究チーム長：蛭名 武雄

(東北センター)

概要：

材料プロセッシングチームでは、様々な素材から機能性材料を効率的に作製する材料プロセス技術ならびに、材料機能の応用開発に取り組んでいる。

具体的には、超臨界水を利用した酸化ナノ結晶の合成（高速晶析反応）、水熱プロセスによる無機イオン交換体の合成、無電解メッキの特徴を生かした水溶液系での貴金属薄膜の作製、ナノ粒子ゾルを用いるセラミック薄膜の製膜、層状粘土鉱物の水への分散と積層化による粘土膜の作製を、プロセス技術開発ならびに新材料開発のターゲットとしている。

環境負荷の小さい材料製造プロセスを実現するため、媒体として“水”の利用を積極的に行っている。また、原料の選択においても天然鉱物資源、バイオマスなどの低環境負荷資源の利用を重視している。

材料機能の応用例として、1) パラジウム系薄膜を用いたクリーンエネルギーである水素の高純度分離、2) ナノ粒子化による高活性な触媒や蛍光体素材の合成、3) 高選択性イオン分離材の合成、4) 粘土素材を利用した耐熱シール材製作、5) 粘土素材を利用した電子デバイス材の開発などを試みている。

以上の研究を基盤として、企業との共同研究による実用化を進め、連携大学院による大学との連携にも努めて行く。材料の作成プロセスの要素技術を押さえ、技術移転の基礎を固める。他チームや外部との連携により、膜、触媒、などへの応用展開のシナリオを明確にする。

研究テーマ：貴金属系薄膜の応用技術の開発、ナノ粒子化触媒による高度化機能の開発、高選択イオン分離、機能性粘土膜の開発と実用展開に関する研究

#### 特異場制御計測チーム

(Specific-Field Analysis Team)

研究チーム長：南條 弘

(東北センター)

概要：

化学プロセスのコンパクト化に貢献する様々な特異場の制御・計測技術の開発を行っている。特異場の中でも、高圧の流体、ナノスケールの薄膜表面および微小空間を始めとする未開拓環境に注目し、特異場制御・計測並びに解析を行いながら、特異場がもつ長所



を効果的に利用する技術の開発を行う。

- 1) 環境汚染の原因となる VOC (揮発性有機化合物) の排出量を、従来技術に対して大幅に削減する二酸化炭素塗装技術や有機微粒子製造技術の開発と、それに必須の膨張液体の物性データの提供と解析を行う。
- 2) マイクロ～ナノスケールの微小空間内における流体やイオン液体などの流動物性および液体構造の解析技術を高度化する。また、それらの物性を活かして、ガス吸収、分離など高圧二酸化炭素を利用した新たな化学プロセスのデザインを行う。
- 3) コンパクト化学プロセスに清浄環境を提供するため、巨大電場を利用してナノスケールの薄膜構造を原子レベルで制御し、高環境バリア性 (高耐食性) を有する薄膜や多孔質機能膜を開発する。

研究テーマ：特異場制御・計測・利用技術の開発、高圧二酸化炭素の吸収・噴霧・分離術の開発

#### ヘテロ界面チーム

(Hetero Interface Team)

研究チーム長：角田 達朗

(つくば中央第5)

#### 概要：

コンパクトでシンプルな化学プロセスを実現するため、無機多孔質材料の特性・機能を積極的に利用する技術の開発を行っている。

- 1) 生体高分子と無機材料との複合化による新規機能創出とその利用  
タンパク質や DNA などの生体高分子と多孔質構造を有する無機材料との組み合わせにより、酵素の高度利用、タンパク質の精製・分離・結晶化など、新規機能の創出とその利用を展開している。不活性タンパク質の可溶化、機能回復法として有効なゼオライトを用いたタンパク質のリフォールディング技術の確立を目指している。
- 2) 無機多孔質材料の特異空間利用  
無機多孔質材料が有するミクロ、メソ、マクロな細孔空間の特異性を積極的に利用し、生体高分子と組み合わせた際に生じる相互作用や、電磁気的な機能など、新規機能の創出とその利用を開発している。一例として、酵素と無機多孔質体との異種材料の融合による新規機能の高度利用と実用化を目指し、酵素リアクターの開発を行っている。
- 3) 亜臨界水プロセスによる無機材料合成  
高温高圧プロセスを利用して、複合金属酸化物ナノ粒子合成と部材化を検討している。合成材料として、電子デバイス材料や触媒を主たる対象とし、新規無機多孔質材料の合成も検討し、上記2課題との融合も図っている。

研究テーマ：無機多孔質材料の生体高分子材料への高度

利用技術の開発、酵素利用反応プロセスの開発、ナノ構造における特異機能の開発、ナノ粒子合成と部材化の開発

#### [テーマ題目1] 分散型プロセス技術の開発

[研究代表者] 水上 富士夫 (コンパクト化学プロセス研究センター長)

[研究担当者] 水上 富士夫、鈴木 敏重、花岡 隆昌、鈴木 明、横山 敏郎、米谷 道夫、川波 肇、増田 善雄、川崎 慎一郎、石坂 孝之、白井 誠之、濱川 聡、阪東 恭子、佐藤 剛一、西岡 将輝、井上 朋也、佐藤 修、日吉 範人、山口 有朋、清住 嘉道、長瀬 多加子、石井 亮、池田 拓史、伊藤 徹二、長谷川 泰久、松浦 俊一、角田 達朗、川合 章子、小平 哲也、伯田 幸也、畑田 清隆、閻 秀懿、川崎 千春、佐藤 正大、CHATTERJEE Maya、根元 秀実、SHERVANI Zameer、大川原 竜人、稲 克彦、中鉢 ふたみ、DAPURKAR Sudhir、JAVAID Rahat、盧 金鳳、佐藤 恭子、村上 由香、守屋 智美、岩間 里美、葛西 真琴、夏井 真由美、東 英生、堀田 裕美、大瀧 憲一郎、RODE Chandrashekar、平間 朗裕、阿部 智久、萩原 拓哉、水口 純子、阿部 千枝、志村 瑞己、鈴木 智子、平野 直人、目黒 臣洋、富樫 秀彰、奈良 貴幸、小野 世吾、関川 千里、樫村 睦美、大賀 寛子、坂口 謙吾、岩端 一樹、塩見 徹、山田 祐輔、久松 可南子、稲生 溪太、本間 皓二、増田 功 (常勤職員30名、他46名)

#### [研究内容]

##### ① 高温高圧エンジニアリング技術の開発

水、二酸化炭素の超臨界流体を利用し、環境負荷低減を目指した新規な脱有機溶媒による物質製造プロセスを提案し、その具体化に必要なエンジニアリング技術を開発した。超臨界水中での連続合成システムを最終的な完成形として、プロセス上重要な高速温度操作デバイスをマイクロ化し、数万 K/s 以上の急速加熱性能や急速冷却性能を実現した。これにより、超臨界水合成におけるキーポイントである目標超臨界条件への迅速投入及び迅速な離脱を可能とした。さらに、超臨界水反応における課題である腐食対策も合わせて実施し、コンパクトな高温高圧反応システムを完成させた。また、中心衝突型、旋回流型、拡散混合型など種々の高温高圧マイクロ混合器を提案・試作し、迅速

混合性の評価を行うとともに、実際の合成反応や微粒子化反応などに適用し、高温高压マイクロ混合器の有用性を実証した。

抽出、洗浄、微粒子化及び有機合成を行うパイロット規模の超臨界二酸化炭素試験装置を用いて、フィルター洗浄プロセス、ポリマー微粒化プロセスなど実用化レベルの応用開発を複数実証した。

また、従来のスプレー塗装において大量に使用される希釈溶剤を少量の二酸化炭素で代替しうる革新的塗装技術を高圧マイクロ混合器の採用などにより構築し、工業化技術としての優位性を実証した。

### ② 水、CO<sub>2</sub>を媒体とした脱有機溶媒製造プロセスの開発

マイクロ反応場と高温高压水との協奏により、希硝酸を窒素源とする水媒体中での安全で新規なニトロ化法を開発し、芳香族有機化合物のニトロ化を複数実証した。また、超臨界水利用マイクロプロセスへの適用反応を探索した結果、高効率の Beckman 転移、C-C カップリング、糖からのアルカン合成などの、水媒体での新規プロセスを見出した。また、粒子径のそろった無機ナノ粒子の他、貴金属ナノ粒子やペロブスカイト型複合酸化物ナノ粒子の連続合成に成功した。VOC の大幅削減に寄与する新技術として、有機溶剤に代わる顔料分散媒体として超臨界 CO<sub>2</sub>を用いた、塗装技術を提案した。実用化に向け、地域企業との共同研究を開始した。資源循環プロセスとして、PET（ポリエチレンテレフタレート）を熱水で処理することにより原料モノマーであるテレフタル酸とエチレングリコールに定量的に変換することに成功した。リグニン、セルロースなどのバイオマスの超臨界水ガス化により、水素、メタンなどの燃料ガスへの変換に成功した。

### ③ 膜利用によるコンパクトプロセスの開発

新規なゼオライト合成機構の開発に関し、独自開発した透過型高温 XRD システムを利用してゼオライトの相転移による構造変化について検討を行い、Cs 含有アルミノシリケートゼオライトが920℃で BIK 型から CAS 型へ変化することを明らかにした。さらに、加熱処理によって層状ケイ酸塩 magadiite から幾何学的相似なマイクロ多孔体を調製可能であることを示し、これまでの知見である層状ケイ酸塩からの多孔質材料創成の体系化を進めることができた。また高温 XRD システムは他の材料評価においてもきわめて有効であり、本手法によって水素選択的透過膜である Pd-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>膜について、その高温構造観察と水素透過能変化の因子を明らかにすることができた。

多孔質材料の膜化については、アルミナ、ムライト等の多孔質無機素材を基材とした場合に、既存の脱水ゼオライト膜を凌駕する新規 CHA 膜の開発に成功した。さらに親水性有機材料を基材としてゼオライト膜

を作製することに成功し、高い水/エタノール分離係数と透過流束を実現した。特に基材と膜の間に中間層を形成することが膜の安定性向上に効果的であり、新たな封止剤の利用によるモジュール化技術の開発を進めている。また、膜性能と材料特性の関連を定量的に表記することを試みて一定の成果を挙げた。これらの研究を総括し、高性能な分離膜の開発と調製技術の確立を目指す。

最適な細孔径を選択し、表面修飾を行うことで無機多孔体に酵素を効率的に固定化する技術を開発し、高い反応効率と安定性を発現させ、高い繰り返し性を確認することができた。さらに、多孔質材料への酵素固定化に関する技術の体系化を進め、最適な固定化条件の確立を図った。また複数の酵素を干渉せずに配置することに成功し、マイクロリアクターとしての応用をすすめた。ナノ空間への酵素固定化技術の応用として、ホルムアルデヒドセンサーの開発を民間と共同開発し、極めて高い感度と安定性を達成した。

高純度水素の高効率な製造を目的として、常温から600℃（改質ガス）までの広い温度領域で長時間（>2000時間）の安定性を持つパラジウム系薄膜を開発した。水素脆化や機械的強度の向上を意図して Pd-Ag, Pd-Ag-Au の合金薄膜やパラジウムナノ粒子を多孔質支持体の粒子間に充填した新規構造パラジウム膜の開発に成功した。これを用いた、改質ガスからの実用型水素製造システムを共同開発した。また、Pd 膜による水素分子の活性化を利用し、芳香族化合物への一段階水酸基導入反応を10%以上の転化率、芳香族基準90%以上の選択率で達成した。酸素選択透過性能に優れた混合導電性セラミックスのナノサイズ化による薄膜形成に成功し、メンブレンリアクターとして酸素の高効率分離を達成（図9）。超臨界水場において合成されたペロブスカイト型複合酸化物ナノ粒子により、膜機能、すなわち、酸素透過能とメタン改良能の両方の飛躍的な向上を実現した。シングルモードとよばれるマイクロ波照射技術を利用することで、攪拌なしに対象物を均一に加熱する技術を開発した。この技術を発展させ、VOC 分解など気相反応に利用できる汎用的な流通型マイクロ波化学反応評価装置を民間と共同開発した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 高温高压、マイクロリアクター、マイクロ熱交換器、マイクロ混合器、超臨界水、超臨界二酸化炭素、脱有機溶媒、流体特性、反応場観測、反応場制御、有機合成、低 VOC 塗装、固体触媒、無機膜、水熱合成、パラジウム膜、無電解メッキ、ゼオライト膜、メンブレンリアクター、膜反応、分離機能、透過機能、層状珪酸塩、構造解析

## 〔テーマ題目2〕分散型プロセスの工程管理技術の開発

〔研究代表者〕 水上 富士夫（コンパクト化学プロセス研究センター長）

〔研究担当者〕 水上 富士夫、鈴木 敏重、花岡 隆昌、  
 蛭名 武雄、林 拓道、和久井 喜人、  
 南條 弘、石川 育夫、金久保 光央、  
 相澤 崇史、手塚 裕之、  
 NAM Hyun jeong、川崎 加瑞範、  
 星 靖、鈴木 麻実、上田 昭子、  
 増田 和美、富樫 哲、関川 秀雄、  
 庄司 絵梨子、丹野 秀一、  
 ISLAM Nazrul、  
 LLOSA Tanco Margot、  
 PACHECO Alfredo、手島 暢彦、  
 ONBUDDHA Patiwat、  
 BAKER Derar、岡崎 純也、趙 天澤、  
 加勢田 健志、武居 正史、相田 努、  
 新妻 依利子、山崎 ふじみ、  
 神位 りえ子、  
 BAYOUMI HASSAN Fathy、  
 GUO Yan-Li、鈴木 康紀、谷津 英明、  
 菅野 彰、星 直樹、渡邊 庸  
 （常勤職員10名、他32名）

## 〔研究内容〕

## ① 機能性粘土膜の開発と実用展開に関する研究

粘土を主成分とする柔軟な耐熱性ガスバリア膜の作製に成功し、企業との共同で様々な応用展開を図ってきた。長尺フィルムの製造法および製造条件を明らかにし、「クレースト」として製品化に到達した。平成20年までのアスベスト製品の全廃目標に対応する代替品の開発において、従来からガasketに用いられてきた膨張黒鉛製品に、耐熱粘土膜を複合化させ、耐熱性、耐久性、耐薬品性、取扱い性に優れたガasket製品を開発し、企業と共に生産体制に入り、販売を開始した。粘土膜と炭素繊維強化プラスチック（CFRP）を積層することにより、水素ガスバリア性および耐久性に優れた水素タンク用複合材料を開発した。従来の樹脂材料と比較して飛躍的な水素バリア性と耐久性を示し、水素輸送用タンク、車搭載の水素タンクへの応用に展開。また、膜の透明度を実用透明フィルムレベル（全光線透過率90パーセント以上）に高めることに成功し、ディスプレイ用フィルムなど、新しい用途に道を拓いた。

## ② 特異場における基礎物性の解明と利用に関する研究

高圧流体場、ナノ空間場における二酸化炭素やイオン液体の基礎物性を明らかにしてきた。ケトン系の有機溶媒への高圧二酸化炭素の溶解機構は圧力の上昇と共にエントロピー支配型から規則性の配位構造への変化によることが明らかになった。これを利用して二酸化炭素塗装用の塗料開発や有機微粒子の製造を行った。

また高圧容器内の流体混合部を目視観測でき、粘度や密度に関係した物性を高速測定できるシステムを民間企業と共同開発した。

イオン液体への二酸化炭素の物理吸収によりナノメートルオーダーの規則性構造が変化し、極性空間への二酸化炭素の吸収現象が解明された。これを利用して二酸化炭素を含む工場排ガスの物理吸収溶液の開発と最適なプロセスデザインのための情報提供を行った。

巨大電場と高酸化性ガスの組み合わせにより原子レベルで平坦なテラス幅を拡張した表面改質のみで構造材料の耐食性を約10倍に向上させることができた。

## ③ 有害イオンの簡易計測法の研究

有害物として排出規制されているフッ化物イオン（規制値：8 ppm）を、0.1～50 ppm の範囲で迅速かつ簡易に測定しうる蛍光測定法ならびに測定装置を開発し、市販品としての製造販売を開始した。種々の疎水性分析試薬をナノ粒子化し、メンブレンフィルターに保持させる新規製膜法に成功し、汎用性の高い簡易計測法に道を拓いた。本試験膜に検水を通液濃縮することで鉛イオン、水銀イオン、鉄イオン等、金属イオンのppb濃度の高感度検出を達成した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 高温シール材、ガスバリア、水素タンク、粘土膜、耐熱性、難燃性、イオン性流体、二酸化炭素分離、高圧容器、有害金属イオン、フッ化物、鉛、水銀、簡易計測、高感度濃度計測、検出膜

## ⑬【バイオマス研究センター】

（Biomass Technology Research Center）

（存続期間：2005.10～）

研究センター長：坂西 欣也

副研究センター長：平田 悟史

所在地：中国センター、つくば、九州

人員：27名（26名）

経費：1,180,000千円（93,300千円）

概要：

京都議定書における炭酸ガス排出量の低減目標に貢献するため、また、それに引き続く地球温暖化の防止を推進するため、再生可能エネルギー源であるバイオマス資源を積極的に活用することは極めて重要である。特に、バイオマス資源の中でも炭素固定量の最も多い森林等の木質系バイオマスに対して経済性を有する利用技術を確立することができれば、未利用樹、製剤残材、建築廃材等の多量の木質バイオマスが利用可能になり、再生可能エネルギー源として重要な貢献をすることができる。

バイオマス研究センターでは、再生可能エネルギーであるバイオマスエネルギーの経済性のある高付加価値利用技術を研究開発し、人間活動による化石資源使用量の低減を推進し、循環型エネルギー社会の構築に貢献することを目的とする。

また、国内外におけるバイオマス利活用研究開発の実証を通して、アジア・世界におけるバイオマス利活用研究をリードすることを目指す。

バイオマス研究センターでは、上記の目的を達成するため、以下の4課題を中核的研究課題として、研究開発を精力的に実施する。

- (1) 木質系バイオマスから非硫酸法・酵素糖化法を連結して最適化することによりバイオエタノール及びETBE（エチルターシャルブチルエーテル）を高効率で製造する技術を開発することを目指す。特に、環境性・経済性を有する可能性の高い前処理技術である水熱メカノケミカル糖化法の実証を目指す。
- (2) 木質系バイオマスから、ディーゼル機関用軽油であるBTL（バイオマスツーリキッド）を、ガス化経路で経済性を有して製造する技術を開発する。特に、タールやチャー、バイオマスに含まれる微量物質を除去するクリーンガス化技術とBTL燃料合成技術をミニベンチプラント運転を通じて研究開発し、実証することを目指す。
- (3) 製材残渣等の木質系バイオマス利用システム評価により、経済性があり、環境への負荷が小さいバイオマス利活用トータルシステムの研究開発、及びその実証に貢献する。特に、上記技術開発を支援するバイオマスエネルギーシステムの経済性・環境性をシミュレーションするシステム評価技術を開発し、最適なシステム構築を行う。さらに、バイオマスエネルギー変換の経済性を向上させるための革新的バイオマス変換技術を開発する。
- (4) 上記の研究開発技術を活用し、地球規模の温暖化対策に貢献するため、バイオマス資源貯存量の多いアジア地域を中心に、バイオマス資源の有効活用を図る技術研究開発を、バイオマス資源の豊富なアジア諸国との連携を強化し、アジアのみならず世界のバイオマスエネルギー利用技術の促進に貢献する。さらに、上記研究課題に関して、積極的に産総研内の関連研究ユニットや農水省等の関連研究機関、及び広島大との包括連携協定を通じて平成22年度の東広島移転に伴うアジアバイオマスセンター構想の実現に向けて、アジアバイオマスエネルギー研究コアとしての役割を果たすことを目指す。

発 表：誌上発表64件、口頭発表160件、その他6件

#### 水熱・成分分離チームチーム

(Biomass Refining Technology Team)

研究チーム長：遠藤 貴士

(中国センター、九州センター)

#### 概 要：

木質系バイオマスから非硫酸法による低環境負荷かつ経済的なバイオエタノール製造技術を確立するためには、木質等の酵素糖化性を向上させるための前処理技術が重要となる。当チームでは水熱処理およびメカノケミカル処理を基盤技術として、効率的な前処理技術の開発を目標としている。

水熱処理では、加圧することによって得られる100℃以上の加圧熱水を用いることにより、温度条件を変えることによって木質の主要構成成分であるセルロース、ヘミセルロースおよびリグニンを選択的に糖化することが出来る。メカノケミカル処理では粉碎技術を基盤としてセルロース成分等をナノサイズで解すことにより、木質を活性化させる。これら基盤技術を最適に組み合わせることにより、効率的に酵素糖化性を向上させる前処理技術の構築を進めている。

また、セルロースやリグニン成分を原料として、バイオエタノール製造のトータルコスト削減に貢献できる高付加価値化技術として機能性材料や複合材料等への変換技術の開発も進める。

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

#### エタノール・バイオ変換チーム (Ethanol Bioconversion Team)

研究チーム長：澤山 茂樹

(中国センター)

#### 概 要：

エタノール・バイオ変換チームでは、木質系バイオマスからバイオエタノールを環境性・経済性良く製造する技術の実現を目指して研究開発を行う。上記目標を達成するため、木質バイオマス前処理物の酵素糖化とエタノール発酵を中核的研究課題として研究開発を精力的に実施した。

「糖化・エタノール発酵研究開発」の糖化に関しては、水熱-メカノケミカル前処理法に最適な酵素糖化技術の確立を目指して研究を行った。高セルラーゼ生産糸状菌アクレモニウムについて、稲わら前処理物を炭素源として効率よくセルラーゼが生産できることを明らかにした。高セルラーゼ生産変異株などの酵素生産技術により、経済性の高いオンサイト型糖化酵素技術に目処をつけた。「糖化・エタノール発酵研究開発」の発酵に関しては、2倍体実用酵母について遺伝子操作を行い、キシロースとグルコースを同時にエタノールに変換できる実用酵母株の創出に成功した。さらに、発酵液についてバイオガス化の検討を行った。

バイオマス資源が豊富なマレーシア・タイ・ラオスにおける農産廃棄物等を原料としたエタノール生産の実用化に向けて、資源量の把握や上記糖化・エタノール

ル発酵技術の適用可能性について国際共同研究を実施した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目6

#### BTL トータルシステムチーム

(BTL Total System Team)

研究チーム長：坂西 欣也

(中国センター、九州センター)

概要：

BTL 技術は、ガス化、ガスクリーニング、ガス組成調整、触媒合成、分離精製等の工程からなるため、多岐にわたる技術分野を融合して一貫通貫のプロセスを開発する。さらに、18年度に建設した BTL ベンチプラントにより中間目標である0.01 BPD を達成し、さらに BTL トータルプロセスの最適化による0.1 BPD (最終目標) の実現を目指す。前段のガス化～ガスクリーニングにおいて触媒合成に適した組成の合成ガスをバイオマスから製造する技術を開発するとともに、後段の触媒合成においてバイオマス由来合成ガスの特徴に適した触媒の検討を行う。特に現在課題となっているガスクリーニングに関してはタールの高温乾式除去法の確立を目指す。また、木質バイオマスからのエタノール製造におけるリグニンあるいは樹皮(パーク)等のガス化反応性の比較検討を行う。ラボスケールでの FT 合成触媒反応及び生成ワックス成分の水素化分解、異性化触媒反応の設計を行い、BTL トータルプロセスの最適化を検討する。

研究テーマ：テーマ題目7

#### BTL 触媒チーム

(BTL Catalyst Team)

研究チーム長：村田 和久

(つくば中央第5、つくば西)

概要：

循環型資源利用とエネルギーセキュリティーに貢献するため、バイオマス原料からの輸送用燃料製造のための統合化技術構築を目的として、ガス化技術ならびに得られる合成ガス液化のための触媒技術の高度化を中心とした開発を行う。ガス化(ガス化率向上及びガス組成調整)ーガス精製ーFTー水素化分解・異性化からなるプロセスの内、BTL 触媒チームでは、ガス化と FT 触媒開発を中心とする研究を行う。

この内ガス化では、製材残渣や間伐材等の木質系バイオマスで95%以上、農業廃棄物や建築廃材等の廃棄物系バイオマスで90%以上のガス化率で、合成ガス(一酸化炭素+水素等)を製造するプロセスを開発する。また、生成ガスの精製やガス比調整により得られるバイオガスから軽油等の輸送用燃料を製造するための触媒技術を開発する。

研究テーマ：テーマ題目8、テーマ題目9

#### バイオマスシステム技術チーム

(Biomass System Technology Team)

研究チーム長：美濃輪 智朗

(中国センター)

概要：

種々のバイオマスの導入・普及には、技術開発だけでなく経済的に成り立つトータルとしてのシステムを構築することが必要である。本チームでは、基盤となるデータベースを構築し、バイオマスシステムのプロセスシミュレーション技術を開発する。また、作成したシミュレータを用いて最適化、経済性・環境適合性などの評価を実施すると共に、経済的なバイオマストータルシステムを提案する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3、テーマ題目10

#### [テーマ題目1] 産総研産業変革研究イニシアティブ 「中小規模雑植物バイオマスエタノール 燃料製造プラントの開発実証」

[研究代表者] 坂西 欣也

[研究担当者] 美濃輪 智朗、柳下 立夫、藤本 真司、三島 康史、遠藤 貴士、李 承桓、井上 誠一、澤山 茂樹、矢野 伸一、村上 克治、滝村 修、塚原 建一郎、井上 宏之、松鹿 昭則  
(常勤職員15名、他4名)

#### [研究内容]

本プロジェクトでは、産総研が有するバイオマス原料の前処理技術を中心とした中小規模のエタノール燃料一貫製造プラントを開発し、非硫酸法による多種多様なセルロース系バイオマス(雑植物バイオマス)からのエタノール燃料生産技術を実証する。すなわち、木質系および草本系を主としたバイオマス原材料の種類やその集積状況に対応可能な製造プラントプロセスについて、現有技術の発展的統合と製造プロセスから生産消費までの環境負荷を最小化するためのライフサイクル評価や燃料性能評価を実施することで実現する。さらに、年間を通じて安定した原料確保のための原料供給・利活用モデルを構築することによって環境負荷の最小化を目指す。これによってセルロース系バイオマスによる再生可能エネルギー技術およびそのプラント技術を開発し、持続的社会的な礎となるエネルギー産業の創出を図る。

平成20年度は、昨年度決定した設計諸元を元に、原料200 kg/バッチ規模のベンチプラントを建設した。ベンチプラントは粗粉碎、水熱、メカノケミカル、脱水、糖化・発酵、蒸留・精製の各工程からなる。試運転を行い、各工程が動作することを確認した。また、前処理の最適化を行い、ユーカリに対しては、湿式カッターミル処理、

水熱処理、湿式ディスクミル処理の順番が良いことを明らかにした。さらに、酵素生産の効率化を目指し、糸状菌 *Acremonium cellulolyticus* の遺伝子解析に着手した。

ライフサイクル評価は安全科学研究部門で行い、シナリオを想定してバウンダリー（境界条件）の設定を行い、インベントリデータ、コストデータの収集、整備を行った。原料供給に関しては、森林総合研究所に委託し、東北3県を事例に、木質バイオマス供給可能量の空間的推定方法の手法開発を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオマス、バイオエタノール、メカノケミカル、微粒砕、酵素糖化、糸状菌、エタノール発酵、酵母、システムシミュレーション、経済性評価

【テーマ題目2】NEDO 委託研究「バイオマスエネルギー高効率転換技術開発／バイオマスエネルギー先導技術研究開発／ワンバッチ式バイオエタノール製造技術の研究開発」

【研究代表者】坂西 欣也

【研究担当者】澤山 茂樹、遠藤 貴士、矢野 伸一、村上 克治、滝村 修、井上 宏之、李 承桓、寺本 好邦、松鹿 昭則（常勤職員10名、他6名）

【研究内容】

木質系バイオマスからの次世代型エタノール製造プロセスとして、前処理した木質を成分分離することなくそのままワンバッチ式で糖化・発酵できるシンプルで高効率なエタノール生産技術の開発を目標に、木質バイオマスの糖化発酵のためのナノ空間形成前処理技術の開発及び木質バイオマス原料に適した並行複発酵微生物の開発を行った。前処理による原料の糖化性向上と遺伝子組み換え技術を用いた並行複発酵微生物の開発により、最適条件での発酵と同時に酵素糖化を実現することで、エタノール発酵速度・収率の向上を目指す。

平成19年度は、酵素糖化の前処理技術として湿式メカノケミカル処理をベースとしたナノ空間形成による木質の活性化処理について研究開発を行った。従来、木質の乾式メカノケミカル処理では、樹種への依存性が少なくセルロース成分の糖化率は70%以上にできることが分かっていたが、長時間の粉碎が必要で原料として1 mm以下に粗粉碎した木粉を用いる必要があるなど、コスト高が課題となっていた。ナノ空間形成法は湿式メカノケミカル処理により、水分子を木質成分間に挿入させることによって木質中の安定なセルロース成分をナノレベルで超微細繊維化（マイクロフィブリル化）し、その周囲に酵素が容易に接近して糖化できるナノ空間を形成させる技術である。本技術では、従来から言われているような酵素反応性を向上させるためにセルロースの結晶性を低

下させる必要が無く、未処理の木質と同程度の高結晶性のままでも糖化率70%以上の高い酵素糖化性を発揮できることを見出した。また、木質をオートクレーブ処理あるいは短時間の乾式メカノケミカル処理した後に湿式メカノケミカル処理を行えば、超微細繊維化を促進でき酵素糖化性を大きく向上できることを明らかにした。さらに、湿式メカノケミカル処理の時間短縮と連続処理による効率化方法について研究を進めた結果、ディスクミルを用いることにより、従来のボールミル粉碎処理のおよそ10分の1の時間とコストで連続的に処理できることを明らかにした。

並行複発酵微生物の開発のうち糖化機能の付与については、*T. reesei* のエンドグルカナーゼ、セロビオヒドラーゼ、 $\beta$ -グルコシダーゼの各糖化酵素の遺伝子を、エタノール発酵酵母 *Saccharomyces cerevisiae* に導入した結果、それぞれの遺伝子が発現して酵素が生成し、培地中に分泌されることを確認した。また酵素の導入方法として、プラスミドでの導入と染色体組み込みの2つの方法を検討したが、酵素の発現量は同程度で、安定性の点で染色体組み込み法の方が優れていることを明らかにした。さらに、酵素タンパク質を細胞外に分泌させるシグナル配列として、*S. cerevisiae* 本来のシグナルである  $\alpha$  ファクターを用いると、*T. reesei* の酵素タンパク質が持つシグナルを利用した場合と比べ、培養液への分泌量が2倍程度増加することがわかった。

並行複発酵微生物の開発のうち、五炭糖発酵機能の付与については、木質系バイオマスの糖化液に多量に含まれる5炭糖であるキシロースをエタノールへ変換する技術として、酵母 *S. cerevisiae* の遺伝子を組換える事によりキシロース代謝能を獲得させる研究開発を行った。従来のキシロース発酵性を付与した遺伝子組換え酵母でも、キシロースからの嫌氣的エタノール発酵効率は依然として低く、また発酵の過程で中間代謝物キシリトールが蓄積して炭素変換効率を減少させるという問題が存在する。さらにはグルコースの存在下では実質的にキシロースを発酵できない（グルコースによって発酵が抑制される）。上記課題を解決すべく、あらゆる宿主酵母株の染色体に組込むことができるキシロース代謝系発現カセットを構築した。すなわち、*Pichia stipitis* 由来のキシロース還元酵素（XR）および  $\text{NAD}^+$  要求性から  $\text{NADP}^+$  要求性への補酵素特異性を変換した改変型キシリトール脱水素酵素（XDH）、さらに *S. cerevisiae* 由来のキシロキナーゼ（XK）遺伝子の発現カセットである。これを複数の宿主酵母（*S. cerevisiae*）の染色体に効率よく導入することに成功した。その結果、本遺伝子組換え酵母はグルコース存在下でもキシロースを発酵できる六炭糖・五炭糖同時発酵酵母であることを見出した。また、これら酵母株の中から、キシロース発酵速度が速く、キシロースからエタノールを高収率に生産できることに加え、グルコースの存在下でキシロース発酵能が促進され

る遺伝子組換え酵母を選抜した。選抜した組み換え株は実用性の高い凝集性酵母で、連続発酵、繰り返し発酵が可能であり、酵母のリサイクルによって高い酵母濃度を維持でき、より高いエタノール生産性が得られる。さらに本遺伝子組換え酵母を用いたキシロースからの嫌氣的エタノール発酵について研究を進めた結果、グルコース共存化での完全合成培地では、4.5%のキシロースをおよそ48時間で発酵できることを明らかにした。このように、補酵素依存性改変型キシリトール脱水素酵素を、関連酵素遺伝子と共に2倍体実用酵母の染色体に導入することにより、キシロースからの効率のよいエタノール発酵に成功した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、エタノール、微粉碎、ナノ空間形成、酵素糖化、エタノール発酵、遺伝子操作、システムシミュレーション、経済性評価

〔テーマ題目3〕 農林水産省委託「稲わら等の作物の未利用部分や資源作物、木質バイオマスを効率的にエタノール等に変換する技術の開発／稲わら変換総合技術の開発稲わら水熱・酵素糖化・エタノール発酵基盤技術の研究開発」

〔研究代表者〕 澤山 茂樹

(エタノール・バイオ変換チーム)

〔研究担当者〕 滝村 修、井上 宏之、松鹿 昭則

塚原 建一郎、遠藤 貴士、井上 誠一、美濃輪 智明、藤本 真司

(常勤職員9名、他3名)

〔研究内容〕

環境負荷が低く経済的で効率の高い、稲わらからのバイオエタノール製造技術の確立を研究目的として、稲わらからのバイオエタノール製造原価100円/L以下を達成する技術の開発を目標とする。セルロース系バイオエタノール製造技術においては、前処理技術、糖化技術、発酵技術が重要な要素技術であり、稲わらを原料とする場合は水熱処理と酵素糖化を組み合わせる方法が最も有望な技術の1つと考えられる。従って、稲わらのエタノール変換技術において、これらの要素技術と経済性を含めた統合化技術に関する基盤的研究開発の進展が必要である。

カッターミルにより<2 mm サイズに粉碎を行った稲わらを原料とし、酵素糖化の前処理として水熱処理の検討を行った。セルロースは、160~180℃の温度域での水熱処理により酵素糖化が進行することが明らかになった。200℃以上の水熱処理では、キシロースと同様にグルコースの収率が減少した。糖化処理に用いる酵素を検討した結果、市販セルラーゼもしくは、セルラーゼ生産系細菌の培養液のみを用いた糖化処理ではキシロースの

収率が低く、それらに市販ヘミセルラーゼを加えたカクテルを調製することでキシロース収率が明らかに改善された。酵素カクテルを用いた水熱処理試料の糖化評価の結果、グルコース収量については180℃の処理が高かったが、キシロース収量が低く、全体の糖収量については160℃の処理が高かった。また、予備検討として、ボールミル粉碎処理およびディスクミル処理をそれぞれ行ったところ、両処理ともに糖化率が高い事がわかった。

本プロセスの経済性を評価するためのプロセスシミュレーションの確立を目的として、まず基本となるプロセスフローを考え、プロセス設計を行った。本フローは粗粉碎、水熱処理による前処理、酵素糖化、エタノール発酵からなる。プロセスシミュレーションのために必要な前提条件としては、糖化率と発酵率があるが、現状の値としては、セルロースの糖化率を80%、ヘミセルロースの糖化率を80%とした。また、六炭糖の発酵率は80%とし、五炭糖は現状では発酵できないものとした。本結果から、製造コストの64%が酵素調達費用であることがわかった。また原料費は24%、固定費は6%であった。現状では酵素調達費用がエタノール製造コストの約2/3程度を占めており、経済性への感度が高いものと考えられる。開発の第一ステップとしてはこの酵素調達費用の低減を行う必要がある。すなわち、必要酵素使用量を低下させる前処理技術の開発、あるいはオンサイト酵素生産等の安価な酵素供給手法の開発等が必要である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、エタノール、稲わら、メカノケミカル、微粉碎、酵素糖化、エタノール発酵、システムシミュレーション、経済性評価

〔テーマ題目4〕 効率的酵素糖化前処理技術の開発

〔研究代表者〕 遠藤 貴士

〔研究担当者〕 坂木 剛、井上 誠一、李 承桓、寺本 好邦(常勤職員5名、他4名)

〔研究内容〕

木質等のバイオマスの酵素糖化性を向上させるために、水熱処理とメカノケミカル処理の組み合わせによる効率化方法、環境負荷の低い溶媒を用いた蒸煮処理による前処理技術、メカノケミカル処理方法の効率化技術の開発を進めた。

木質をメカノケミカル処理すると酵素糖化性が比較的容易に向上するが、粉碎などでエネルギーを多く消費する課題があった。そこで、メカノケミカル処理の前に、木質を短時間の水熱処理し、ヘミセルロース成分を糖化し、さらに脱リグニン処理を行ったところ、メカノケミカル処理のみでは粉碎に120分必要であったものが、10分間の粉碎時間で十分に酵素糖化性を向上できることを明らかにした。また、酢酸-水-エタノール系のグリーン溶媒を用いた蒸煮処理では、木質中のヘミセルロース

とリグニンが部分的に分解溶出することにより、木質に酵素が進入できる細孔が形成されて微粉碎等を行うことなく粗粉碎物のままでもセルロース糖化率を100%にすることができた。メカノケミカル処理の連続化による効率化を目的として、エクストルーダーを用いた木質の処理方法について検討した結果、少量の水あるいはポリオールを添加してエクストルーダー処理を行うことにより、セルロース成分がその最小の集合単位であるマイクロフィブリルに解繊され、高い酵素糖化性を示すことを明らかにした。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 木質、バイオマス、酵素糖化、水熱処理、メカノケミカル処理、蒸煮処理

〔テーマ題目5〕 木質成分の高付加価値化技術

〔研究代表者〕 遠藤 貴士

〔研究担当者〕 坂木 剛、亀川 克美、李 承桓、寺本 好邦（常勤職員5名、他4名）

〔研究内容〕

木質系バイオマスからバイオエタノール製造では、最終的に残渣となるリグニン等を高付加価値化して有効利用することにより製造プロセス全体の経済性を向上させることが重要である。そこで、リグニンを吸着剤・活性炭としての利用技術、他の高分子との複合化による接着剤への応用技術について研究を進めた。また、酵素糖化のために前処理した木質の材料系への応用についても研究を進めた。

その結果、水熱処理したユーカリや米松を原料として製造した吸着剤では、有機化合物に対して市販の石油系吸着樹脂と同等以上の性能が発揮できることが分かった。また、比表面積について調べた結果、市販の活性炭を超える比表面積を持ったリグニン系活性炭が得られることが分かった。接着剤の応用では、蒸煮処理により得られるリグニンと特異的に分子レベルで相互作用する高分子について検討した結果、ポリビニルピロリドンとは種々の比率で瞬時に複合化できることを明らかにした。それぞれを塗布した木片は張り合わすことにより接着でき、分子相互作用を利用したリグニン系接着剤への応用が可能であることが分かった。また、木質を湿式メカノケミカル処理して得られるセルロース微細繊維は高い酵素糖化性を発揮するが、この微細繊維を樹脂の強化フィラーとしての利用性について検討した結果、水系合成ポリマー溶液に1%添加するだけで、得られシートの強度物性が未添加の場合と比較して1.5倍になることを見いだした。これにより微細繊維は軽量な強化樹脂開発へ応用可能であることが示された。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 リグニン、セルロース、吸着剤、活性炭、接着剤、微細繊維、フィラー

〔テーマ題目6〕 環境省委託研究「地球温暖化対策技術開発事業／酵素法によるバイオマスエタノール製造プロセス実用化のための技術開発／セルラーゼ生産菌の改良に関する研究

〔研究代表者〕 澤山 茂樹

（エタノール・バイオ変換チーム）

〔研究担当者〕 矢野 伸一、井上 宏之

（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

木質系バイオマスからエタノールを、環境性・経済性良く製造する技術の確立を目指し、セルラーゼを生産する *Acremonium* 属糸状菌について、酵素生産性の改良研究開発を行った。糸状菌アクレモニウムについて突然変異法を用いた育種を行い、従来の菌株に比べセルラーゼ生産性の高い突然変異株の取得に成功した。また、セルラーゼ誘導物質の検索の結果、ラクトースに誘導性があることを見出した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、エタノール、酵素糖化、糸状菌、*Acremonium*

〔テーマ題目7〕 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

〔研究代表者〕 坂西 欣也

（BTL トータルシステムチーム）

〔研究担当者〕 花岡 寿明、宮澤 朋久

（常勤職員2名、他3名）

〔研究内容〕

BTL ベンチプラントを定常運転させ、FT 合成装置を含めた一気通貫でのバイオマスからの BTL 液体燃料製造を行った。酸素富化空気を導入したガス化により、固定床ダウンドラフト型ガス化炉から合成ガス（CO、H<sub>2</sub>）を50%程度含むガスを安定して得ることに成功し、得られた実ガスからの FT 合成反応により7.8 L/日の液体燃料製造に成功した。また、高温乾式タール除去について活性炭や金属担持活性炭により、タール及び硫黄化合物の吸着・分解除去が可能であることを確かめた。さらに、ラボスケールよりスケールアップしたジメチルエーテル（DME）合成反応装置を導入・運転した。バイオマスのガス化ガスからのメタノール合成及び脱水反応を経由したバイオ DME の連続合成に成功し、約120gの液化バイオ DME サンプルを回収した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマスガス化、ガスクリーニング、FT 触媒反応、ジメチルエーテル

〔テーマ題目8〕 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発（運営費交付金、NEDO バイオマスエネルギー転換要素技術開発、



## NEDO バイオマス先導技術開発)

[研究代表者] 村田 和久 (バイオマス研究センター  
BTL 触媒チーム)

[研究担当者] 岡部 清美、小木 知子(併)、  
中西 正和(併)、高原 功、稲葉 仁  
(常勤職員6名、他3名)

## [研究内容]

- (1) 安価なアルカリ金属系触媒を用いて木材をガス化し、ガス化率98%かつ FT 合成に適した組成のガス生成 ( $H_2/CO=2$ ) を達成する事ができた。(2) スチーム中でのバイオガス改質により水素及び  $CO$  濃度の増加とメタン濃度の減少を観察した (560°C以上)。改質効果は硫黄により被毒され、数時間で効果が消失した。
- (2) 脱硫触媒の存在により、硫黄不純物濃度の低下が認められた。
- (3) 各種バイオマスの反応挙動解析と、特に低温域における熱特性や生成物を分析し、ガス化装置設計に資する結果を得た。
- (4) フィッシャートロプシュ (FT) 反应用ルテニウム系触媒について、1) ルテニウムの周りにマンガンが覆う構造のため、ルテニウムの粒子成長が起りにくいことを推定した。2)  $\gamma-Al_2O_3$  担体とメソポーラスシリカとの複合担体は、 $Al_2O_3$  量の希釈により酸性度が低下するため、性能の向上には至らなかった。3) バイオガスを用いる FT 反応では、共存する  $CO_2$  やメタンの影響は少なく、FT 反応は進行するが、5 ppm 程度存在する硫黄分の影響は無視できないことを確認した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] バイオマスガス化、FT 触媒

[テーマ題目9] 新エネルギー技術研究開発/バイオマスエネルギー高効率転換技術開発(先導技術開発)/バイオマスガス化-触媒液化による輸送用燃料(BTL)製造技術の研究開発

[研究代表者] 村田 和久 (バイオマス研究センター)

[研究担当者] 小木 知子、岡部 清美、中西 正和  
(常勤職員4名、他2名)

## [研究内容]

目標:

2020~2030年頃の実用化が期待できるバイオマス利用のための基礎技術のうち、ガス化及び触媒液化 (FT 反応) による輸送用燃料製造技術の研究開発を実施する。

研究計画:

バイオマスを日本の適正規模に応じたレベルで効率よく液体燃料化するために、自己触媒作用等を利用したガス化率向上とガス組成改善、脱硫触媒の検討、触媒液化 (FT) 工程などの改善などに加えて、ガス化で副生する  $CH_4$ 、 $CO_2$  等の  $CO$  への触媒変換工程を新たに取り入れることを特徴とする。

平成19年度進捗状況:

- (a) 自己触媒-炉内滞留利用: モデル化合物として  $Ca(OH)_2$  を約5%添加してガス化を行った。ガス化率: 約99%、 $H_2/CO$ : 約2で高ガス化率と適正組成ガスの両立を実現できた。 $Ca(OH)_2$  添加の副次的効果として、タール生成量低減 (0.01%程度)、微量成分減少 ( $H_2S: 74 \text{ ppm} \rightarrow 55 \text{ ppm}$ ) 生じた。
- (b) メタン改質触媒: 小型噴流床バイオマスガス化装置を改造して反応管出口部分に改質ゾーンを増設 (温度: 常温~670°C)、実プラントに近い条件でメタン改質触媒特性を測定した。シフト反応は250°C以上で生じ、500°C付近でピークとなった。300~580°Cではメタン生成反応、580°C以上ではメタン水蒸気改質反応が起きた (670°Cで8%→2%)。ドライ改質 ( $CH_4+CO_2 \rightarrow 2H_2+2CO$ ) は殆ど起きなかった。触媒は数時間で失活した (SV: 約1000)。硫黄 (特に  $H_2S$ ) の影響と考えられる。
- (c) 亜鉛フェライト触媒の脱硫・硫黄改質効果: 580°C以上の高温で亜鉛フェライト触媒を用いると、 $COS$  を  $SO_x$  または  $H_2S$  へ変換する効果はあるが、 $H_2S$  除去効果は十分ではなかった (74 ppm→47 ppm)。なおこの他にガス化副生物の性状解析も行った。
- (d) FT 触媒の成果:

- 1)  $Ru-Mn/\gamma-Al_2O_3$  触媒の  $Mn/Al$  比及び反応圧の最適化を行い、模擬合成ガスを使用して、 $CO$  転化率 96%、 $C_5+$  選択率 90% を確認 ( $W/F=13g\text{-cat.h}(\text{mol})^{-1}$ )。130 h 程度までの反応により、0.144 BPD/原料 100 kg を確認。Ru 系が Co 系を超える性能を有することを示した。
- 2) バイオガス (合成ガス71%含有、 $H_2/CO$  比=1.82、硫黄分約8 ppm) を利用して FT 反応を行い、共存するメタンや  $CO_2$  は反応に悪影響はないが、硫黄の影響により、模擬ガスより活性低下が早いことを確認した。
- 3) 一段での中間留分選択率向上を期待して、炭素チューブなど炭素系の担体効果を検討し、チューブ内に Ru が主として存在する効果により、炭素の連鎖成長確率が  $\gamma-Al_2O_3$  系担体より低くなることを確認した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] バイオマスガス化、ガス精製、FT 触媒

## [テーマ題目10] バイオマスシステム研究

[研究代表者] 美濃輪 智朗 (バイオマス研究センター  
バイオマスシステム技術チーム)

[研究担当者] 佐々木 義之、平田 静子、三島 康史、  
柳下 立夫、藤本 真司  
(常勤職員6名、他11名)

## [研究内容]

種々のバイオマスの導入・普及には、技術開発だけで

なく経済的に成り立つトータルとしてのシステムを構築することが必要である。本チームでは、基盤となるデータベースを構築し、バイオマスシステムのプロセスシミュレーション技術を開発する。また、作成したシミュレータを用いて最適化、経済性・環境適合性などの評価を実施すると共に、経済的なバイオマストータルシステムを提案する。

木質系バイオマスから液体燃料を製造するトータルシステムシミュレータをベースに、我が国におけるバイオエタノールの生産コストと CO<sub>2</sub>削減コスト分析を行い、年産7万 kl 規模となれば60¥/L で生産できる可能性があること、原油価格が高くなれば CO<sub>2</sub>削減コストは相対的に低下し、省エネなどの CO<sub>2</sub>削減コスト並みになることを示した。

アジアにおけるバイオマストータルシステムの一つとして「パーム産業コンプレックス構想の展開」を取りまとめるとともに、経済性向上のため、水棲バイオマス利活用の調査や BDF 製造、副生グリセリン利活用の研究も行った。

【分 野 名】 環境エネルギー

【キーワード】 バイオマス、システム、経済性

#### ⑭【デジタルものづくり研究センター】

(Digital Manufacturing Research Center)

(存続期間：2006. 4. 1～2011. 3. 31)

研究センター長：松木 則夫

副センター長：花田 康行

所在地：つくば東

人 員：18名 (17名)

経 費：243, 730千円 (113, 557千円)

概 要：

製造技術に関する知識の体系化と、情報技術を活用した製造現場におけるこれら知識の蓄積・利用技術の高度化の研究開発を行うことで、わが国の産業競争力の強化に資することが本研究センターの目指すところである。

製造技術に関する知識の担い手は製造現場の作業員である。その作業員の持つ技能と技術の高度化が、産業競争力の強化において最重要な要素の一つである。わが国の製造現場では、優秀な作業員の持つ暗黙的な知識と形式的な知識が相互補完的に働き、日々新たな製造技術の創出や高度化の原動力となっている。しかし、少子高齢化によって、この原動力が弱体化する懸念がある。そこで、高度だが未解明の(暗黙的な)知識を明らかにする技術、形式的ではあるが偏在していたり原理が理解されていない知識を活用する技術、この双方を、製造現場で使える形で提供することで作業

者を支援し、高度な製造技術の維持・発展が可能となる技術を提供することが目標である。

このため、企業現場において、製造技術の計測・分析を実施し、製造現象の解明とともに、作業員の持つ暗黙的な知識と形式的な知識の構造の解明に取り組む。解明された知識の体系化を試み、その有効性を企業における利用(実験)により検証する。この手順を繰り返すことで製造技術の本質に迫ることが、本研究センターの「ものづくりの科学」の方法である。また、それらを製造現場で生かすためには簡便性、効率性と安全性を兼ね備えた、高度な利用技術が不可欠である。このための情報技術の研究開発も並行して実施する。製造技術に関する知識の体系化に関する研究課題として「技能継承技術」を、新たな支援技術の確立を目指して「対話的支援技術」の研究開発を実施する。また、旧・ものづくり先端技術研究センターの成果の普及に努める。

技能継承技術の研究開発項目として平成18年度より継続して、鍛造、鋳造、めっき、熱処理などの基盤的な加工技術について、熟練技術者の持つ競争力のある暗黙的な知識を、事例に基づいて整理体系化することと、それらの蓄積・活用に関する利用技術の研究開発に取り組んでいる(中小企業基盤技術継承支援事業)。対話的支援技術の研究開発項目としては、熱変形現象等を例題に、作業中にタイムリーに加工情報を提供する技術の研究開発を平成18年度より継続して実施している。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「中小企業基盤技術継承支援事業」

文部科学省 科学研究費補助金

「視覚障害者の立体認識機構の研究および立体幾何学教材の開発」

財団法人飯塚研究開発機構 財団等受託研究費

「金型の知能化による金属プレス加工の不良レス化」

財団法人飯塚研究開発機構 財団等受託研究費

「超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開発」

社団法人日本非鉄金属鋳物協会 財団等受託研究費

「環境対応型非鉄金属鋳造技術に関する研究開発」

財団法人栃木県産業振興センター 財団等受託研究費

「任意形状付シームレス極細パイプの高精度加工技術の確立及び高効率製造装置の開発」

発表：誌上発表40件、口頭発表79件、その他10件

開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」

#### 加工情報構造研究チーム

(Process Engineering Team)

研究チーム長：岡根 利光

(つくば東)

##### 概要：

鋳造、鍛造、熱処理、溶接、表面処理加工の各加工技術を対象に、加工評価実験・加工現象のモニタリング手法やシミュレータ開発を通して、加工メカニズムの解明と高度化を進めている。また、ITを活用した技能継承技術の開発を目標に、ものづくり製造分野における熟練作業者の高いレベルの技能を分析・モデル化して表現する技術の開発を行っている。平成20年度には、鋳造・鍛造・めっき・熱処理の各加工法の技能について、抽出および活用手法の検討を行い、技能継承を支援するツールの開発を行った。さらに現在ITを利用した中小企業への技術の普及・技術支援を目的に web で公開している加工技術データベースについても当チームの対象加工分野についてメンテナンスと拡充を進めた。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」、社団法人日本非鉄金属鋳物協会 財団等受託研究費「環境対応型非鉄金属鋳造技術に関する研究開発」

#### 計測分析技術研究チーム

(Measurement and Analysis Team)

研究チーム長：石川 純

(つくば中央第3)

##### 概要：

当チームは、熟練技能の継承支援を目的とした熟練技能者の計測分析技術の開発を目標とする。熟練技能者の計測分析は、技能者の判断や運動の計測分析といった人間工学的手法と、作業中のワークの振動や温度や完成品の精度といった物理的計測手法の両面から行い、両方を併せて技能の本質を追究する。また、技能計測は現場で行うことを基本とし、現場で用いることのできる計測装置開発を研究の一環として実施する。

本年度は、ガラス手研磨加工計測のために、重心位置に加え力のモーメントが計測できるフォースプレートを開発し、詳細な計測を進めた。その結果、熟練者と初心者の間だけでなく、熟練者の間でも作業力に差のあることが明らかになった。

また、熟練者による外部色識別作業自動化の可能性を探るための研究開発を開始した。外部色識別には照明方向・観察方向が大きく影響することが明らかとなった。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合

#### システム技術研究チーム

(Systems Engineering Team)

研究チーム長：澤田 浩之

(つくば東)

##### 概要：

中小企業のIT化支援を目的として、コンピュータやプログラムの専門家ではない中小製造業の技術者が、自社の業務で利用するソフトウェアを自分で作れるようにするための研究開発を行っている。その一環として、プログラムのソースコードを書くことなく、あらかじめ用意されたソフトウェア部品（コンポーネント）を組み合わせることによってITシステムを構築するソフトウェア作成ツール MZ Platform を開発し、産総研コンソーシアム「MZ プラットフォーム研究会」を通じて公開している。さらに、IT知識を必要とせず業務知識のみに基づいて社内システムを構築するためのシステム設計&構築技術の研究開発を行う。MZ Platform の成果普及活動として、平成20年度には、各地の公設試験研究機関、商工会議所、産総研産学官連携部門等との協力により、各地における普及セミナーや講習会の開催、技術研修によるIT人材の育成、また、中小製造業への導入と業務アプリケーション開発を実施した。一方、民間ソフトウェアベンダーへの技術移転も進め、新たに3社と技術移転契約を締結した。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」、文部科学省 科学研究費補助金「視覚障害者の立体認識機構の研究および立体幾何学教材の開発」

#### 対話的支援技術研究チーム

(Interactive Support Technology Team)

研究チーム長：山内 真

(つくば東)

##### 概要：

製造業における国際競争力強化のためには、製造現場に情報技術を用いた支援を導入することが効果的と考えられる。そこで本研究チームでは、作業者が必要とする情報を、作業中にタイムリーに提供する対話的な作業支援技術の研究開発する。具体的には、船体外板の鉄板曲げ作業に用いられる線状加熱作業を例題として、作業支援に必要な要素技術開発及び作業支援装置のプロトタイプシステム技術開発を行っている。本年度は、ヘッドマウントディスプレイを用いた拡張現実感技術により、加熱用バーナーを動かす位置と速度を3次的に教示する技術、及び鉄板の断面形状を計

測し、その測定結果を対話的に作業者にフィードバックするシステムを研究開発した。

研究テーマ：運営費交付金 対話的加工支援技術の研究開発、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」

#### 加工基盤技術研究チーム

(Machining Science Team)

研究チーム長：尾崎 浩一

(つくば東)

#### 概 要：

切削加工、研磨加工等における加工現象の解明に基づく加工技術の高度化を目指す研究を推進するとともに、旧ものづくり先端技術センターで開発しインターネット上に公開している加工技術データベースを、他チームとの協力によりさらに発展させ普及する活動を実施している。加工研究においては、細径ドリル穴加工の特性把握研究、ヘール加工における加工面残留応力の研究、また微細パイプの細径化加工実験を実施した。加工技術データベースの普及活動としては、各地の公設試験研究機関、商工会議所、産総研産学官連携推進部門等との協力により、日本各地で普及セミナーの開催や展示会出典を行い、ユーザーの拡大に努めた。

研究テーマ：運営費交付金「加工基盤技術の研究」、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」、財団法人飯塚研究開発機構 財団等受託研究費「金型の知能化による金属プレス加工の不良レス化」、財団法人飯塚研究開発機構 財団等受託研究費「超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開発」、財団法人栃木県産業振興センター 財団等受託研究費「任意形状付シームレス極細パイプの高精度加工技術の確立及び高効率製造装置の開発」

#### 連携推進統括チーム

(Industrial Collaboration Team)

研究チーム長：花田 康行

#### 概 要：

当チームは、中小企業庁、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、研究開発成果を利用する中小製造業者、外部有識者等と理化学研究所、産総研内、センター内の連携・調整を図り、プロジェクトの円滑な推進及び研究開発成果の普及の推進を図る。

「ものづくり・IT 融合化推進技術の研究開発（FY13～FY17）」で開発された「加工技術データベ

ース」、「MZ プラットフォーム」の成果普及策の立案、普及を図る。また、「中小企業基盤技術継承支援事業（FY18～FY20）」についても、中小企業庁、NEDO との調整とともに、開発される「加工テンプレート及び支援システム」の成果普及策の立案を図る。

公設試験研究機関、産業支援機関、商工会議所、工業会等との連携を深め、積極的な普及活動を行なう。また、センター共通の課題であるリスク管理、コンプライアンス管理について中核的役割を担う。

研究テーマ：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「中小企業基盤技術継承支援事業」

#### ⑮【水素材料先端科学研究センター】

(Research Center for Hydrogen Industrial Use and Storage)

(存続期間：2006. 7. 1～2013. 3. 31)

研究センター長：村上 敬宜

副研究センター長：佐々木 一成、緒方 富幸、

牧原 正記

所在地：福岡西事業所、つくば西事業所

人 員：10名（7名）

経 費：1,777,524千円（215,341千円）

#### 概 要：

水素エネルギーは、わが国のエネルギー安定供給に大きく寄与し、地球温暖化や都市域の環境問題を解決する切り札として期待されています。しかしながら、水素エネルギーを利用するためには、高圧状態や液化状態における水素の物性解明や、水素により材料の強度が低下する水素脆化現象のメカニズム解明など、解決しなければならない課題が少なくありません。本研究センターは、水素エネルギー利用社会の実現を技術的に支援するため、水素と材料に関わる種々の現象を科学的に解明して各種データを産業界に提供するとともに、経済性を考慮しつつ安全に水素を利用するための技術指針を確立することをミッションとしています。これにより、わが国の新エネルギー技術開発プログラムのキーテクノロジーである燃料電池とそれに関連する安全な水素インフラの開発・普及を図り、産総研第2期中期計画「燃料電池自動車の70 MPa 級高圧水素貯蔵を可能にするために、ステンレス鋼等の金属材料の水素脆化評価方法の開発を行うとともにその技術基準の策定を行う」の達成に向けて研究を実施しています。

外部資金：

・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

## 「水素先端科学基礎研究事業」

- ・財団法人金属系材料研究開発センター 水素社会構築共通基盤整備事業「水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料基礎物性評価」
- ・経済産業省 原子力安全・保安院 「平成20年度石油精製業保安対策事業（水素エネルギー利用に伴う材料使用基準に関する調査研究）」
- ・文部科学省 科学技術試験研究委託事業「圧電フロンティア開拓のためのバリウム系新規巨大圧電材料の創生」

発表：誌上発表47件、口頭発表74件、その他1件

## 水素物性研究チーム

(Hydrogen Thermophysical Properties Team)

研究チーム長：高田 保之

(福岡西)

## 概要：

水素エネルギー利用を実用化するためには、実際に使用する機器の信頼性や安全性が保障された設計をすることが重要です。このような設計を行う上で、高圧・高温状態の水素がどのような物理的性質をもっているかを正確に計測し、そのデータを蓄積する必要があります。しかし、高圧・高温状態の水素の PVT データ（圧力・比体積・温度）、熱伝導率、粘性係数、比熱、溶解度といった物性値のデータ蓄積は十分ではありません。そこで広範な水素の物性値を正確に計測する装置を開発し、測定データをデータベース化して提供していくことを目指します。

研究テーマ：テーマ題目 1

## 水素材料強度特性研究チーム

(Hydrogen Fatigue and Fracture Team)

研究チーム長：松岡 三郎

(福岡西)

## 概要：

水素が、実際の使用環境におかれた機械の材料強度にどのような原理でどのような影響を与えるのかを科学的に解明し、水素利用機械システムの設計・保守技術の確立を目指します。具体的には、金属材料の水素脆化の基本理論の解明を基礎研究、金属、非金属材料の長時間使用と加工の影響を応用研究と位置づけ、高圧水素環境下で金属や非金属（ゴムや樹脂等）に対して、長時間の連続疲労強度試験を行うなど、材料強度に関するデータを整備するとともに、こうした環境下で使用される機械の設計・製造における信頼性を確保するための解決策を確立します。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3

## 水素トライボロジー研究チーム

(Hydrogen Tribology Team)

研究チーム長：杉村 丈一

(福岡西)

## 概要：

軸受・バルブなど機械の可動部では、必ずトライボロジー（摩擦・摩耗・潤滑）の問題が発生します。水素を利用する機器においてもそれは例外ではありません。しかし、水素がこうしたトライボロジーにどのような影響を及ぼすのかについては、世界的にもほとんど明らかになっていません。こうしたことから、トライボロジーにおける水素の影響を解明し、実際に使用される機器類の信頼性評価の方法を確立するとともに、機械システム設計の指針を提案することを目指します。

研究テーマ：テーマ題目 4

## 水素シミュレーション研究チーム

(Hydrogen Simulation Team)

研究チーム長：村上 敬宜

(福岡西)

## 概要：

本研究センターにおける高圧水素の研究では、圧力や温度など様々な条件が絡むことになり、単純に実験を繰り返すだけでは、多くの時間とコストがかかります。そこで、九州大学が開発したシミュレータを高圧水素関連の機械システム設計に利用できるものへと改良を加え、研究・開発のコスト削減と期間短縮に貢献します。また、他の研究チームと連携しつつ、様々なシミュレーションを実施し、水素関連技術における信頼性のある計算科学技術と、シミュレータを開発します。

研究テーマ：テーマ題目 5

## 水素脆化評価研究チーム

(Hydrogen Dynamics in Metals Research Team)

研究チーム長：福山 誠司

(つくば西)

## 概要：

水素エネルギーの実用化にあたっては、実際に水素環境下で使用する機器類に対する水素脆化の度合いや進展状況を正確に計測し、評価することが必要になります。そこで、水素脆化の機構解明のための原子・分子レベルでの観察等を通じて、水素と金属の相互作用を微視的に明らかにするとともに、水素脆化評価技術を体系化し、評価手法の標準化を図ります。また、金属系材料の水素脆化評価のための試験装置を開発します。さらに、開放型の水素脆化評価ステーションを用いて民間企業の水素利用機器開発の技術支援を行います。

す。

研究テーマ：テーマ題目 6

-----  
**【テーマ題目 1】 高圧水素物性の基礎研究（運営費交付金、外部資金）**

**【研究代表者】** 高田 保之（水素物性研究チーム）

**【研究担当者】** 藤井 丕夫、藤井 賢一、新里 寛英、Peter Woodfield、城田 農、Elin Yusibani、赤坂 亮、小川 邦康、深井 潤、伊藤 衡平、河野 正道、久保田 裕巳、迫田 直也、日高 彩子、滝田 千夏、桃木 悟、山口 朝彦、Jambal Odgerel、小清水 孝夫、門出 政則、光武 雄一、石田 賢治（常勤職員2名、他17名）

**【研究内容】**

高い圧力状態や、液体状態にある水素の基本的な挙動を解明します。水素圧力100 MPa、温度400℃までのPVT データ、粘性係数、熱伝導率などの基礎物性値を測定し、水素の熱物性データベースを構築します。これらの物性値情報は、水素熱流動系の機器設計や各種のシミュレーションに活用することができます。

今年度はバーネット式 PVT 測定装置、水素粘性係数測定装置、溶解度測定装置を各々高圧仕様（～100 Mpa）に改造し、物性値データの取得を継続しました。PVT ではほぼ目標の97 MPa までの測定に成功しました。非定常短細線式熱伝導率測定装置の開発、露点測定装置の設計及び 取得データとの相関を確認しました。2種類の水素物性データベース（All in 1 CD と EXCEL 用ライブラリ）を開発しました。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** 水素物性、PVT、粘性係数、溶解度

**【テーマ題目 2】 高圧／液化による金属材料等の水素脆化の基本原理解明及び対策検討（運営費交付金、外部資金）**

**【研究代表者】** 野口 博司

（水素材料強度特性研究チーム）

**【研究担当者】** 村上 敬宜、松岡 三郎、東田 賢二、濱田 繁、井藤賀 久岳、高橋 可昌、大西 勝、尾田 安司、青野 雄太、田中 将己、齋藤 翼（他11名）

**【研究内容】**

高圧状態や、液体状態にある水素が、その環境下にある材料の水素が与える影響を解明しています。たとえば、材料の相転移などの構造変化（マルテンサイト転移）や材料中の異種介在物の関与、材料中の水素拡散の影響などを明らかにして、水素脆化による材料の劣化メカニズムを解析します。これにより、水素インフラなどに利用できる新規材料の設計方針に寄与する提案を行います。

今年度は、高圧水素ガス環境下における疲労き裂発生・進展試験や分析等による疲労き裂先端での転位状態の映像化、マイクロ破面観察を行い、高圧水素ガス環境下における水素脆化は、水素によるき裂先端でのすべり局在化による延性破壊であることを実証しました。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** 水素脆化、疲労き裂、水素可視化

**【テーマ題目 3】 高圧／液化状態における長期使用及び（成形・溶接・表面修飾）、温度などの影響による材料強度特性研究（運営費交付金、外部資金）**

**【研究代表者】** 松岡 三郎

（水素材料強度特性研究チーム）

**【研究担当者】** 村上 敬宜、堤 紀子、藤原 広匡、近藤 良之、高木 節雄、土山 聡宏、福島 良博、峯 洋二、久保田 祐信、Jean-Marc Olive、Sergiy M. Stepanyuk、金崎 俊彦、西村 伸、山辺 純一郎、安達 隆文、Gary B. Marquis、Niclas Saintier、水口 健吾、安永 幸司、野尻 千佳、谷口 隆夫、泉 義徳、高井 健一、早川 正夫、松永 久生、徳光 英之、中山 純一、古賀 敦、大塚 雅也、Brian Somerday、Petros Sofronis、Robert O.Ritchie、Richard P.Gangloff、Ian M.Robertson、Roderick A. Smith、Ali Erdemir、John S. Vetrano、堀田 敏弘、畠山 和久、有永 伸行、綾香りつこ、高津 須嘉生（他43名）

**【研究内容】**

目的・研究内容

燃料電池自動車や水素インフラで実使用する材料は、長期に使用され、水素環境下にあります。また、実際に材料が利用される時は、加工（成形、溶接、表面修飾）が成されてから利用されます。そこで、材料に施される加工の水素脆化に与える影響を解明する基礎研究を実施します。さらに、材料の劣化を短期間で評価できる加速試験方法を提案します。水素機器に使用される樹脂・ゴム材料、特に高圧水素ガスシールに用いられる O リング用ゴム材料について、高圧水素曝露により劣化・破壊する現象の基本原理解明を明らかにします。これらの成果に基づき、燃料電池自動車や水素ステーション等、水素利用機器・インフラに用いられる材料の技術指針を確立します。

今年度は以下の成果が得られました。

- ・特殊熱処理で水素を除去すると、疲労き裂進展が減速することを明らかにしていくとともに、フレッティン

グ疲労、切欠き材・溶接継手の疲労等部品・接合部材に関する研究を実施しました。得られた基礎研究成果をトラブル解析や実証済み部品の調査に活用しました。

- ・ 高圧水素曝露時のブリスタ現象をモデル化し、発生した気泡からき裂が発生する際の気泡内圧を、ブリスタ発生限界内圧として定量的に把握しました。
- ・ 高圧水素ガスシール用ゴム材料の設計指針としてブリスタ発生限界内圧が高く、水素溶解量が低いゴム組成が望ましいことを見いだしました。
- ・ 樹脂・ゴム材料の候補材として EPDM-WC95部材を選定し、Oリング試作の上、高圧水素加減圧試験を実施した。本評価法を活用し、材料特性と実際の使用環境におけるシール性能の相関が検討可能となりました。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 水素脆化、金属疲労、疲労き裂、健全性評価

[テーマ題目4] 高圧水素トライボロジーの研究（運営費交付金、外部資金）

[研究代表者] 杉村 丈一

(水素トライボロジー研究チーム)

[研究担当者] 間野 大樹、村上 敬、三室 日朗、山神 成正、金田 克夫、斉藤 慶子、宮越 栄一、村上 輝夫、和泉 直志、澤江 義則、森田 健敬、田中 宏昌、中嶋 和弘、坂井 伸朗、福田 応夫、八木 和行、権藤 誠吾、黒野 好恵、佐々木 信也、奥村 哲也

(常勤職員2名、他19名)

[研究内容]

燃料電池自動車や水素インフラでは、水素環境下で作動する機器が不可欠であるが、水素環境下で作動する機器の摩擦摺動部では、材料表面で起こる諸現象が大気中とは異なり、摩擦係数、摩擦量、転がり疲れ寿命などに大きく影響する場合があります。水素環境下で作動する機器の確実な動作を確保するためには、水素環境下でのトライボロジーのメカニズムの解明が必要不可欠です。

今年度は超高圧水素中摩擦試験機を導入し、ガス圧力 5 MPa までの水素中の摩擦実験を可能にしました。また、軸受・バルブ・シール等の摺動材料の、滑り摩擦試験、往復動摩擦試験において、1) 試験ガスの純度を測定・制御する方法を確立して、鉄、アルミニウム、ステンレス鋼などの摩擦摩耗特性が水素ガス中の微量の水分や酸素に影響されることを定量的に示し、2) 40 MPa 高圧水素中に曝露することにより摺動材料の表面特性が変化し摩擦摩耗に影響すること、3) 表面分析により、高圧水素曝露を含む各種ガス雰囲気によるコバルト系合金などのバルブ摺動材料の摩擦摩耗特性の違いが表面酸化物の違いによるものであることを示しました。また、

4) 転がり疲れ寿命に及ぼす水素浸入量が潤滑油種によって異なること、5) 繰返し接触における表面層への水素浸入量が雰囲気によって異なること、などの新規知見を得ました。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] トライボロジー、摩擦試験、表面改質

[テーマ題目5] 材料等内の水素拡散、漏洩などの水素挙動シミュレーション研究（運営費交付金、外部資金）

[研究代表者] 村上 敬宜

(水素シミュレーション研究チーム)

[研究担当者] 金山 寛、柿本 浩一、塩谷 隆二、荻野 正雄、西村 憲治、宮崎 則幸、松本 龍介、武富 紳也

(常勤職員1名、他8名)

[研究内容]

水素環境下に長期に使用される材料中の水素拡散をシミュレーションすることにより、他の研究チームによる材料や機器の設計方針作成の支援を行います。

今年度はき裂先端応力場と水素拡散の連成現象に関するシミュレーションモデルを開発しました。また、水素デバイス等の安全設計シミュレーション、原子シミュレーションによる欠陥と水素の相互作用に関する解析等を行いました。

き裂先端応力場と水素拡散の連成現象に関するシミュレーションモデルの開発において、従来までは“トラップ濃度は格子濃度の関数である”とする Oriani の仮定が用いられてきました。今回、この仮定が提案される前の、McNabb-Foster に基づく定式化に立ち戻ることで、鈍化き裂モデルにおいてトラップ濃度が負荷時間に依存する性質を示すことに成功しました。

すなわち、まず非連成のシミュレーションで、き裂先端まわりのトラップ濃度分布に対し、Oriani の仮定を用いた Krom et al. のシミュレーション結果では負荷時間依存性が見られないのに対して、当チームが行ったシミュレーションでは、負荷時間依存性が顕著に現れることを示しました。

さらに連成解析でも非連成解析ほど顕著ではありませんが、今回の定式化によって、これまで見られなかったトラップ濃度の負荷時間依存性を示すことができました。以上の結果より、今回定式化された方程式は鈍化き裂モデルにおいて Oriani の仮定を用いた既存のものよりも高精度に現象を表現していると言えます。

また、水素濃度一定の材料の中心付近に微小なくびれを与えた場合と中心部だけ水素濃度をわずかに高くした材料を同時に考察しました。そのとき材料を上下に引っ張ると、両者とも同様に時間とともにネッキングと呼ばれる塑性変形現象が生じました。これは、1 ppm 程度の極めて低い水素濃度においても材料の局所塑性変形が

進行することを示したものであり、興味深い結果と言えます。

水素デバイス等の安全設計シミュレーションについては、水素用高圧タンクの高耐圧化、軽量化を目的として、FRP 層の複雑な巻付手法と材料異方性を考慮した、3次元複雑形状のアセンブリモデリングによる応力解析を可能にしました。今後、有明ステーション等の実際に使用された材料の検証等に活用していく予定であります。

原子シミュレーションによる欠陥と水素の相互作用に関する解析等では、 $\alpha$  鉄中の代表的な欠陥の水素トラップエネルギーを調べ、これまで知られている実測値と比較することにより良好な一致を見ました。これにより、常温付近 (300 K)、70 MPa 程度までの水素ガス環境では、自由表面、原子空孔、転位芯、高エネルギー粒界まわりに水素が多く存在することが明らかになりました。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 シミュレーション、分子動力学法、有限要素法

#### 【テーマ題目6】 水素脆化現象の計測と評価に関する研究 (運営費交付金、外部資金)

【研究代表者】 福山 誠司 (水素脆化評価研究チーム)

【研究担当者】 飯島 高志、今出 政明、安 白、  
文 矛、張 林、島 宏美、  
柏木 悠太、中曾根 祐太、甲斐 絢也、  
横川 清志 (計測フロンティア研究部門) (常勤職員5名、他6名)

#### 【研究内容】

安全な水素エネルギー社会構築のため、高圧水素脆化試験装置開発と金属材料の高圧水素脆化評価、水素利用機器開発の技術支援、水素脆化防止技術開発及び水素エネルギー利用に伴う材料使用基準に関する調査研究を実施しています。

今年度は、高圧水素脆化試験装置開発として80 MPa 極低温水素特性試験装置を開発しました。当該設備の圧縮機には二段往復式を用い、設計圧力は80 MPa です。使用温度範囲は室温から-196°Cです。極低温高圧化を目指していた水素特性試験として所定の目的は達成されたものと考えます。今後は、さらに改良を加え最高水素圧70 MPa 程度までの圧力範囲で、室温から-196°Cの温度範囲で各種材料の水素脆化評価を行っていきたいと考えています。また、当研究チームで保有している水素脆化評価ステーションを用いて民間企業の水素利用機器の技術支援のために「バネ材の水素脆化に関する研究」と「超高圧機器の研究開発」等の資金提供型共同研究を実施しました。

分子・原子レベルでの水素の挙動については、Ni(111)上の Fe 薄膜に続いて、Pd 薄膜の成長及び表面合金化を STM により原子・分子レベルで解明し、これらの薄膜表面構造における室温水素吸着の影響を明らか

にしました。また、SUS310S と SUS301のナノインデンテーションにおける高圧水素チャージの影響を調べて、水素が微小領域での転位発生及び転位移動を促進し、交差すべりを抑制すると共に、歪誘起マルテンサイトの相変態にも影響することを見出しました。

低温において Ni 含有量を変化させたオーステナイト系ステンレス鋼の水素チャージ材 (水素含量40 wt. ppm) を用いて、内部可逆水素脆化 (IRHE) に及ぼす温度の影響を低歪み速度 (SSRT) 試験で調べました。その結果、IRHE は温度の低下と共に増加し、200 K 近傍で最大になり、更なる温度の低下と共に再び減少しました。また、IRHE は Ni 当量の低下と共に増大しました。これは、オーステナイト系ステンレス鋼の IRHE は歪み誘起マルテンサイトの生成に関連するものと推察されます。IRHE と水素ガス脆化 (HGE:1 MPa 水素中) との差異は150 K にあり、IRHE では介在物誘起水素脆化が見られましたが、HGE では水素脆化は見られませんでした。

さらに、水素ガス圧力と単結晶材料の比誘電率との関係が明らかになり、高圧水素ガス圧センサとしての応用への道筋が明らかになりました。また、新たなセンサ用材として、非鉛系圧電・誘電材料を探索するための基本的な評価手法の確立を行なうと共に、圧電フロンティア開拓のためのバリウム系新規巨大圧電材料の創生 (MPB エンジニアリングによる巨大圧電材料の電気特性評価) も行いました。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 高圧水素脆化、技術開発支援、STM、ナノインデンテーション、強誘電特性

#### ⑩【糖鎖医工学研究センター】

(Research Center for Medical Glycoscience)

(存続期間：2006. 12. 1~2012. 3. 31)

研究センター長：成松 久

副研究センター長：平林 淳

所在地：つくば中央第2、つくば中央第6

人員：15名 (14名)

経費：469,227千円 (188,660千円)

#### 概要：

「研究目的」

糖鎖遺伝子の網羅的発見、糖鎖合成技術、糖鎖構造解析技術3大基盤技術を開発してきたが、糖鎖科学の基礎から応用に至るまでの幅広い分野において、さらなる基礎的発見・発明を積み重ねるとともに、それを産業化へ応用する努力を行い、世界的な糖鎖科学研究中枢としての基盤をさらに強固なものとする。

ポストゲノム研究としてプロテオーム研究が隆盛を



極める中、タンパク質機能の発揮には翻訳後修飾が重要であることに多くの研究者が気づき始めた。タンパク質は、リン酸化、メチル化、硫酸化、糖鎖付加などの翻訳後修飾を受けて初めて成熟した機能を持つようになる。その中でも最も複雑な過程が糖鎖修飾である。ゲノム配列が解明され、生命の神秘に迫ったとされたが、かえって新たな謎の存在をクローズアップさせることになった。それが糖鎖である。生体内の多くのタンパク質は糖鎖修飾を受けているが、糖鎖はタンパク質の機能を制御する重要な要素である。生体内で働いているタンパク質の機能を解明し、利用するため、糖鎖とタンパク質を一体として解析する「グライコプロテオーム」の概念を基本として研究全体を推進する。

糖鎖科学は、ポストゲノム研究において我が国が優位に立っている数少ない分野の一つであることから、当研究センターはこれまでの糖鎖研究資産を生かして、産業化に繋がる糖鎖医工学研究を実施することで、国際的な糖鎖研究のネットワークにおける中核的拠点として研究開発の推進に貢献することを目指している。「研究手段」

既に終了した NEDO 糖鎖関連遺伝子ライブラリー構築プロジェクト（以下 GG プロジェクト）及び糖鎖エンジニアリングプロジェクト（以下 SG プロジェクト）において中核的研究機関としての役割を果たし、外部からも高く評価される実績を上げてきた。これらの基盤技術を応用面で活用するため、平成18年度より5年間の糖鎖機能活用プロジェクト（以下 MG プロジェクト）を遂行している。特に、医学研究機関との連携を深め、糖鎖疾患バイオマーカーの探索に必須である臨床試料の入手の努力を行った。産総研の第2期中期目標の中では、ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発における貢献を目指しているが、具体的な研究課題は以下に掲げる。

「生体反応の分子メカニズムの解明によるバイオマーカーの探索と同定」と題して、MG プロジェクトの中心課題として、糖鎖関連の主要な疾患である癌、免疫、再生医療、感染症、生殖医療の5つを中心に、産業上有用なバイオマーカーの発見を目指して以下の研究を推進している。

- 1) 癌の悪性度の指標となる糖鎖構造及びその糖鎖の担体となる糖タンパク質を探索し同定する。糖鎖構造、糖タンパク質を鋭敏に検出する技術を開発し、癌の早期診断、癌の治療方針を可能にする技術を開発している。
- 2) 免疫異常の原因となる糖鎖構造、糖タンパク質を探索し同定する。特に IgA 腎症は全腎臓病の約半数を占める患者数の多い重篤な疾患であるが、糖鎖不全との関係が示唆されている。病気の原因究明、診断法の確立、有効な治療法の開発を目指している。

- 3) 再生医療では、幹細胞に特異的な糖鎖構造を探索し同定する。血液幹細胞、神経幹細胞、間葉系幹細胞などを対象とする。
- 4) 感染症では、病原微生物の結合する糖鎖構造及びその担体となる糖タンパク質・糖脂質を探索し同定する。この結合を阻害する活性などを指標に、将来的には、阻害剤の候補化合物や抗体の開発が期待される。
- 5) 生殖医療では、精子、卵子の成熟に糖鎖が関与していると考えられ、糖鎖機能不全により不妊が起きると推測している。その原因究明、バイオマーカーの発見、最終的には不妊診断、治療への道をつける。上記の疾患別研究開発を推進するために必要な技術開発項目を以下に掲げる。

- 1) 産業上有用な機能を有する糖鎖を生体試料から高効率に分画、同定する技術を確立し、糖鎖マーカーを開発している。
- 2) これに付随して糖鎖マーカーの精製や診断用糖鎖構造解析等に供される新たな装置を開発している。
- 3) 疾患の進行に伴い構造変化する糖鎖マーカーは生体内の重要な機能と結びついている可能性が高いため、発見された糖鎖マーカーの生物学的機能を解析することは、疾患の治療手段の開発に繋がる。
- 4) 質量分析計、レクチンアレイによる構造解析技術の改良に加え、より鋭敏で簡便な基盤技術を開発している。
- 5) 糖鎖合成技術について、微生物の糖鎖合成機能を再開発している。N 結合型だけでなく、O 結合型糖鎖についても、酵母をヒト型糖鎖合成のためのツールとする。
- 6) 糖鎖研究のためのデータベース開発は、最重要課題である。糖鎖構造、MS データ、レクチン結合データ、糖鎖合成データ、糖タンパク質データなどの糖鎖データベース化を進め、ユーザーに利用されやすいように、他研究機関の糖鎖関連データベースを含め、糖鎖統合データベースの構築を始めている。「方法論等」

研究センター内での全チームの共同体制を最重要視している。チーム間の壁がほとんどない「研究センター全体が一つのチーム」体制により、一丸となって研究を推進している。

本研究センターの特徴として連携戦略班を設置しているが、本格研究を推進するためには、今まで蓄えた知財・リソース（遺伝子、細胞、モデル動物、解析装置、データベース等）は既に膨大な存在となっており、それを無駄なく有効に活用する新たな仕組みが必要であり、プロジェクトを推進すると同時に、成果普及を別のマネジメントで行っている。特に、糖鎖産業技術フォーラム（GLIT）を、産総研-バイオインダストリー協会の包括協定の一環として共催で設立し、100

社以上の糖鎖関連企業・団体を集めた。また、良好な研究環境を構築するためにリスク管理は重要であり、安全講習として、RI 実験実施要領、ヒト由来試料実験倫理、医工学応用実験倫理、動物実験実施要領、組み換え DNA 実験取り扱い要領、微生物実験取り扱い要領を、その他、守秘義務と秘密保持、知的財産と特許、論文/学会発表における承認基準、産学官連携と各種事業、労働規程について、セクハラ、パワハラ問題など、連携戦略班により研究センター内での教育を行っている。リスクは、芽が小さいうちにつみ取ることが肝要である。そのためには、センター内メンバー全員の日頃からの人間としてのコミュニケーションが最重要である。管理ではなく、互いのコミュニケーション高揚によりリスクがなくなる組織を目指す。研究能力の切磋琢磨と同時に、和を保つことのできる人格形成が望まれる。コンプライアンス管理活動として、研究センターは、社会の中で活動している存在であり、研究者以外にさまざまな人々が周囲にいて、それぞれ異なった価値観をもって見られていることを理解することに努めている。

研究資金は、MG プロジェクトを中心としており、MG プロジェクトを一致団結して成功させることが本研究センターの最重要ミッションである。しがたって、MG プロジェクトとは別テーマについては、その成果が MG プロジェクトに貢献するような外部資金を推奨している。真に生命科学や糖鎖科学の進展に貢献するかを厳しく吟味し、研究者が情熱を持って取り組んでいる課題や萌芽的研究は、その実施を積極的に支援している。

外部資金：

文部科学省 科学技術振興調整費（若手任期付研究員支援）「発生・分化における糖鎖受容体の機能解析」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C 「糖タンパク質の高効率大規模定量解析法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C 「シアリアル Tn 抗原による腫瘍免疫抑制機序の解明」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C 「糖鎖がんマーカー開発のためのコア1合成酵素検出システムの構築」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 C 「2つの機能の異なる糖結合ドメインの糖鎖結合メカニズムの構造生物学的解析」

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 「血小板凝集因子 Aggrus の分子生物学的解析とその臨

床応用」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業 「糖鎖修飾情報とその構造解析データの統合（糖鎖科学統合データベースの構築）」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「健康安心プログラム/糖鎖機能活用技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発/橋渡し促進技術開発/糖鎖プロファイリングによる幹細胞群の品質管理、安全評価システムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 「マクロファージの免疫応答能を活用するドラッグデリバリーシステムの構築とその技術応用の開拓」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 「研究開発技術シーズ育成調査/未来の創薬に資する生物学的メカニズムの解明に関わる合成技術動向調査」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 「糖鎖関連遺伝子 siRNA 導入哺乳類細胞の性状解析とノックアウトマウスの調製と解析」

国立大学法人九州大学 戦略的技術開発委託費 「植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発/植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター 新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業 「病原性原虫による Th1免疫回避機構の解明と糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立」

発表：誌上発表55件、口頭発表115件、その他18件

糖鎖遺伝子機能解析チーム

(Glycogene Function Team)

研究チーム長：成松 久

(つくば中央第2、第6)

概要：

1) 糖鎖関連バイオマーカーの開発

これまでの2つの NEDO プロジェクト1)糖鎖遺伝子プロジェクトでは、生体内で糖鎖合成の担い手である糖転移酵素など糖鎖遺伝子の全体像が明らかになり、2)糖鎖構造解析プロジェクトでは、質量分析装置とレクチンを用いて糖鎖の構造解析が可能に

なりつつある。それらの基盤技術を背景に、糖鎖機能活用プロジェクトでは糖鎖関連バイオマーカーの開発と生体内での糖鎖機能の解明を目指している。糖鎖関連バイオマーカーの基本となる考え方は、「細胞の分化や癌化により糖鎖構造が変化する(=MG コンセプト)」である。糖鎖関連バイオマーカーの開発では、まず手始めに、グライコプロテオームの概念に基づき、疾患に関連して変化した糖鎖構造をキャリアしているタンパク質を同定し、その糖鎖構造とタンパク質の両方を特定した検出システムを構築することで、特異性の高い疾患マーカーの開発を目指している。標的とした糖鎖構造はこれまで各種癌との関連が報告されている  $sLe^x$ ,  $sLe^a$ , Tn, STn, コアフコースなどで、それぞれの糖鎖のキャリアータンパク質を肝臓癌・肺癌・大腸癌・膵臓癌など数十種類の各種癌由来培養細胞や患者由来生体材料より生化学的手法・レクチンマイクロアレイ・質量分析・IGOT 法、糖鎖遺伝子発現プロファイル解析を用いて数多く同定した。その中から論文・特許などの知見を基に絞り込みを行い、バイオマーカーになる可能性の高いキャリアータンパク質に対する抗体と、疾患関連糖鎖を認識する抗体あるいはレクチンを用いたサンドイッチ ELISA 測定系を構築し、患者血清を用いた検証試験を始めている。

## 2) 糖鎖遺伝子ノックアウトマウスの作製と解析

これまでの糖鎖の機能解析の多くは、糖鎖改変細胞を用いた細胞生物学的な解析である。糖鎖の担う重要な生体機能の1つは細胞間コミュニケーションであり、生体内でそれを解析するためには糖鎖合成に関連する糖鎖遺伝子を改変した糖鎖改変モデル動物を作製することが必要である。現在までに184個の糖鎖遺伝子が報告されているが、糖鎖機能活用プロジェクトではその中から、糖鎖遺伝子プロジェクトで新規に見出された遺伝子の中で癌化により遺伝子発現が変化するもの、組織特異的に発現するもの、*in vitro* で機能性糖鎖を合成する糖転移酵素のノックアウトマウスを作製した。具体的には  $Le^x$  (SSEA-1) を合成する FUT9、正常大腸に発現し、癌化により消失するコア3合成酵素、糖タンパク質ホルモン特異的な糖鎖の合成酵素、コンドロイチン硫酸合成酵素、ポリラクトサミン合成酵素などである。これらのノックアウトマウスは個体数が確保できたものから順次、機能解析に移っており、いくつかのマウスでは癌の発生する頻度が高いなどの表現型が見出されている。

## 3) ポリラクトサミン合成酵素遺伝子ノックアウトマウスの解析

糖鎖医工学研究センターにて作製された糖鎖遺伝子ノックアウトマウスの1つである、ポリラクトサミン糖鎖合成酵素・ $\beta 1,3-N$ アセチルグルコサミ

ン転移酵素2 ( $\beta 3GnT2$ : *B3GNT2*) の遺伝子ノックアウト (KO) マウスを解析した。平成19年度までの KO マウスの解析により *in vivo* では *N*-グリカン上の長鎖ポリラクトサミン構造の合成に関与している事を明らかにした。また、KO マウスの T 細胞や B 細胞等の血球細胞において、刺激に対するシグナル及び応答性の亢進が認められ、免疫細胞が活性化しやすくなっているということを示唆し、ポリラクトサミン糖鎖が免疫系において(抑制的な)調節能を担う可能性を示唆した。平成20年度はポリラクトサミンの免疫における機能についての解析を引き続き行った。KO マウス個体での炎症モデル実験では、刺激後の炎症の初期反応である好中球の皮膚組織への浸潤が、KO マウスでは著しく減少している事を明らかにした。そこで好中球上のセレクチンリガンドの発現を解析してみると、その発現量が減少していた。これらの糖鎖抗原のキャリア分子と考えられるものを解析した結果、複数の細胞表面分子でその上のポリラクトサミン鎖が消失していることが示唆された。これらの分子上の糖鎖抗原形成の不全により、免疫反応の変化が起こっているものと考えられた。ポリラクトサミン鎖の欠損が様々な糖鎖抗原の発現に影響を与え、それらが有する糖鎖機能に異常を引き起こす事を明らかにした。

## 4) 新規糖鎖認識タンパク質の探索と機能解析

昨年度までに発見した新規糖鎖認識タンパク質であるシグレック14に関してさらに解析を進めた。モデル系を用いてシグレック14が  $TNF\alpha$  産生に影響を及ぼすメカニズムを解析した。またシグレック14遺伝子の多型を発見し、その地理的分布を解析した。

さらに、バイオインフォマティクスの利用によりリストアップした「糖鎖認識活性を示す可能性が示唆されるが、証明されていないタンパク質」の中から糖鎖認識活性を有するものを発見し、その糖鎖認識特異性の解析と機能解析を進めた。また発現クローニングにより新規の糖鎖認識タンパク質のクローニングを試みた。

## 5) $\beta 3GT$ モチーフを有する複数の糖転移酵素の結晶化と予備的な X 線解析実験

$\beta 3GT$  モチーフを有する糖転移酵素のうち、ガンで発現の更新が認められる  $G34$ 、 $\beta 3GnT8$  および  $\beta 3GnT2/8$  ヘテロダイマーの立体構造を決定するため、大量精製と結晶化、X 線結晶構造解析(高エネルギー加速器研究機構、放射光施設、共同利用実験課題2008G547)を行っている。これらの酵素の基質認識機構の解明さらにはドラッグデザインによる特異的阻害開発を目指す。

$G34$  は哺乳類培養細胞で大量発現し、六方晶を得ているが、分解能が原子レベルに達していない。結晶化条件の検討、結晶化添加剤、クライオ条件の検

討を行ったが、分解能の向上は3.3 Åにとどまった。さらなる分解能の向上を目指し、精製タグなどのコンストラクトの見直し、糖鎖の除去の検討に着手した。

$\beta$ 3GnT8は酵母を宿主として発現し、板状の斜方晶を得た。さらに2.2 Å分解能のX線回折データの収集を完了した。現在結晶化の再現性を向上させると共に、重原子誘導体の調製、分子置換法による位相決定を試みている。

$\beta$ 3GnT2/8ヘテロダイマーについてはT2がハイパーグリコシレーションを受けているため、精製が困難であったが、T8との共発現を行うことで、効率よく回収精製する系を確立することが出来た。

#### 6) 酵母を利用した糖鎖及び糖タンパク質合成

出芽酵母によるムチン型糖鎖を有する糖タンパク質の発現系を構築し、MUC1やMUC2ペプチドの生産を行なった。またシアル酸付加のため、その基質供与体となるCMP-Neu5Acの酵母細胞内での発現系を構築し、実際にCMP-Neu5Acが効率よく生産されている事を明らかにした。

糖鎖の大量合成に必要な糖転移酵素を供給するため、酵母による可溶性ヒト糖転移酵素の発現系のブラッシュアップを行なった。特にN-型糖鎖の生産に関与する糖転移酵素の大量発現を検討し、実際に天然物からの生産が難しいN-型糖鎖の合成を行なった。

#### 7) ヒト糖鎖合成関連遺伝子転写産物の比較相対定量系の開発

19年度までに開発した糖鎖合成関連189遺伝子の転写産物量を同時測定するシステムを用いて、ヒト由来培養細胞などcDNA試料230件について糖鎖遺伝子発現プロファイル測定を実施した。測定作業と並行して、多検体測定データにおける解析手法の開発に着手した。

多検体間比較を実現するためには、検体間での標準化が必要であり、その指標として糖鎖遺伝子発現レベルの平均値を用いることが有用であることを見出した。標準化した発現プロファイルの検体間比較には階層的クラスタリング解析法を導入した。19年度までに開発した糖鎖合成経路上で遺伝子発現レベルを可視化する表示法と組み合わせることで、糖鎖遺伝子発現プロファイルの生物学的解釈への支援を可能にした。

### 分子医用技術開発チーム

(Molecular Medicine Team)

研究チーム長：池原 謙

(つくば中央第2)

#### 概要：

疾病は、その原因（病因）を出発点として進展し、

病態を形成する。病態は、疾病の進展に伴って修飾されて複雑化し、治癒が期待しにくいものとなる。それゆえ現在の医療では、治療できる対象が明確な期間に、病因を見いだして対処することを、最重要視するのである。このような社会的背景と態病理に基づいて我々は、臨床的に対応可能な時期で有用性が発揮される検査技術開発のイメージを明確にする事からスタートし、糖鎖解析技術の有用性が活用されるよう工夫を重ねている。実際に糖鎖構造は、疾病の発症と進展に伴って変化する事が多いので、糖鎖構造変化の検出技術の進歩は、臨床的に顕在化していない疾病の存在の検出とその対処へと繋がる事が期待される。

糖鎖医工学研究センターでは現在、糖鎖解析技術を統合的かつ戦略的に活用して、バイオマーカーの探索を進めている。分子医用技術開発チームは、各種疾病における問題点を、様々な角度から分析し、臨床的ニーズにあった糖鎖機能活用技術開発を進めている。とくに、i) 糖鎖バイオマーカーの創出が可能である疾患かどうか、ii) 糖鎖バイオマーカーの創出によって解決される現在の問題点はどのようなものであるのかを明確にする事は重要である。と言うのも、これら一連の分析結果に基づいて、iii) マーカー探索を行う臨床検体ライブラリーのデザインと収集管理を行なうからである。

また、バイオマーカー探索に合わせて糖鎖機能を活用した技術開発を進めており、具体的な実施内容は、A) 糖鎖 NEDO プロジェクトと、B) それ以外にわけられる。A) NEDO プロジェクト糖鎖機能活用技術開発では、糖鎖/糖タンパク質バイオマーカー開発と遺伝子改変動物等を用いた糖鎖機能開発を、B) それ以外では、これまでに確立した糖鎖活用技術をトランスレーションすることを目的として、文科省科学研究費、生研センター受託研究費等の競合的研究資金を獲得して、ドラッグデリバリーや細胞性免疫誘導型ワクチン技術基盤の確立をめざした研究開発をおこなっている。

#### A) 糖鎖 NEDO プロジェクト

##### 1) 臨床検体の収集と病態病理解析システムの構築

糖鎖医工学研究センターでは、19年度に病態病理解析を専門とするセクションを立ち上げている。20年度には、運営のルーチン化と最適化を同時に進め、NEDO プロジェクトで収集される臨床検体の保管管理と利用を、適切かつ効果的におこなえるよう改善した。我々の収集管理システムは、21年度より大幅に変更される臨床研究における指針に対応できるよう構成したため、指針の変更に影響される事なく、倫理的コンプライアンスを保って研究開発が進められると確信する。また、病態病理解析室はヒト由来臨床検体のみならず、KO マウス等を用いて作成した疾患モデル実験の検体の解析を実施した。なお、

ヒト試料の保管管理とマウス検体の病理解析そして担当スタッフのトレーニング（糖鎖遺伝子機能解析チームとの共同実施）は、病理専門医（池原）によりセンター横断的になされている。

キーワード：病理検査、臨床検体ライブラリー

## 2) 疾患マーカーの探索とその展開

糖鎖医工学研究センター横断的に進む、マーカー探索の中から肝炎関連疾患についての成果を紹介する。開発に成功したマーカーは、肝臓の繊維化を非観血的に測定する事を可能とするものである。肝炎に伴う肝組織の繊維化測定は、平成20年に発表された厚生省の「肝炎研究7カ年戦略」の中でも取り上げられている課題「繊維化の進展を非観血的に評価できる検査法」を解決するものであり、肝炎克服に繋がる大きな変革をもたらす可能性がある。なお、日本のC型肝炎患者は、150万人から250万人いると推定されており、慢性肝炎、肝硬変、肝癌患者の約75%を占める。また、現在の肝癌死者数は年間約3万人、肝硬変は17000人であることから明らかな様に、医学的、経済的波及効果は大きい。医学的にも、日本の肝炎疾患克服戦略の大きな転換点をもたらすものと期待している。

キーワード：肝炎、繊維化、

## 3) 各種疾患における糖鎖病理の解明

胃がん糖鎖マーカーであるCA72.4は、がんの産生するシアリル Tn (STn) を測定するものであり、その合成酵素遺伝子はかつて、池原と成松センター長らによって初めて単離同定され、報告されたものである (Ikehara Y. et al Glycobiology 1999)。胃がん患者における STn 抗原検出系の高感度化を目的として、そのキャリア分子の同定をすすめて複数の候補蛋白を決定し、腹腔洗浄液を材料とする腹腔胃がん転移検出システムの構築をおこなった。さらには、他臓器に発生する腫瘍についてもキャリア分子の同定を進め、肺がんの検出に有用である事を見だしている。

キーワード：胃がん、肺がん、シアリル酸

## B) 機能解析チームとの共同実施

### 4) 糖鎖機能を活用するドラッグデリバリーシステムの構築とその技術応用の開拓

本研究は、NEDO の行う産業技術研究助成事業から池原が助成を得てスタートしたものである。さらに得られた成果を発展させるため、生物系特定産業技術研究支援センターの行う新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業より助成を得て、病原性原虫感染症の克服を目指した、「糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立」を実施している。

糖鎖機能を活用するドラッグデリバリーシステムは、リポソームをオリゴマンノースで被覆する事によって作製したリポソーム (OML) を用いて、が

ん腹腔内転移を標的として抗がん剤を送達できる。

さらになんワクチン療法に用いると、封入抗原特異的な細胞性と液性の抗腫瘍免疫を誘導できる。そこでウシの原虫感染症に対するワクチン技術として有用であるかどうかを明らかにするため、まずウシにおける細胞性免疫応答を評価できるシステムを構築した。このシステムは、細胞性免疫が排除エフェクターとなっているウシの各種感染症の病態評価も可能とするもので、標準検査法になりうるものであった。そしてさらに、このシステムを用いる事で、OML を接種した場合も、マウスと同様に封入抗原特異的な細胞性免疫誘導を確認する事に成功している。ウシを用いて得られた一連の結果は、OML 技術を人の治療へトランスレーションできる可能性をさらに強く示唆するものであると考察された。

キーワード：ドラッグデリバリー、ワクチン、評価技術

## 糖鎖分子情報解析チーム

(Glyco-Biomarker Discovery Team)

研究チーム長：亀山 昭彦

(つくば中央第2)

### 概要：

当チームでは、社会及び臨床ニーズに基づいた糖鎖科学の医療応用を目的として、糖鎖分子に刻まれた癌をはじめとする疾患関連情報の質量分析計による解析を進めている。また、糖鎖の機能や構造を解析するためのユニバーサルなリファレンスとしてヒト型糖鎖ライブラリーの開発を推進し、癌や感染症における機能糖鎖の発見に挑んでいる。そして、他チームとの積極的な連携のもと、センターにおける糖鎖の合成、構造解析、相互作用解析の機能を担うとともに、糖鎖産業の創出を睨んだこれらのイノベーション開発に努めている。

#### 1) 疾患関連糖鎖バイオマーカーの探索

腫瘍マーカー候補として期待されながら解析が難しいムチンについて、新規解析手法である分子マトリクス電気泳動法を開発した (Anal.Chem 誌発表)。また福島医科大学の協力を得て、この手法を応用した膵胆肝疾患のマーカー探索を目的とした膵液・胆汁の分析を開始した。さらに、創価大学にもこの技術を指導し、共同研究で前立腺がんマーカー候補の探索を進めている。また、この分析手法の普及・実用化へ向けて、技術移転活動を開始した。また、センター全体での糖鎖バイオマーカー探索活動の中でマーカー候補にあがった糖タンパク質の糖鎖構造解析も行った。

#### 2) 糖鎖・糖ペプチドの構造解析およびその手法開発

硫酸化糖タンパク質は、疾患関連マーカー候補として期待されながら、その効率的な濃縮法がないた

めに研究が進んでいない。当チームでは糖ペプチド上の硫酸基の負電荷を強調するための化学処理法（SE法）を考案した。これを利用してイオン交換クロマトグラフィーにより硫酸化糖ペプチドを濃縮する方法を開発し特許出願した。また、糖鎖の質量分析における大きな課題の一つとして、イオン化効率の低さがあげられる。これを改善するために、完全メチル化と高感度ラベル化を組み合わせた新たな糖鎖誘導体化法を開発したが、20年度は、さらに微量な試料に応用するためMALDIプレート上でこの反応を行えるようにした。また当チームでは、糖鎖の簡便な構造解析に利用できる糖鎖MS<sup>n</sup>スペクトルDBを構築している。平成20年度は、特にO-グリカンの構造解析をさらに進めるためにこれらのテンプレートとなる糖鎖構造について200種類程度酵素合成し、それぞれ完全メチル化糖鎖へと変換後すべての構造についてMS<sup>n</sup>データの取得を行った。

### 3) ヒト型糖鎖ライブラリーの構築と活用

国立感染症研究所との共同研究により、糖鎖ライブラリーを活用した種々のノロウイルスの糖鎖認識特異性解析を進めており、一部の結果について論文化した。糖鎖アレイについてはエバネッセント励起蛍光検出系でのアレイ開発を行うための固相化糖鎖の大量合成（50種類程度）・誘導体化についての基礎検討を行った。

### 4) IgA腎症と糖鎖に関する研究

IgA腎症患者のIgAには健常者とは異なる糖鎖が結合しているという報告が以前からあるが、再現性に乏しく、糖鎖の異常およびその病態との関連はほとんど判っていない。IgA腎症と糖鎖との関連性について明確な結論を出すため、最適化した統一プロトコールで処理した血清試料の分析を進めた。100検体ほどの血清からIgAを精製し糖鎖構造解析を行ったが健常・患者間での糖鎖構造の違いは見いだせなかった。一方で、これと並行して行った特殊なIgA腎症患者の糖鎖構造解析の違いを指標に異常分子の同定につながる糖鎖構造について解析を進めている。

### 5) 糖鎖MS<sup>n</sup>データベースの公開

昨年度までに構築した糖鎖MS<sup>n</sup>データベースの一般公開に向けて、糖鎖質量分析データベース（GMDB）の名称、ロゴを考案し、ユーザーの使いやすさを考えて一般公開用のインターフェースを作成した。データベースの紹介文や使用方法について日本語と英語でそれぞれ解説を付け、世界に向けて公開した。

## レクチン応用開発チーム

(Lectin Application and Analysis Team)

研究チーム長：平林 淳

## 概要：

本チームでは、先のNEDO糖鎖エンジニアリングプロジェクト（SG）で開発したフロントル・アフィニティクロマトグラフィー（FAC）やエバネッセント波励起蛍光検出法に基づくレクチンマイクロアレイなどの糖鎖プロファイリング技術を、産業的に有用なバイオマーカー開発に向け様々な応用展開（NEDO「糖鎖機能活用技術開発プロジェクト」）を担っていく役割をもつ。これらの基本戦略に付随して、レクチン製造販売を行なっている企業との共同研究による、新規レクチン探索を含むレクチンライブラリー開発、バイオインフォマティクスに基づくヒト内在性レクチンの新規探索にも挑む。チーム長を除く常勤職員2名はそれぞれ、上記レクチン応用開発研究における活用側面（マーカー開発が主体）、新規レクチン開発を担当するほか、19年度下期より新たにNEDO「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／糖鎖プロファイリングによる幹細胞品質管理、安全評価システムの研究開発（先導研究）」を一致協力の下推進した。さらに、前年に引き続きイノベーション推進の立場から、上記糖鎖プロファイリング技術の成果普及、関連企業へのライセンスングを通じた社会還元に取り組んだ。平成20年度成果として、以下を挙げる。

### 1. バイオマーカー開発関連研究：レクチンマイクロアレイを基軸とした生体試料の比較糖鎖プロファイリング

NEDO「糖鎖機能活用技術開発」プロジェクトを基軸とした糖鎖関連バイオマーカー開発に関する集中研業務を推進した。各臨床機関から組織切片、血清などの臨床検体を取り寄せ、レクチンアレイやMS技術を組み合わせることで病態関連バイオマーカーや分化関連マーカーの候補分子を数多く抽出する戦略の設定と研究開発を行った。また、これらの高い基盤技術を核にした様々な応用技術を開発し、さらなる用途の拡大を図った。実際には、レクチンマイクロアレイを機動的に活用した各種疾患マーカー候補分子を数多く同定した。エバネッセント波励起蛍光法を検出系とする糖鎖・レクチン（抗体）相互作用のアプリケーションを、昨年度開発した生細胞プロファイリング法にとどまらずさらに多く開発し、その用途を数多く見出すことで、レクチンを活用した糖鎖プロファイリングの高い有効性を世に示すことができた。特に、抗体オーバーレイ法を確立した意義はたいへん大きく、マーカー候補の選定、絞り込みに今後ますます有効に機能することが期待される。その他、アレイ解析結果を統計解析にまで持っていくための要素技術、「ゲイン統合」と「マックス値規格化法」などを開発し手法の有効性を

確認した。

## 2. 臨床研究への橋渡し促進技術開発

本研究課題では、糖鎖センターが開発した先進基盤技術であるレクチンマイクロアレイを用いた糖鎖プロファイリングを再生医療に供する幹細胞（間葉系幹細胞、ES 細胞）の品質管理、並びに安全性評価に活用すべく、橋渡し先機関である国立成育医療センター、レクチンマイクロアレイの安定供給と改良に事業として取り組むモリテックス株式会社の3者で共同研究開発を行なうものである。研究期間が1.5年と言う最短の「先導研究」の位置づけであるため、迅速な技術移転と成果達成が求められる研究課題であるが、平成20年度は国立成育医療センターが調製した各種幹細胞、間葉系幹細胞、ならびにES 細胞について前年度に開発した最適化プロトコールに基づいて解析した。その結果、細胞糖鎖プロファイルを分化前後、ならびに細胞相互で明確に識別することができた。また、専門の研究者の判断を仰ぐ必要性を省いたデータ解析用のソフト開発をモリテックス社と共同で開発した。さらに、生細胞をそのまま壊さずに解析することが可能な生細胞プロファイル法を改良し全工程を1時間で完成可能とし、その技術を成育医療センターへと技術移転した。

## 3. 内在性レクチン開発関連研究：糖鎖複合体アレイによる簡便・迅速・高感度な糖結合活性検出法の開発と応用

従来用いられてきた手法とは異なる新規レクチンの探索、特異性解析のため糖鎖複合体アレイを開発した。従来、スループロットと感度の向上が課題であったが、エバネッセント波励起蛍光検出法を応用することで新しい概念・フォーマットによる糖鎖アレイを構築することができた。実際には、ゲノム情報から新規ヒトレクチンを探索する事業を続け、上記アレイ技術の開発によってレクチン特異性の評価や結合力査定が大変容易となった。予想外の結果も得られており、今後内在性レクチンの機能解析はますます重要になると思われる。

### グライコプロテオーム解析チーム

(Glycoproteomics Team)

研究チーム長：梶 裕之

(つくば中央第2)

#### 概要：

タンパク質の機能が糖鎖付加の状況や糖鎖構造によって変化し、これを通して機能調節されていることは既に周知のこととなっている。このことは、糖鎖がタンパク質のフォールディング、局在、寿命、相互作用パートナーの認識や親和性に深く関与していることに起因する。糖鎖の構造は合成される組織、より正確には細胞の種類や状況によって顕著に変化し、またその

構造はタンパク質の種類や部位ごとにも異なっていることが知られている。したがってタンパク質の機能発現の機序を説明するためには、個々のタンパク質のどの位置に、どのような糖鎖が結合しているかを知ることが重要である。反対に、タンパク質の糖鎖構造の相違や変化は細胞の状態を反映するので、分化やがん化、環境変化などを鋭敏に示すマーカーとなり得る。本研究チームでは、個々のタンパク質（部位）上の糖鎖構造やその変化の解析及び糖鎖構造が変化した糖タンパク質コアの分析・同定を通してそれぞれ、タンパク質機能発現における糖鎖の働きの解明、および、疾患、特にがんを検出するバイオマーカーの開発を目的として研究に取り組んでいる。

当チームではセンター内の各チーム及び外部臨床機関などと密接な共同研究体制を築きつつ、疾患に伴って糖鎖構造の変化した糖タンパク質コアを液体クロマトグラフィー (LC) と質量分析装置 (MS) を組み合わせたプロテオミクスの手法を用いて、高感度・高効率に同定し、マーカー候補分子に関する情報を提供している。同じ実験アプローチを利用して、糖鎖遺伝子ノックアウトマウスの糖タンパク質を解析し、糖鎖付加の実態解明を進めている。また、糖ペプチドを LC/MS 分析し、糖ペプチドコアおよび糖鎖組成とその変化を包括的に分析する手法開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1：疾患糖鎖バイオマーカーの開発、テーマ題目2：糖鎖遺伝子ノックアウトマウスの糖タンパク質解析、テーマ題目3：糖ペプチド糖鎖不均一性解析法の開発

#### -----

### 【テーマ題目1】疾患糖鎖バイオマーカーの開発

【研究代表者】梶 裕之

(グライコプロテオーム解析チーム)

【研究担当者】梶 裕之、大倉 隆司

(常勤職員1名、他1名)

#### 【研究内容】

研究目的：

NEDO「糖鎖機能活用技術開発プロジェクト」研究の一環として、血清を検体とし、がんを検出する糖鎖バイオマーカーの開発を目的とした、以下の各研究を推進している。

研究目的(1)：

原発性肝がん、及び関連する肝疾患糖鎖バイオマーカーの探索：原発性肝がんは大別して肝細胞がんと肝内胆管がんに分類される。肝細胞がんの大部分は肝炎ウイルス（主として B 型及び C 型肝炎ウイルス）の感染による急性肝炎を基礎疾患として、慢性肝炎、肝硬変を経て、長期間経過の後に発症する。そこで、この疾患の治療方針の決定と治療効果の判定に重要なバイオマーカーとして、肝硬変（肝線維化）の進行状態を反映するバイオマ

ーカー及び早期肝細胞がんを検出するマーカーの開発を目的とした。

研究手段(1) :

前述の通り、細胞のがん化に伴う糖鎖構造の変化を基盤とした糖鎖バイオマーカーの探索には、がん性糖鎖の構造及びこれを鋭敏に反映するプローブレクチンの情報を元に、がん性糖鎖を結合した糖タンパク質コアを同定・選別することが重要と考えられる。がん性糖鎖構造に関する情報は肝細胞がん由来する培養細胞株2種および胆管がん関連細胞株2種を材料として、以下の3つのアプローチで取得した。すなわち、1) 定量的 PCR 法による糖鎖遺伝子発現プロファイル、2) レクチンマイクロアレイ法による糖鎖プロファイル、および3) 代謝標識糖鎖のマルチレクチンクロマトグラフィー分析法による糖鎖プロファイルで、当チームでは3)を実施した。これらの結果から選択されたプローブレクチンを用いて、上述の4種の培養細胞培養液より、糖ペプチドを捕集し、後述の IGOT-LC/MS 法でコアペプチド部分を同定した。また健常人および肝細胞がん患者の血清についても同様に分析し、候補糖タンパク質リストを作成し、各プロファイルの比較によって、候補タンパク質の絞り込みを進めた。

方法論(1) :

レクチンアフィニティークロマトグラフィーで捕集された糖ペプチドは、親水性相互作用クロマトグラフィー(HIC)でさらに精製した後、安定同位体<sup>18</sup>Oで標識された水中でペプチド-N-グリカナーゼ(PNGase)処理し、糖鎖を切除した。このとき糖鎖結合残基であるアスパラギン(Asn)側鎖は酵素加水分解反応により切断され、溶媒の<sup>18</sup>Oを取り込んだアスパラギン酸(Asp)へと変換される。この標識処理したペプチド混合物はミニチュア化されたダイレクトナノフローLC/MS法で分析し、得られた質量スペクトルの解析によって、多数のペプチドが一度の分析で同定される。同定されたペプチドにN結合型糖鎖付加のコンセンサス配列(Asn-Xaa-Ser/Thr : XaaはProでない)が存在し、かつ、Asnの位置が<sup>18</sup>Oを取り込んだAspに変換されていれば、この部位に糖鎖付加されていたことが強く示唆される。がん関連糖鎖認識レクチンとして、AAL、網羅的捕集レクチンとしてRCA120等を選択し、培養液及び血清より糖タンパク質を同定した。

培養細胞培養液より同定された候補糖タンパク質は各細胞100種を超えるため、これらの同定糖タンパク質リスト(プロファイル)を血清試料のプロファイルと相互に比較することにより候補タンパク質を絞り込んだ。すなわち、肝細胞がん関連細胞2種の培養上清及び患者血清からAALを用いて同定されたタンパク質群より、健常人血清から同レクチンで同定されたタンパク質を除き、残った候補を、血清試料よりRCA120を用いて同定されたタンパク質群と比較した。ここで重複したタンパク質

は、血清中での存在量が比較的高い候補と見なせるので、第一選択とし、残りは第二選択群とした。これらの情報を検証研究グループへ提供した。

ついで、胆管がん関連細胞の培養液より同プローブレクチンで同定されたタンパク質群を肝細胞がんからのタンパク質と比較し、胆管がん系でのみ同定されたタンパク質を選別し、バイオインフォマティクスチームより提供された発現プロファイルの情報を加味しながら、候補約40種に絞り込んだ。

研究目的(2) :

肺がんマーカーの探索：肺腺がんと肺小細胞がんの鑑別を可能とするバイオマーカーの探索を目的とした。

研究手段・方法論(2) :

基本的に上述の戦略に準じることとした。肺腺がん細胞株2種、および肺小細胞がん細胞株2種について、プローブレクチンAALを選択、利用し、キャリア糖タンパク質コアをIGOT-LC/MS法で同定した。20年度はプロファイルの作成まで実施した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] がん、バイオマーカー、プロテオミクス、レクチン、質量分析、安定同位体標識

[テーマ題目2] 糖鎖遺伝子ノックアウトマウスの糖タンパク質解析

[研究代表者] 梶 裕之

(グライコプロテオーム解析チーム)

[研究担当者] 梶 裕之、菅原 大介

(常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

研究目的 :

タンパク質への糖鎖付加は最も広範に生じる翻訳後修飾の一つであるが、糖鎖修飾は鋳型に依存しない複雑な機構によって担われており、その結果生じた糖鎖の構造は多様性と不均一性に富み、実存する糖鎖構造の解析からその機能を解明することは非常に困難な状況にある。糖鎖構造を規定する主な要因の一つは、糖タンパク質が合成される細胞における糖転移酵素の発現・活性であるため、注目する糖鎖構造の合成に中心的な働きを示す糖転移酵素遺伝子をノックアウト(KO)し、その表現型の解析から糖鎖機能を明らかにする、いわゆる逆遺伝学的手法が一つの有効な手段と考えられる。そこで最初に、糖鎖遺伝子ノックアウトマウスを用いた表現型解析による糖鎖機能解析法の確立を目的に、糖タンパク質上の糖鎖構造の実態およびKOによる変化と、構造変化した糖鎖を担持するコアタンパク質の同定を試みることにした。

研究手段・方法論 :

遺伝子KOが致死的でなく、産生される糖鎖構造が明確で、発現している組織等の情報が既に得られているβ1-4ガラクトース転移酵素GalT1を標的とした。はじ



めに野生型 (WT) マウスの組織 (肝臓) より Gal の転移されている糖鎖を持つ糖ペプチドを、対応する糖鎖に親和性を示すレクチン RCA120を用いて網羅的に捕集し、そのコアタンパク質及び結合部位を IGOT-LC/MS 法により同定する。ついで KO マウスの組織より同様に同定された糖タンパク質 (部位) と比較することで、GalT1が基質としているタンパク質 (部位) を決定する。プロファイルの比較によって選別された糖タンパク質上の糖鎖が KO によって変化していることを数例、個別解析し、この手法によって、KO によって構造変化した糖鎖を担持するタンパク質が高効率に同定可能か検証する。

年度の進捗 :

WT、KO マウスの肝臓よりペプチドプール試料を調製し、一部をそれぞれレクチン RCA120カラムに供し、Gal 転移糖鎖を持つ糖ペプチドを捕集した。これを親水性相互作用クロマトグラフィー (HIC) により精製後、IGOT 法にて安定同位体標識し、LC/MS 法でコアタンパク質を同定した。WT で選択的に同定されたタンパク質 (ペプチド) はこの酵素の基質 (部位) と考えられる。これらの構造特性を解析し、酵素の基質特異性を推測した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖遺伝子、糖転移酵素、ノックアウトマウス、プロテオミクス、レクチン、質量分析、安定同位体標識

【テーマ題目3】 糖ペプチド糖鎖不均一性解析法の開発

【研究代表者】 梶 裕之

(グライコプロテオーム解析チーム)

【研究担当者】 梶 裕之、武内 桂吾

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

研究目的 :

当研究センターでは、疾患、とくにがん化、に伴う細胞状態の変化に起因する糖鎖構造変化に注目したバイオマーカー探索が進められている。ここではがんに特異的なタンパク質ではなく、がんに特異的な糖鎖を持つタンパク質を数多く同定し、感度と特異性の高い標的糖タンパク質あるいはその組み合わせを探索している。この過程で選択された糖タンパク質上の糖鎖構造が、がん化に伴って変化していることを確認しなければならない。最も高感度に糖鎖変化が検出できる手法は抗体を利用した選択的レクチンアレイ分析であるが、具体的な構造情報は得られない。反対に詳細な糖鎖構造解析はタンデム質量分析法によって可能であるが、比較的多量の試料を要し、また糖鎖部分を切り出して分析するため、高度な精製が重要となる。そこで特定のタンパク質上の糖鎖構造の変化をより簡便に検出する手法の開発を目的に以下の実験を行っている。

研究手段・方法論 :

ペプチド部分は共通であるが、糖鎖構造に不均一性のある糖ペプチド群を逆相 LC と MS を連結した LC/MS 法で分析すると、糖鎖を構成する単糖の組成を反映した階段状のスペクトルが得られ、ペプチド部分の構造が既知あるいは推測可能であれば、ペプチドとその糖鎖組成の情報がリンクされたまま得られる。このスペクトルパターンを比較することで、タンパク質上のどの部位の糖鎖がどう変わったかを検出することができる。ペプチド部分をディファレンシャルに安定同位体標識し、分析することで定量的な解析も可能である。この分析で重要な点は、イオン化効率が高く、糖ペプチドの検出を妨害する非糖鎖付加ペプチドを除去し、糖ペプチドをエンリッチすることと、糖ペプチドの MS シグナルを選択的に検出し、そのコアペプチドと糖鎖組成を高効率に抽出するインフォマティクスの開発である。そこで、HIC を用いた糖ペプチドエンリッチ法の微量化手法の確立と糖ペプチドイオンシグナル解析プログラムの開発を行った。

年度進捗 :

1分子中に5カ所の糖鎖付加部位を持ち、2つの配列アイソマーが共存するモデル糖タンパク質混合物より、HIC で糖ペプチドを精製し、LC/MS 分析した。この複雑なスペクトルパターンより糖ペプチドのシグナルを選択的に抽出し、それらのコアペプチドと糖鎖組成を自動的に検出するプログラムセットの条件を至適化し、両アイソマーについて糖鎖付加部位ごとの糖鎖組成情報を得ることができた。このモデル糖タンパク質について、さらにタンパク質精製法と糖ペプチド精製の微量化条件の至適化を進めている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 液体クロマトグラフィー、質量分析、糖鎖不均一性、LC/MS データ解析プログラム

#### ⑩【新燃料自動車技術研究センター】

(Research Center for New Fuels and Vehicle Technology)

(存続期間 : 2007. 4. 1~2014. 3. 31)

研究センター長 : 後藤 新一

副研究センター長 : 浜田 秀昭

所在地 : つくば東、つくば中央第5、つくば西

人員 : 17名 (16名)

経費 : 321, 491千円 (163, 315千円)

概要 :

##### 1. ミッション

本研究センターは、新燃料及び新燃料を使用する自動車技術を普及させ運輸部門の石油依存度の低減に貢献すること、及びクリーンな排出ガスと CO<sub>2</sub>

削減を目指した自動車燃費の大幅な向上を目的とする。そのため、2009年のポスト新長期排出ガス規制、次いで2015年を目標とする新燃費規制、さらには2030年の運輸部門の石油依存度を80%に下げる国家戦略目標達成に向け、自動車業界との連携のもとに、社会ニーズ対応の本格研究を実施している。本研究センターの具体的ミッションは以下の3項目である。

- 1) 新燃料及び自動車に関する先端的技術として、新燃料製造技術、新燃料燃焼技術、新燃料燃費・排出ガス対策技術、新燃料計測評価技術の革新的技術を開発する。
- 2) 新燃料及び排出ガス評価・計測方法の規格化・標準化を支援する。
- 3) 我が国とアジアなどの諸外国の研究人材・技術者の育成を目指し、国際共同研究等を実施し、人材の受け入れや派遣による人材育成ネットワークの構築を行う。

## 2. 運営・体制

上記ミッションを遂行するため、ユニット内の各基盤技術（燃料製造技術、エンジン・燃焼技術、新燃料燃費・排出ガス対策技術、計測評価技術）を進化させるとともに、その技術を実用化に繋げる本格研究を実施しており、特に、企業との共同により、新燃料製造技術と新燃料利用自動車技術の双方の実用化・製品化に重点を置いている。この際、燃料製造から、エンジン燃焼、排出ガス処理及び計測までの流れを研究の柱として、有機的に各チームの協力を推進している。

さらに、本研究センターは、業界及び行政的ニーズを的確に把握するため、産業界・政策当局等から構成されるアドバイザリーボードをセンター内に設置し、センター活動の方針を策定・修正しつつ研究経営を行っている。また、共通の社会ニーズを有している海外国立研究機関とも連携を図り、先導的課題に係る国際共同研究や新燃料規格化等の基盤整備支援を実施している。

新燃料自動車技術は多くの技術分野の統合技術であることから、他ユニットの活動とも密接な連携が必須であり、関連他ユニットとの協力（バイオマス研究センター、エネルギー技術研究部門等）を推進している。また、ディーゼルシステム連携研究体のシャシダイナモを中心とした大型設備はメーカーへも開放しており、自動車工業会とも連携を進めている。

## 3. 主要研究項目

本研究センターでは、新燃料製造技術と新燃料を利用する自動車技術の双方の実用化を目指すとともに、研究成果を総合し、新燃料の普及の前提となる国内外の規格作りに貢献している。主要研究項目は下記の通りである。

- 1) 新燃料製造技術

低燃費化（省石油化）が期待できる石油系燃料の高品質化、および、輸送用燃料の石油代替が期待できるバイオ燃料などの新燃料製造の核心技術となる触媒技術の研究開発を行う。

### 2) 新燃料燃焼技術

従来の燃焼技術の新燃料への適応化技術、燃料設計と新燃焼技術を合わせた革新的次世代低公害エンジン技術、新着火技術について研究開発を行う。

### 3) 新燃料燃費・排出ガス対策技術

多機能型触媒コンバータの研究開発、NO<sub>x</sub>などの有害物質に対する高性能後処理触媒の研究開発、さらに、後処理触媒の白金族金属の代替や使用量低減を目指す研究開発に取り組む。

### 4) 新燃料計測評価技術

導入が予定されている各規制に対応して、軽油等従来燃料を対象に確立されてきた計測評価技術に及ぼす新燃料の影響評価と対応策の検討を行う。

### 5) 新燃料規格化支援

製造技術、燃焼技術及び燃費・排出ガス対策技術それぞれの基盤研究成果を基に、新燃料の規格化に必要な情報の整理、国際規格やアジア地域の規格、国内規格を含めた、規格化に関する支援を行う。

## 4. 人材育成

ミッションのひとつとして、我が国と諸外国の研究人材・技術者の育成を掲げており、そのため、国際共同研究、人材育成プログラム、燃料規格の国際調和などを通じて人材育成を実施している。具体的には、タイの研究機関とのバイオ燃料の国際共同研究、フランスの研究機関との燃料製造や排出ガス処理触媒に関する国際共同研究、JICA プログラムによる人材受入、東アジアサミットの決議によるアジア各国の専門家とのバイオ燃料の標準化ワーキングを実施している。

### 外部資金：

- ・経済産業省 産業技術研究開発委託費 自動車用ジメチルエーテル（DME）燃料の国際標準化
- ・環境省 地球環境保全等試験研究費 CO<sub>2</sub>排出低減に資するバイオディーゼル燃料の高品質化技術
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託費 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発）／バイオ燃料の品質規格及び計量標準に関する研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託費 革新的次世代低公害車総合技術開発／新燃焼

方式の研究開発及び燃料の最適化／革新的後処理システムの研究開発

- ・ERIA「東アジア・アセアン経済研究センター」受託費 東アジアにおけるバイオディーゼル燃料の基準調和

発表：誌上発表36件、口頭発表48件、その他7件

#### ----- 新燃料燃焼チーム

(Combustion and Engine Research Team)

研究チーム長：後藤 新一

(つくば東)

概要：

エネルギーの多様化と環境保全の観点から、(1) 新燃料エンジンシステム技術、(2) 次世代大型ディーゼルエンジンの高効率化と排気ガス低減技術に関する研究開発を実施し、民生・運輸分野における動力利用システムの石油依存度軽減、高効率化並びにクリーン化技術の実現を目指している。また、得られた成果や各種検証試験データの蓄積により (3) 新燃料の標準化を推進する。具体的研究項目を以下に示す。①超高度燃焼制御エンジンシステム技術の研究開発、②新燃料利用システムの実用化研究開発 (ジメチルエーテル (DME) 自動車の技術実証等)、③エンジン等燃焼技術に関する基盤研究 (エンジン燃焼試験、噴霧及び燃焼の可視化解析、CFD シミュレーション等)、④新燃料標準化研究開発 (バイオ燃料、DME 等)

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目5、テーマ題目6

#### 新燃料製造チーム

(Hydrotreating Catalysis Team)

研究チーム長：葭村 雄二

(つくば中央第5)

概要：

新燃料製造チームでは、輸送用燃料の石油依存度低減に貢献するため、燃焼改善や排出ガス処理装置への負荷低減等により低燃費化 (省石油化) が期待できる既存石油系燃料の高品質化技術、並びにバイオディーゼル等の導入・普及により直接的に輸送用燃料の石油代替が期待できる新燃料製造技術の研究開発を行っている。前者の石油系燃料の超クリーン化用触媒技術では、サルファーフリー (硫黄<10 ppm) 燃料製造触媒の実用化・普及を目指すとともに、環境適合性が高く将来燃料として期待されている低芳香族燃料やゼロサルファー (硫黄量<2 ppm) 燃料を製造可能な革新的石油精製触媒の開発を行っている。後者の新燃料の製造技術並びに環境適合化技術では、各種油糧作物等を原料とし酸化安定性や熱安定性向上等に優れたバ

イオディーゼル燃料を製造・高品質化する触媒技術を開発すると共に、非食糧系バイオマス等を原料とし環境適合性の高い高品質新燃料を製造する触媒技術を構築している。更に、得られた燃料のエンジン評価や排出ガス特性評価等を通して、新燃料の普及に不可欠な規格化を支援している。これらの研究に加え、国際共同研究を通して、我が国とアジア諸国などの諸外国の研究人材・技術者の育成にも貢献している。

研究テーマ：テーマ題目1

#### 省エネルギーシステムチーム

(Energy-saving System Team)

研究チーム長：小淵 存

(つくば西)

概要：

本チームは、触媒反応と内部熱交換 (熱回収) 機能を備えた熱回収型触媒リアクタ技術、さらにはフィルタ機能をはじめとする他の機能を併せ持つ多機能型触媒リアクタ技術を創出することを目標としている。自動車関連では、石油系を含む多様な新燃料を燃焼させた際の排出ガスの高度浄化を可能とするため、コンバータ温度を浄化プロセスに最適な値に制御するための熱回収型コンバータ技術を開発する。特に、エンジン燃焼の効率向上とともに年々下がってきている200℃以下の温度条件でも触媒反応等による排出ガス浄化を可能にするため、小さいエネルギー付与で触媒層に必要なレベルまで昇温させることを可能にする技術を開発する。また、揮発性有機化合物 (VOC) 関連では、熱回収型触媒燃焼技術とともに、NO<sub>x</sub> を副生しない触媒、および貴金属系活性成分の使用量を低減できる多元細孔構造を有する担体を開発することにより、小規模の VOC 発生源に対応できる VOC 触媒分解システムの開発を目指している。

研究テーマ：テーマ題目3

#### 排出ガス浄化チーム

(Emission Control and Catalysis Team)

研究チーム長：羽田 政明

(つくば中央第5)

概要：

本チームは、自動車における新燃料の普及、省エネルギー化及び排出ガスの超クリーン化を目指した排出ガス対策技術を開発することを目標に、革新的な排出ガス浄化触媒の開発に取り組んでいる。具体的には、ディーゼル自動車排出ガスポスト新長期規制に対応するための触媒システムとして、一酸化炭素等の燃料由来の還元剤を利用する NO 選択還元触媒と、それをベースにした複合化触媒技術の検討を行っている。また、種々のエンジンや燃焼器からの排出ガス NO<sub>x</sub> を高効率で浄化するための多機能型触媒コンバータの開

発を目指し、想定される還元剤として、アンモニアなどによる NO 選択還元触媒の開発を行うとともに使用する燃料種の影響についても検討している。三元触媒では NO<sub>x</sub> 除去のための必須白金族金属であり、しかも最も資源量の少ないロジウムについて、その触媒活性に対する担体や添加物の効果などの詳細な検討を行っている。三元触媒におけるロジウムの機能発現や活性支配因子などの基本的特性を解明し、ロジウム使用量を低減した触媒開発を目指している。

研究テーマ：テーマ題目 4

#### 計測評価チーム

(Measurement and Evaluation Team)

研究チーム長：古谷 博秀

(つくば東)

概要：

導入が予定されているポスト新長期規制対応車の粒子状物質の排出について、その評価技術の確立が急務である。計測評価チームにおいては、計測標準研究部門と連携し、エアロゾル粒子質量分析器 (Aerosol Particle Mass Analyzer; APM) を用いて PM 粒子質量を直接かつ実用的に測定する手法を応用して、従来フィルタ法の測定限界をほぼ見極めたことに加え、本評価法を利用し、ポスト新長期規制対応車の評価を実施した。また、国連傘下の技術標準国際フォーラムにおける粒子状物質計測プログラム：PMP が推奨する粒子状物質個数計測装置を導入し、バイオ燃料を用いてこれまで計測を行ってきた粒子状物質計測手法との比較を開始した。更に、新しい着火燃焼技術としてレーザ着火の研究開発を実施し、ターゲットを利用した場合の高温場の移動状況の把握及び、高効率に燃焼反応を誘起する手法としてレーザ焦点への電子供給の影響を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 4、テーマ題目 5

#### 【テーマ題目 1】新燃料製造技術の研究

【研究代表者】 葭村 雄二 (新燃料製造チーム)

【研究担当者】 鳥羽 誠、望月 剛久、阿部 容子、  
八坂 加津江、森田 芳弘、松元 雄介  
(常勤職員2名、他5名)

#### 【研究内容】

既存の石油系輸送用燃料のクリーン化、特に低硫黄化は、自動車排出ガス処理装置に用いられている貴金属触媒や NO<sub>x</sub> 吸蔵還元触媒の長寿命化に有効であり、触媒酸化再生時の燃料使用による燃費悪化の改善が期待できる。このため、我が国ではサルファーフリー (S<10 ppm) ガソリンや軽油が供給されているが、製油所でのサルファーフリー化処理をより温和な条件下で達成できる長寿命脱硫触媒に対するニーズは依然として高い。

また、将来の更なる燃料高品質化技術、例えばゼロサルファー化 (S<2 ppm) や低芳香族化を温和な反応条件下で可能にする触媒技術の事前構築に対する期待も高い。一方、運輸部門からの CO<sub>2</sub> 低減対策として、バイオマス由来輸送用燃料の導入へのニーズが急速に高まっており、食糧と競合しない未利用非食糧系バイオマス資源からの高品質輸送用燃料の製造を可能にする技術構築が求められている。このため、新燃料製造技術の研究では、高品質石油系燃料の製造技術、並びにバイオ系新燃料の製造・高品質化技術のキーテクノロジーである触媒技術に着目し、その基盤技術構築と本格研究を通して、最終的には都市環境と地球環境に優しい輸送用燃料の社会への提供・普及に貢献することを目的とする。

本年度は、高品質石油系燃料の製造技術中で軽油のサルファーフリー化用脱硫触媒の研究を行い、通常の精油所内の脱硫操作条件下で、直留軽油 (硫黄分~1.5 wt%) から硫黄分7 ppm 以下のサルファーフリー軽油を安定して製造できる CoMo 系脱硫触媒を、企業との共同研究を通して開発した。本開発触媒では、担体上に担持された MoS<sub>2</sub> 微粒子相が高分散状態であり、しかも MoS<sub>2</sub> シートが低積層型 (平均的な積層数は1~2層) であり、更に高結晶性を有しており、産総研が提案する触媒構造に近く、他社脱硫触媒の構造と異なることがわかった。触媒寿命試験を通し、安定した性能が確認された (2000時間以上の寿命試験を実施中)。従来型石油系燃料の高品質化改質の研究の中で、燃料油中の芳香族分の更なる低減化研究を行い、芳香族低減用として既に開発している PdPt/Yb-USY ゼオライト系触媒の更なる耐硫黄性向上の検討を行い、触媒調製法の改良並びに水素化反応条件の最適化により、許容硫化水素濃度<2000 ppm を達成できることを見出した。

一方、バイオ系新燃料の製造・高品質化技術の中で、油糧作物のトランスメチルエステル化から得られる脂肪酸メチルエステル (FAME) 型バイオディーゼル燃料 (BDF) の高品質化技術の開発を行った。FAME 型バイオディーゼルでは含有される多価不飽和脂肪酸メチルが酸化され易く、腐食性の有る低級有機酸や重合物であるスラッジ等を生成しやすい欠点がある。このため、東アジアサミット推奨の BDF 品質 ((EEBS):2008) や日米欧の自動車工業会が提案する世界燃料憲章 (WWFC) の BDF 品質では、BDF の酸化安定性が強化されている (ランシマット法による酸化安定性誘導時間が従来の6時間から10時間に強化)。この酸化安定性強化に対応すべく検討を行った結果、高水素化能を有する貴金属系触媒を用いることにより、高圧ガス保安法適用外の低水素圧条件下、温和な反応温度条件下で BDF の部分水素化が可能となり、東アジアサミット推奨の BDF 酸化安定性を確保できることが分かった。これらの BDF と石油系軽油とを混合した混合軽油の酸化安定性も極めて重要であり、品確法では BDF 混合率が5質

量%以下とされ、混合軽油の酸化安定性が規制されている（酸価<0.13 mgKOH/g、低級有機酸であるギ酸、酢酸及びプロピオン酸の合計<0.003質量%、純酸素流通下115℃の強制酸化後の酸価増加量<0.12 mgKOH/g）。

部分水素化した大豆油をサルファーフリー軽油に5質量%混合した混合軽油、並びに、部分水素化した菜種油をサルファーフリー軽油に10質量%混合した混合軽油共に、前述の強制酸化後の酸価増加量は0.12 mgKOH/g以下であり、しかもスラッジ生成も殆ど見られないことがわかった。このことから、本開発部分水素化法を用いれば、抗酸化剤の添加なしに（あるいは抗酸化剤の添加量を最小限にし）、BDF100%の品質のみならず、BDFと軽油との混合軽油の品質を確保できることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】輸送用燃料、バイオ系新燃料、高品質化触媒、脱硫触媒、サルファーフリー、低芳香族、バイオディーゼル、燃料品質確保

#### 【テーマ題目2】新燃料燃焼技術の研究

【研究代表者】後藤 新一（センター長）

【研究担当者】広津 敏博、小熊 光晴、辻村 拓、古谷 博秀、日暮 一昭、佐藤 謙一、佐々木 利幸、喜多 郭二、河野 義善、蔦田 公仁、菅野 健、千葉 和貴、岩品 智也、島田 亮、榎本 英臣（常勤職員5名、他11名）

#### 【研究内容】

バイオ燃料やジメチルエーテル（DME）など新燃料の物理的・化学的特性は、軽油やガソリンなど従来の化石燃料のそれと相違することが多く、新燃料の持つポテンシャルや特性を最大限引き出し低公害性と高効率性を同時に達成するためには、それぞれの新燃料に対して適切な燃焼技術及び利用システム技術が必要である。本テーマでは、各種新燃料に対する燃焼技術開発及び利用システム技術の最適化と共に、燃料設計と新燃焼技術を融合した革新的次世代低公害エンジン技術やレーザー着火を中心とした新着火技術などに関する研究開発を行い、実用化を目指す。

##### 1) 超高度燃焼制御エンジンシステム技術

革新的次世代低公害車総合技術開発（事業主：NEDO）において、新燃焼方式の研究開発及び燃料の最適化研究を実施した。平成20年度は、平成19年度までに産総研にて最適化設計を行った新燃料（セタン価42、芳香族分フリー、高揮発性）を、共同研究先企業が開発したシーケンシャル型3段過給システム搭載多気筒エンジンへ適用し、エンジン性能及び燃料効果を見出した。また新燃焼方式（予混合圧縮着火燃焼）を含むエンジン燃焼制御マップを提案し、過渡運転

（JE05モード）による最終性能評価を実施した。その結果、NOx-PM トレードオフを改善するとともに、研究目標を達成した。

##### 2) 新燃料利用システム技術

いすゞ中央研究所の開発した小型 DME トラック（2 t 積載）の走行試験を実施中である。平成20年度はテストコースでの高速定常走行をメインに、耐久性に関わる大きなトラブル無く総走行距離が9万 km に達した。これらの結果は共同研究先のいすゞ中央研究所により、DME 自動車の技術指針作成に対する参考資料として国土交通省に報告される。

自動車用 DME 燃料標準化を目標に、DME の製造・流通過程で混入する可能性のある不純物及び燃料として利用する際に必要な添加剤等がエンジン性能や排出ガス特性に及ぼす影響について、コモンレール式 DME ディーゼルエンジンにより実験的に評価し、個々の不純物および添加剤が及ぼす影響を明確にした。

##### 3) 新燃料着火技術

新しい着火燃焼制御技術として、レーザーによる着火技術について研究開発を行っている。レーザーによる着火は非接触であるだけでなく、高圧中や希薄な予混合気中で安定して着火を制御できる可能性を持つことが分かっており、将来の高効率エンジンの着火デバイスとして注目されている。平成20年度においては、レーザーでプラズマを生成するためにターゲットを使用したときの高温場の挙動を把握し、条件によっては火炎の成長を阻害するターゲットから火炎を遠ざける流れを作り出すことが出来ること、レーザーの集光点に電子を予備的に発生させることにより、ブレイクダウン閾値で1/5、プラズマへのエネルギー供給効率で約2倍の効果があることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】予混合圧縮着火燃焼、PCI 燃焼、バイオ燃料、バイオディーゼル燃料、ジメチルエーテル、DME、レーザー着火

#### 【テーマ題目3】燃費対策技術の研究

【研究代表者】小淵 存

（省エネルギーシステムチーム）

【研究担当者】内澤 潤子、難波 哲哉

（常勤職員3名、他4名）

#### 【研究内容】

本研究は、自動車排ガスコンバータあるいは低濃度の揮発性有機化合物（VOC）分解のための触媒燃焼処理装置などにおいて、触媒反応と内部熱交換（熱回収）機能を備えた熱回収型触媒リアクタ技術を創出することを目標としている。今年度は、積層プレート形および熱交換部-触媒部分離形の熱回収型コンバータを試作し、ディーゼル車排出ガス中の窒素酸化物（NOx）を還元す

るためのコンバータ、及び VOC 分解のための触媒反応器としての性能を調べた。

積層プレート形の熱回収型コンバータは、厚さ 0.1 mm 程度のステンレス板を約 1.2 mm 間隔で多数平行に積層させ、積層面と直交する側面のひとつには隣り合うすきま同士が互いに逆方向に流れる流路を形成するように交互に開口したスリット形の出入り口を設け、それと相対する反対側の側面は、積層のすきま端部をすべて開口させることにより、流れの折り返し部としたものである。さらに、このようにして形成された往復するすきま流路内部に触媒を配置した。正味体積 1.2 L の小型、同 3.6 L の中型コンバータを試作し、共に、主に往路側すきまに  $\text{NH}_3$  による選択還元反応 ( $\text{NH}_3$ -SCR) の触媒となる Cu 担持ゼオライトを、復路側すきまに補助加熱用の酸化触媒となる Pt/ $\text{Al}_2\text{O}_3$  を配置した。小型試作器では、中型ディーゼル車からの排出ガスを 300 L/min (空間速度=15000h<sup>-1</sup>) 導入した場合、熱通過率約 20 W/K の熱回収性能が得られた。この作用と補助加熱源として CO を 0.3~0.6% 触媒燃焼させることにより、約 100℃ の排出ガス温度がコンバータ内部で 300~400℃ まで上昇した。さらにこの効果により、 $\text{NH}_3$  を還元剤とする選択還元プロセス ( $\text{NH}_3$ -SCR) による NOx 除去率は 82% に達した。同様に、中型試作器でも排出ガス流量 900 L/min (空間速度=15000h<sup>-1</sup>) で熱回収率 75 W/K、最高 NOx 除去率 86% の性能が得られた。

熱交換部-触媒部分離形の熱回収型コンバータは、積層プレート形と同様の熱交換部構造を有するが、この部分には触媒を担持せず、熱交換部と直結するダクト部にハニカム触媒を搭載できる形にしたものである (特許出願中)。このタイプに関しては小型 (正味体積 1.2 L) と大型 (同 21 L) のコンバータを試作した。小型コンバータについては積層プレート形と同様の  $\text{NH}_3$ -SCR 性能試験を行った結果、排出ガス流量 300 L/min において熱通過率 26 W/K、最高 NOx 除去率 80% の性能が得られた。また、同体積の積層プレート形と比べて圧力損失が低かった。また、このコンバータに酸化触媒 (Pt/ $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) を担持したハニカムのみを搭載した場合について、低濃度トルエン (VOC の一つ) の完全酸化を試みたところ、約 550 ppm のトルエンを補助加熱なく触媒燃焼により自然させることができた。大型コンバータ試作器については、 $\text{NH}_3$ -SCR 用の触媒を搭載して性能を調べた。その結果、排気量 10 L エンジンの排出ガスの一部 (1800 L/min) を処理した場合、熱通過率 104 W/K、最高 NOx 除去率 99% 以上の性能が得られた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】自動車、排出ガス浄化、コンバータ、触媒、熱回収、省エネルギー、燃費

【テーマ題目 4】排出ガス対策技術の研究

【研究代表者】浜田 秀昭 (副センター長)

【研究担当者】羽田 政明、鈴木 邦夫、佐々木 基、Asima Sultana、佐藤 直子、千葉 晃嗣、青木 直也、金田一 嘉昭 (常勤職員 5 名、他 4 名)

【研究内容】

既存燃料、新燃料を問わず、燃費向上と厳しい排出ガス規制を同時に満たすことが要求される。現行の排出ガス対策技術では、高度浄化を達成する上でかなりの燃費悪化を伴うことや、資源制約の大きい白金やロジウムの使用量が増加していることが問題となっており、これらを大幅に改善することが必要である。本研究開発では、自動車排出ガスポスト新長期規制を達成するため、新燃焼方式エンジンに適合し、未燃成分や燃料由来の還元剤を利用する高効率 NOx 除去触媒システムを開発する。また、将来需給の逼迫が予想される白金族金属の低減を目指し、排出ガス処理触媒に使用される白金族金属の使用量を低減した触媒の開発を行う。特にガソリン車用三元触媒におけるロジウム低減技術の開発を行う。

#### 1) 高効率 NOx 除去触媒システムの開発

自動車排出ガスポスト新長期規制対応技術として、CO を還元剤とする NO 選択還元 (CO-SCR) 触媒のさらなる性能向上を目指すとともに、CO-SCR 触媒技術をベースにして、尿素選択還元 (尿素 SCR) 法と複合化した高性能 NOx 除去触媒技術の実排ガス評価を実施した。実験室レベルでの触媒探索の結果、CO-SCR 触媒として Ba/Ir/ $\text{WO}_3$ / $\text{SiO}_2$  触媒が、尿素 SCR 触媒の基本触媒である  $\text{NH}_3$ -SCR 触媒としてはベータゼオライトに銅をイオン交換した触媒を使用した。排ガス上流側に  $\text{NH}_3$ -SCR 触媒を、下流側に CO-SCR 触媒を配置して、 $\text{NH}_3$  のみ、および  $\text{CO}+\text{NH}_3$  の混合還元剤を導入して NOx 除去性能を評価した結果、 $\text{CO}+\text{NH}_3$  混合還元剤を使用することで高い NOx 除去率が達成され、本複合化システムの有効性が確認できた。

さらに熱回収型コンバータに搭載する  $\text{NH}_3$ -SCR 触媒の改良研究を実施した。実使用条件で問題となる触媒の炭化水素による性能劣化を抑制した触媒の開発を目指した検討を実施し、炭化水素が共存する条件でも高い NOx 浄化率を示す Cu-Na-ZSM-5 触媒、炭化水素による活性低下がほとんどない Cu-H-FER 触媒を見出し、候補触媒として提案した。

新燃料であるバイオディーゼル燃料を利用したディーゼル車から排出される NOx を除去するための触媒技術として、軽油燃料ディーゼル排ガス後処理に用いる尿素 SCR 用触媒をバイオディーゼル燃料 (パーム油、ジャトロファ由来のメチルエステル (PME、JME)) に展開した時の影響について検討した。今年度は Cu/ゼオライト系触媒を用いて、排出ガスシミュレーションガス中に、アンモニアとカプリン酸メチルエステル、アセトアルデヒド等の

モデル炭化水素を添加した場合の NO<sub>x</sub> 還元性能を評価した。その結果、100℃でのモデル炭化水素の前吸着は、150℃以上での NO<sub>x</sub> 還元性能に影響を与えなかった。一方、炭化水素を連続的に供給すると活性の低下がみられ、劣化の程度は炭化水素に依存した。触媒活性は炭化水素の供給をとめると徐々に回復し、400℃での空気酸化処理により完全に回復することから、活性低下の原因は炭素質の吸着であると考えられる。

## 2) 白金族金属低減・代替触媒技術の開発

三元触媒において NO を還元するための必須金属成分であるロジウムの使用量を低減した触媒を開発するため、実用的に重要な耐久処理後の触媒に着目し、性能評価と活性制御因子を明らかにするための検討を行った。1000℃でのエージング処理後の Rh/CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>触媒の NO 還元活性は Ce/Zr 組成比に強く依存し、ZrO<sub>2</sub>含有量を多くすることにより NO 還元活性は大きく低下した。検討した触媒の中では Rh/CeO<sub>2</sub>が最も高い NO 還元活性を示した。Rh/CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>触媒の OSC と NO 還元活性を比較したところ、全く反対の相関性が認められ、OSC の高い触媒ほど NO 還元活性は低くなった。担持 Rh 触媒の NO 還元活性は Rh の表面電子状態に強く依存することが考えられることから、OSC が高い CeO<sub>2</sub>-ZrO<sub>2</sub>に担持された Rh はより高い酸化状態で安定化されるために、NO 還元活性が低くなったものと推察した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 窒素酸化物、触媒システム、バイオディーゼルの三元触媒、貴金属

## [テーマ題目5] 新燃料計測評価技術の研究

[研究代表者] 古谷 博秀 (計測評価チーム)

[研究担当者] 篠崎 修、笠木 久美子  
(常勤職員2名、他1名)

### [研究内容]

近年自動車に対する排出ガス規制は非常に厳しく、さらに、ポスト新長期規制 (平成21年) においては、ディーゼル自動車においてもガソリン自動車並みのクリーンさが求められている。特に、これまでディーゼル自動車の粒子状物質の排出を評価する手法としては、フィルタ捕集による粒子状物質の重量計測で評価を行ってきたが、最新のヨーロッパの規制では、粒子の個数による規制が導入されつつあり、日本においても粒子状物質の個数で規制することが検討されている。しかしながら、PM 粒子の個数濃度計測については、これまでの重量法に対するキログラム原器のような絶対的な基準がなく、環境基準などは、やはり重量を基準としていることから、その校正技術、および、重量との関連性を明確にすることが急務となっている。

また、新燃料の市場導入に際しては、軽油等従来燃料を対象に確立されてきた従来の計測評価技術の新燃料評価への適合性を検証し確立することが極めて重要である。計測評価チームでは、計測評価部門と連携し、NEDO より委託された「革新的次世代低公害車総合技術開発/次世代自動車の総合評価技術開発」を軸として、産総研内で開発されたエアロゾル粒子質量分析器 (Aerosol Particle Mass Analyzer:APM) を用いて PM 粒子質量を直接かつ実用的に測定することを可能とし、微分型微粒子分級装置 (DMA) と組み合わせてディーゼル排気 PM の粒径毎の有効密度を計測し、粒径毎の粒子質量と、SMPS で測定した粒径分布とからトータルの質量濃度を算出し、従来の基本的なフィルタ捕集測定法との比較試験を行う独自のアプローチによって、フィルタ捕集・秤量法の秤量限界の推定やその PM 捕集濃度の妥当性評価を行っている。

平成20年度においては、測定限界に近づきつつある従来フィルタ法の妥当性を評価する研究においては、ディーゼル排気微粒子 (DEP) についてもオンライン法によりフィルタ法を評価できることを確認し、従来フィルタ法の測定限界をほぼ見極めることができたのに加え、本評価法を利用した NEDO 開発エンジンの最終評価実験においては、その排気微粒子濃度の極低濃度化が実現できていることを確認できた。

また、DPF (ディーゼル・パティキュレート・フィルタ) の性能を数値的に予測する手法について、その評価手法についても研究開発を行った。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 自動車、排出ガス、燃費

## [テーマ題目6] 新燃料規格化支援

[研究代表者] 後藤 新一 (新燃料燃焼チーム)

[研究担当者] 古谷 博秀、広津 敏博、小熊 光晴、  
日暮 一昭、佐々木 利幸、  
喜多 郭二、河野 義善  
(常勤職員4名、他4名)

### [研究内容]

テーマ項目 1～5 で実施する製造技術、燃焼技術及び燃費・排出ガス対策技術それぞれの基盤研究成果や各種検証試験データの蓄積により、新燃料の規格化に必要な情報を整理し、ISO や東アジア地域における基準調和などの国際規格や、JIS 等国内規格の策定を推進する。規格策定にあたっては業界団体と密に連携し、必要に応じて国内外の標準化に関わるワーキンググループ (WG) や委員会の設置あるいは委員派遣を行う。

1) 東アジア地域におけるバイオディーゼル燃料品質のベンチマーク策定

平成19年度に引き続き、東アジア地域における良質なバイオディーゼル燃料普及のため、東アジア各国の専門家をメンバーとする WG を開催し、基準調和を

目標とした軽油混合用バイオディーゼル燃料の品質コントロールについて議論を進めた。昨年度定めたベンチマークスタンダードが、「EAS-ERIA BDF Standard (EEBS) : 2008」として第二回東アジアサミットエネルギー大臣会合(2008年8月@バンコク)の共同声明文に明記された。

2) DME 燃料の国内外標準化

DME 燃料の標準化推進として、ISO/TC28/SC4及びSC5による議論に Expert を派遣中。国際流通時におけるサンプリングや計量方法を議論する SC5は後藤センター長が国際議長を務めている。品質を議論する SC4では、製造プラント出荷時の値として、燃料用 DME の品質規格議論中。国内でも SC4と同調するため、自動車用 DME 燃料規格委員会(委員長:後藤センター長)にて議論を進めている。

3) バイオ燃料の ISO および JIS 化対応支援

第1回 ISO/TC28/SC7の液体バイオ燃料国内委員会(ブラジルリオデジャネイロ、2009年1月29日)に対応することを目的として、石油連盟において開催された準備会議(第1回)に出席し、ポジションペーパーの取りまとめに貢献するとともに、SC7会議へ後藤センター長が日本国団長として出席した。会議では各国のバイオ燃料の混合率や燃料規格は、国内事情や地域条件のよって異なることから、ISO においては測定方法から順次検討をすすめることとなった。結果を液体バイオ燃料国内委員会(仮)準備会議(第2回)で報告するとともに、燃料用エタノール JIS 原案作成委員会を発足、JIS 作成の体制が整った。

[分 野 名] 環境・エネルギー

[キーワード] 標準化、国際標準、基準調和、ベンチマーク、東アジア、バイオディーゼル燃料、ジメチルエーテル、DME、ISO、バイオエタノール

⑩【生命情報工学研究センター】

(Computational Biology Research Center)  
(存続期間: 2007. 4. 1~)

研究センター長: 浅井 潔  
副研究センター長: 野口 保  
主 幹 研 究 員: 諏訪 牧子

所在地: 臨海副都心センター  
人 員: 19名(18名)  
経 費: 623, 636千円(356, 988千円)

概 要:  
バイオインフォマティクスの中核拠点として、複雑な生命現象を情報学の立場から総合的に解析し、ゲノム配列、タンパク質、細胞などの生体情報に基づく診

断・創薬支援、バイオプロセス利用など産業技術の創出に向けた研究開発に取り組んでいる。

ライフサイエンス分野における計測・実験技術の発展は著しく、特に近年、超高速シーケンサーの登場により、ゲノム配列、発現転写物に関する圧倒的な量の情報が得られる状況において、大規模かつ高速な情報処理が強く必要とされている。当センターでは世界トップレベルの計算機環境を駆使してゲノム情報、生体高分子の構造と機能、細胞ネットワークなど膨大なデータに対応し、工学的視点に基づく実用的なシステムの開発を行っている。また、センター内外のソフトウェア・データベースを統合し、創薬支援など実的な応用環境と知的基盤の構築を目指している。

さらに、産学官連携を重視し、民間企業や大学との共同研究、研究員受け入れなど、21世紀の生命情報工学を支える研究人材の育成も重要なミッションである。

重要研究課題としては、下記項目を掲げている。

- (1) ゲノム情報解析
- (2) 分子情報解析
- (3) 細胞情報解析
- (4) 情報基盤統合

-----  
内部資金:(平成20年度)  
研究情報の公開データベース化事業(RIO-DB)「細胞分化・転換情報を含む網羅的ヒト細胞データベースの開発」

外部資金:(平成20年度)  
文部科学省 科学技術振興調整費(新興分野人材養成)  
「生命情報科学技術者養成コース」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業「ライフサイエンス分野の統合データベース整備事業「ライフサイエンス統合データベース開発運用」(統合データベース開発:ワークフロー技術を用いた統合DB環境構築)

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「モデル細胞を用いた遺伝子機能解析技術開発/細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発」

文部科学省 科学研究費補助金「G タンパク質共役型受容体の網羅的データベース(SEVENS)」

文部科学省 科学研究費補助金「遺伝子の発現情報に基づく生命現象の因果性に関する統計解析」

文部科学省 科学研究費補助金「自由エネルギー地形解析による異常プリオンタンパク質のフォールディング原理の解明」



文部科学省 科学研究費補助金「空間統計学を用いた生体情報システムを解析する手法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「細胞内ネットワークモデルと分子計測データとの整合性評価法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「遺伝子発現の周辺確率分布モデル構築」

文部科学省 科学研究費補助金「嗅覚システムの統合的理解を目指した研究」

文部科学省 科学研究費補助金「網羅的 mRNA 絶対定量のためのパイロプライマーの開発」

文部科学省 科学研究費補助金「グラフィカル・モデルに基づく生命情報からの因果・関連性解析」

独立行政法人科学技術振興機構「グリッドコンピューティング環境による生体高分子複合体の認識メカニズム研究」

独立行政法人科学技術振興機構「記号・代数計算に基づく計算技法のシステムズ・バイオロジーへの適用方法論の確率と実証評価」

独立行政法人科学技術振興機構「RLCP 分類の拡張、相同反応解析システム及び酵素反応予測システムの開発、類似反応解析システムの構築」

独立行政法人科学技術振興機構「タンパク質立体構造予測法の開発、適用と酵素活性部位データベースの作成」

厚生労働省 科学研究費補助金 肝炎等克服緊急対策研究事業「ジェノミックス技術を用いたウイルス性肝炎に対する新規診断・治療法の開発」

発表：誌上発表78件、口頭発表124件、その他11件

#### RNA 情報工学チーム

(RNA Informatics Team)

研究チーム長：光山 統泰

(臨海副都心センター)

概要：

機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術の研究開発に取り組んでいる。

新規機能性 RNA の発見と、機能推定のための情報処理技術の確立を目標として、基盤技術の開発から応用研究まで、幅広い研究テーマを掲げて活動している。

RNA 二次構造予測技術では世界最高精度の基盤技

術、長鎖 RNA の二次構造予測技術でも世界唯一の基盤技術、二次構造を考慮した高速な配列アラインメントでは世界最高速の基盤技術の開発に成功した世界的に見ても高い水準の研究チームと自負している。さらに、RNA に特化したデータベースでは世界最大規模の機能性 RNA データベースを開発し、ウェット研究者との連携に活用し多数の成果を出している。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 配列解析チーム

(Sequence Analysis Team)

研究チーム長：ポール ホートン (Paul Horton)

(臨海副都心センター)

概要：

次世代シーケンサーの普及を見越した研究を行う。その基盤技術であるゲノムアラインメント法を改良し、シーケンサーデータの誤読を修正するプログラムを開発する。また、ゲノム転写制御領域の情報解析、タンパク質アミノ酸配列からの立体構造・細胞内局在予測での優れた技術的蓄積を生かし、配列に基づいた遺伝子機能解析を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 創薬分子設計チーム

(Molecular Modeling & Drug Design Team)

研究チーム長：広川 貴次

(臨海副都心センター)

概要：

計算機を用いたタンパク質立体構造の理論的研究と創薬研究への応用に取り組んでいる。

具体的には、創薬標的タンパク質分子モデリング法の開発、分子動力学 計算法によるフォールディング解析、タンパク質立体構造に基づくリガンド結合予測やケモインフォマティクス技術を融合したバーチャルスクリーニングを展開している。

また、生命情報科学技術者養成コースを通じて、創薬インフォマティクスの人材養成にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 分子機能計算チーム

(Molecular Function Team)

研究チーム長：福井 一彦

(臨海副都心センター)

概要：

大規模計算応用技術を核に、タンパク質同士やタンパク質と他生体分子(化合物・糖鎖等)の複合体計算や立体構造予測に基づく生体高分子の機能予測技術を開発している。

また PC クラスタで世界最高速性能を示した Magi クラスタ、AIST スーパークラスタ、BlueProtein シ

システムなど、これまで世界最高水準のコンピュータを用いてバイオインフォマティクス研究を推進してきた技術的蓄積を生かし、大規模並列計算機を有効活用し応用技術へと繋がる開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 細胞機能設計チーム

(Cell Function Design Team)

研究チーム長：藤渕 航

(臨海副都心センター)

概 要：

細胞のシステムをターゲットとする新しいバイオインフォマティクス技術の開発を行っている。

細胞情報統合データベース構築のため、細胞や細胞の部品をカタログ化し、そこから細胞の機能情報を抽出するデータマイニング手法や生体モデルの機械学習・予測をする手法を開発している。また、年々増大するデータ量に対応するため、加速ボードによるバイオ計算の高速化を行い、これらの技術を駆使した細胞分化・転換制御技術による創薬開発を目指している。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 生体ネットワークチーム

(Biological Network Team)

研究チーム長：堀本 勝久

(臨海副都心センター)

概 要：

創薬支援、副作用予測等に実用可能な生体ネットワーク解析技術を開発している。

ネットワーク構造推定・動態解析技術を融合させ、計測データからのハイスループットなネットワーク構造推定・動態解析を行う総合的な技術を開発している。特に、時間や環境に応じて変化するネットワーク構造の追跡が可能な解析技術を開発し、近年急速に進歩している実験計測技術が生産するデータの解像度に応じた解析を実行できるように努めている。

研究テーマ：テーマ題目 3

-----  
**[テーマ題目 1] ゲノム情報解析 (機能性 RNA 情報解析 転写制御の情報解析)**

**[研究代表者]** 光山 統泰 (RNA 情報工学チーム)

ポール ホートン (配列解析チーム)

**[研究担当者]** 光山 統泰、津田 宏治、木立 尚孝、

ポール ホートン、富井 健太郎、

マーティン フリス、大里 直樹、

今井 賢一郎、エドワード ウィジャヤ

(常勤職員5名、他21名)

**[研究内容]**

研究目的:

新規機能性 RNA の発見と機能予測

配列情報に基づいた、遺伝子発現と産物の機能解析  
 研究内容：

二次構造を考慮した高速・高精度な RNA 配列情報解析とゲノムアラインメント、タンパク質の局在化シグナル解析、次世代シーケンサーのデータ処理技術等を開発すると共に、転写制御機構の解析、新規機能性 RNA 発見等、ゲノムとプロテオーム情報を工学的制御の観点からの解析を行う。

### RNA 情報工学チーム

機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術の開発、ゲノム配列からの機能性 RNA の網羅的予測、機能性 RNA データベースの構築バイオインフォマティクス技術によって機能性 RNA を解析し、ゲノム情報制御機構の工学的視点からの解明によって産業技術開発に貢献する。

革新的な RNA 情報解析技術の開発、新規 RNA 遺伝子の発見と機能予測、および機能性 RNA 情報基盤の構築に取り組む実施項目として、NEDO「機能性 RNA プロジェクト」(実施期間：H17年度～H21年度)を中心に研究開発を展開している。プロジェクト担当テーマは以下の通り：

- ・機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術の開発
- ・ゲノム配列からの機能性 RNA の網羅的予測
- ・機能性 RNA データベースの構築

### 配列解析チーム

次世代シーケンサーの普及を見越した研究を行う。その基盤技術であるゲノムアラインメント法を改良し、シーケンサーデータの誤読を修正するプログラムを開発する。また、ゲノム転写制御領域の情報解析、タンパク質アミノ酸配列からの立体構造・細胞内局在予測での優れた技術的蓄積を生かし、配列に基づいた遺伝子機能解析を行う。

平成20年度進捗状況は以下の通り。

### RNA 情報工学チーム

機能性 RNA に特化したバイオインフォマティクス技術として、RNA 二次構造予測技術としては世界最高精度を達成した。予測理論の構築に加えて、実証プログラム CentroidFold の開発に成功した (Hamada et al.)。プログラムはフリーソフトウェアとして一般に配布しており、さらにより広い利用者が容易に利用できるよう、ウェブサーバーとしても公開している (Sato et al.)。

機能性 RNA データベースは検索システムやデータベースの構造に改良を加え、より大規模な配列情報を扱うように改良した (Mituyama et al.)。このデータベースを中心としたウェット研究者との共同研究も成果を挙げており (Sasaki et al., Azuma-Mukai et al.,

Kawamura et al.)、現在も複数進行中である。

Hamada, M., Kiryu, H., Sato, K., Mituyama, T., Asai, K.: “rediction of RNA secondary structure using generalized centroid estimators” *Bioinformatics*, **25** (4) pp. 465-473 (2009).

Sato, K., Hamada, M., Asai, K., Mituyama, T., CENTROIDFOLD: a web server for RNA secondary structure prediction, *Nucleic Acids Res*, (2009) (in press).

Mituyama, T., Yamada, K., Hattori, E., Okida, H., Ono, Y., Terai, G., Yoshizawa, A., Komori, T., Asai, K.: “Functional RNA Database 3.0: databases to support mining and annotation of functional RNAs.” *Nucleic Acid Research*, **37** (Database issue), D89-92 (2009).

Sasaki, YT., Ideue, T., Sano, M., Mituyama, T., Hirose, T.: “MENepsilon/beta noncoding RNAs are essential for structural integrity of nuclear paraspeckles.”, *Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States of America*, **106** (8) pp. 2525-30 (2009).

Azuma-Mukai, A., Oguri, H., Mituyama, T., Qian, Z. R., Asai, K., Siomi, H., Siomi, M. C.: “Characterization of endogenous human Argonautes and their miRNA partners in RNA silencing”, *Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States of America*, **105**(23), pp. 7964-7969 (2008).

Kawamura, Y., Saito, K., Kin, T., Ono, Y., Asai, K., Sunohara, T., Okada, T. N., Siomi, M. C., Siomi, H.: “Drosophila endogenous small RNAs bind to Argonaute 2 in somatic cells”, *Nature*, **453**, pp. 793-796 (2008).

#### 配列解析チーム

従来のプログラムより優れた性能を持つゲノムアライメントツールの改良を行った (LAST, Frith et al.投稿中)。それに関連し、局所アラインメントの正確の範囲を示す統計処理 (Frith et al. NAR 2008)、ギャップを含むモチーフの発見アルゴリズム (Frith et al.) と Spaced Suffix Array の新規アルゴリズムを開発した (Horton et al. KLLBI 2008)。タンパク質の解析では、ミトコンドリア外膜  $\beta$  バレル・タンパク質の新説を提唱した (Imai et al. Cell 2008)。

Imai, K., Gromiha, M.M., Horton, P.: “Mitochondrial  $\beta$ -Barrel Proteins, an Exclusive Club?”, *Cell*, **135**(7), pp. 158-159 (2008).

Frith, M. C., Park, Y., Sheetlin, S. L., Spouge, J. L.: “The whole alignment and nothing but the alignment: the problem of spurious alignment flanks”, *Nucleic Acids Research*, **36**(10), pp. 5863-5871 (2008).

Frith, M. C., Saunders, N. F., Kobe, B., Bailey, T. L.: “Discovering Sequence Motifs with Arbitrary Insertions and Deletions”, *PLoS Computational Biology*, **4**(5), e1000071 (2008).

Horton, P., Szymon, K., Frith, M.: “DisLex: a Transformation for Discontiguous Suffix Array Construction”, *The workshop on Knowledge, Language, and Learning in Bioinformatics, KLLBI*, pp. 1-11 (2008)

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 機能性 RNA、次世代シーケンサー、配列解析

#### [テーマ題目 2] 分子情報解析

(複合体立体構造予測 化合物バーチャルスクリーニング (VS))

[研究代表者] 広川 貴次 (創薬分子設計チーム)

福井 一彦 (分子機能計算チーム)

[研究担当者] 広川 貴次、本野 千恵、亀田 倫史、

福井 一彦、マイケル グロミハ、

関嶋 政和、清水 佳奈、根来 航、

横田 恭宣、山田 真介、廣瀬 修一、

佐藤 大介、北山 健

(常勤職員6名、他30名)

#### [研究内容]

研究目的:

構造変化を含む複合体構造予測技術の開発

化合物 VS フォーカスライブラリ構築

研究内容:

これまでに開発してきたタンパク質構造・機能予測技術、分子シミュレーション技術等に分子設計技術を融合させ、創薬標的タンパク質・変性疾患関連ペプチド・糖鎖に特化した高精度な創薬支援技術を開発する。そのため、大規模計算技術によるタンパク質同士やタンパク質と他生体分子 (核酸・化合物・糖鎖等) との複合体立体構造予測法を開発する。

創薬分子設計チーム

タンパク質構造・機能予測システム、分子シミュレーション技術等の基盤技術に分子設計技術を融合させ、創薬標的タンパク質・変性疾患関連ペプチドに特化した高

精度な創薬支援技術の開発と実用を目標とする。創薬標的は、X線結晶解析が困難なものを中心に、タンパク質単体標的からタンパク質-タンパク質複合体標的へと年次発展させる。また、立体構造情報に基づいてタンパク質単体・複合体の機能を制御する化合物を計算機上でスクリーニングしフォーカスライブラリとしてデータベース化する。

NEDO「化合物等を活用した生物システム制御基盤技術開発」(実施期間：H18年度～H22年度)を中心に研究開発を展開する。NEDOプロジェクトでの担当テーマは以下の通り。

- ・タンパク質複合体構造予測
- ・化合物バーチャルスクリーニング技術開発および実用化
- ・フォーカスライブラリおよび構造データベース構築

#### 分子機能計算チーム

大規模計算応用技術を核に、立体構造の計算・予測に基づく生体高分子の機能予測技術を開発する。PCクラスターで世界最高性能(2001年導入当時)を示したmagi cluster、AIST Super Cluster(2004年導入)、Blue Protein(2005年導入)など、常に世界最高水準のコンピュータを用いてバイオインフォマティクス研究を推進してきた技術的蓄積を生かし、現有する大規模並列計算機を有効活用するための応用技術開発を行う。

平成20年度進捗状況は以下の通り。

#### 創薬分子設計チーム

##### (1) ケミカルバイオロジーPJにおけるインシリコスクリーニング

本年度の成果として、インシリコ解析によるリウマチ性疾患を標的とした新規4活性化化合物の導出、抗体ペプチド・天然物の低分子化合物化を実現、また東京都の支援を受け、感染研、臨床研と共同で、新型インフルエンザに対する治療薬開発にもインシリコ解析を実施するなどNEDOケミカルバイオロジーPJのアクティビティに貢献した。

##### (2) インシリコスクリーニング基盤技術の開発

分子動力学計算に基づく新しいドッキング法について論文を発表するした(Mori et al., 2008)。また本手法をインシリコスクリーニングに拡張する新しい手法も提案し、日中韓創薬ワークショップにて発表した。

##### (3) 実験グループとの連携による創薬標的タンパク質を対象としたインシリコ解析の実施と検証

これまで成熟させてきたGPCRモデリング構造技術を用いて4件の新規化合物の特許出願として成果を挙げることができた(企業との共同出願)。

・Mori, Y., Hirokawa, T., Aoki, K., Satomi, H., Takeda,

S., Aburada, M., Miyamoto, K.: "Structure activity relationships of quinoxalin-2-one derivatives as Platelet-Derived Growth Factor-beta Receptor (PDGF-beta R) inhibitors, derived from molecular modeling", *Chemical & Pharmaceutical Bulletin*, **56**(5), pp. 682-687 (2008).

・Katada, S., Hirokawa, T., Touhara, K.: "Exploring the Odorant Binding Site of a G-Protein-Coupled Olfactory Receptor", *Current Computer-Aided Drug Design*, **4**(2), pp. 123-131 (2008).

・Hirokawa, T.: "Protein structure-based virtual screening using concavity shape fingerprints", Asia Hub for e-Drug Discovery 2008, Tokyo, 16th Oct. 2008.

・ヒスタミン H4受容体拮抗作用を有する4-アミノベンゾプロピリミジン化合物、広川貴次、竹村俊司、柴崎学、石渡博之、特願2008-111493、2008/04/22

・ヒスタミン H4受容体拮抗作用を有する5-アミノフラジノキナゾリノン化合物、広川貴次、竹村俊司、柴崎学、石渡博之、特願2008-138554、2008/05/27

・ヒスタミン H2受容体拮抗作用を有する2-フェニルインドール化合物、広川貴次、竹村俊司、柴崎学、石渡博之、特願2008-250925、2008/09/29

・ヒスタミン H2受容体拮抗作用を有するピロロキノリン化合物、広川貴次、竹村俊司、柴崎学、石渡博之、特願2008-251383、2008/09/29

#### 分子機能計算チーム

大規模計算機やアクセラレータを用いたハイブリッド型クラスター計算機による、タンパク質-タンパク質間のドッキング計算のための新規ソフトウェアの開発に成功し、この開発したハードウェアとソフトウェア利用による高速タンパク質相互作用計算を実施した(Tsukamoto, K., et al. and Yoshikawa, T., et al.)。また機械学習法を用い膜タンパク質のトランスポータを予測するアルゴリズム開発やデータベースの構築を行っている(Gromiha, M.M., et al.)。

この他に機能予測技術開発とし、柔軟性の高いタンパク質のディスオーダー領域を長・短両方のディスオーダーにバランス良く対応する機械学習法の開発を行い、大規模な機能解析やタンパク質複合体解析に向けて糖鎖解析(Suzuki, H., et al.)などを実施している。

Tsukamoto, K., Yoshikawa, T., Hourai, Y., Fukui, K.,

Akiyama, Y.: “The development of an affinity evaluation and prediction system by using protein-protein docking simulations and parameter tuning”, *Computational Biology and Chemistry: Advances and Applications*, **2**, pp.1-15 (2009).

Yoshikawa, T., Tsukamoto, K., Hourai, Y., Fukui, K.: “Improving the Accuracy of an Affinity Prediction Method by Using Statistics on Shape Complementarity between Proteins.”, *Journal of Chemical Information and Modeling*, **49**, pp.693-703 (2009).

Yoshikawa, T., Tsukamoto, K., Hourai, Y., Fukui, K.: “Parameter tuning and evaluation of an affinity prediction using protein-protein docking” , *Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on Mathematical Methods and Computational Techniques in Electrical Engineering*, pp.312-317 (2008).

Gromiha, M. M., Yabuki, Y., Suresh, M. X., Thangakani, A. M., Suwa, M., Fukui, K.: “TMFunction: database for functional residues in membrane proteins”, *Nucleic Acids Research*, **37** (Database issue), pp. D201-204 (2009).

Gromiha, M. M., Selvaraj, S.: “Bioinformatics approaches for understanding and predicting protein folding rates”, *Current Bioinformatics* ,**3**, pp1-8 (2008).

Suzuki, H., Kameyama, A., Tachibana, K., Narimatsu, H., Fukui, K.: “Computationally and Experimentally Derived General Rules for Fragmentation of Various Glycosyl Bonds in Sodium Adduct Oligosaccharides”, *Analytical Chemistry*, **81**(3), pp.1108-1120 (2009).

Suzuki, H., Yamagaki, T., Tachibana, T., Fukui, K.: “Fragmentation of Lewis-Type Trisaccharides in the Gas Phase: Experimental and Theoretical Studies”, *International Journal of Mass Spectrometry*, **278**, pp.1-9 (2008).

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】分子モデリング、分子動力学計算、パーチャルスクリーニング、分子設計タンパク質相互作用、タンパク質ディスオーダー、糖鎖

【テーマ題目3】細胞情報解析（遺伝子現情報解析 生体ネットワーク情報解析）

【研究代表者】藤渕 航（細胞機能設計チーム）

堀本 勝久（生体ネットワークチーム）

【研究担当】藤渕 航、長野 希美、Jean-Francois、Kenichi Pessiot、平木 愛子、千葉 啓和、吉本 瑛梨、幡野 晶子、永家 聖、杉原 稔、中条 裕子、堀本 勝久、富永 大介、福田 賢一郎、油谷 幸代、中津井 雅彦、森岡 涼子、孫 富艶（常勤職員6名、他23名）

【研究内容】

研究目的:

細胞情報統合データベースに基づいた細胞の構造と機能予測法の開発

生体ネットワーク構造変化の多面的予測と表現型変化の分子メカニズム解明

研究内容:

遺伝子発現・代謝・シグナル伝達等の細胞内ネットワークを工学的な技術に基づいて解析する。網羅的なヒト細胞データベースを構築し、細胞の形態、機能、分化転換に関する情報を遺伝子発現情報と融合させた統合的、包括的な細胞情報解析環境を開発する。機能未知の生体分子を含む細胞内ネットワークを推定し、新規な創薬標的の発見、副作用予測を支援する技術を開発する。

細胞機能設計チーム

細胞の違いを統合的、系統的に整理・分類したデータベースを開発する。そのために必要となる細胞・遺伝子発現データ・代謝データ統合化技術、細胞画像解析技術開発から、遺伝子発現モジュール探索技術、細胞種依存型遺伝子発現ネットワーク推定技術、細胞挙動・分化解析技術などの基礎的解析技術を開発する。

要素技術から実用技術の開発を中心に以下の研究開発を展開する。

- ・ヒト細胞情報統合データベースの開発
- ・酵素反応データベースの開発
- ・細胞挙動・分化に関わる遺伝子発現モジュールの動態解析技術の開発
- ・細胞依存型疾患遺伝子ネットワーク探索技術

生体ネットワークチーム

創薬支援、副作用予測等に応用できる生体ネットワーク解析技術を開発する。ネットワーク構造推定・動態解析技術を融合させ、計測データからのハイスループットなネットワーク構造推定・動態解析を行う総合的な技術を開発すると共に、ネットワーク構造変化を追跡する解析技術を開発する。具体的には、

- ・既知ネットワーク構造と特異的条件下で計測されたデータとの照応による活性化ネットワーク構造推定技術の開発
- ・特異的条件下での計測データから状態変化要因となるネットワーク構造推定法の開発

- ・計測不能な分子間関連性推定のための隠れ変数を含むネットワーク動態解析法の開発

方法論：

グラフィカルモデル、グラフィカル連鎖モデル、経路整合性アルゴリズム、記号計算、微分方程式系、代数方程式系、数値最適化

平成20年度進捗状況は以下の通り。

細胞機能設計チーム

ヒト正常細胞情報データベース CELLPEDIA を開発し、細胞分類、遺伝子発現、細胞画像、論文データなどを統合したシステムを開発した。既存の細胞内酵素反応データベースの登録データ数の拡張を行った。既開発済みの大規模遺伝子発現データ遺伝子モジュール網羅的探索システム SAMURAI ソフトウェアの販売を開始した。また、時系列データから遺伝子モジュール探索可能とする基礎技術を開発した。科研費プロジェクト「ライフサイエンス」によるシーケンサー用高性能プライマーデザインを行うため、FPGA 加速ボードと組み合わせ最適化アルゴリズムに基づく技術のプロトタイプを完成した。

Fujibuchi, W., kim, H., Okada, Y., Taniguchi, T., Sone, H.: “High-performance gene expression module analysis tool and its application to chemical toxicity data”, *Methods in Molecular Biology* (in press).

生体ネットワークチーム

細胞分化・発生など形態学的観察や細胞周期・ストレス応答など生化学・分子生物学的実験結果など、細胞の経時的変化がよく知られる。これらの経時変化に対応した、細胞内分子ネットワーク構造の変化を追跡するために、3つの解析法を開発した。

- (1) 異なる条件下の細胞で計測された情報を利用して、細胞内及び細胞間の分子ネットワークを推定する方法を、グラフィカル連鎖モデルと経路整合性アルゴリズムとの組み合わせにより開発し、肝癌進展過程における肝硬変から肝癌への進展の原因となる遺伝子ネットワーク候補を推定した。
- (2) 特定条件下の細胞で計測された情報を利用して、その条件下で特異的に活性化している分子ネットワークを同定する方法を、ガウシアン・ネットワークと極値分布との組み合わせにより開発し、刺激に応じた MAPK パスウェイの活性化部分ネットワークの同定を行った。
- (3) 生きている細胞において計測される情報を利用して、活性化している分子ネットワークを同定する方法を、代数算法と遺伝的アルゴリズムとの組み合わせにより開発し、生細胞における応答主要ネットワークを推定した。

Nishino, R., Honda, M., Yamashita, T., Takatori, H., Minato, H., Zen, Y., Sasaki, M., Takamura, H., Horimoto, K., Ohta, T., Nakanuma, Y., Kaneko, S.: “Identification of novel candidate tumour marker genes for intrahepatic cholangiocarcinoma.”, *Journal of Hepatology*, **49**, pp. 207-216 (2008).

Hayashida, M., Sun, F., Aburatani, S., Horimoto, K., Akutsu, T.: “Integer Programming-based Approach to Allocation of Reporter Genes for Cell Array Analysis.”, *Int. J. Bioinformatics Research and Applications*, **4**(4), pp. 385-399 (2008).

Saito, S., Aburatani, S., Horimoto, K.: “Network evaluation from the consistency of the graph structure with the measured data.”, *BMC Systems Biology*, **2**(84), pp. 1-14 (2008).

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] データベース、データマイニング、遺伝子モジュール、酵素、ネットワーク、文献情報、遺伝子発現、パスウェイ解析、時系列解析、記号計算

[テーマ題目4] 情報基盤統合

[研究代表者] 浅井 潔 (研究センター長)

[研究担当者] 浅井 潔、野口 保、諏訪 牧子、光山 統泰、ポール ホートン、広川 貴次、福井 一彦、藤渕 航、堀本 勝久、田代 俊行 (常勤職員8名、他2名)

[研究内容]

研究目的：

センター内部のソフトウェア、データベース (DB) を最新の情報技術で統合化

バイオインフォマティクスの要素技術を結合したパイプライン (PL) を構築、外部 DB を含む知的基盤を統合化して安全にシームレスに利用できる環境を実現する。研究手段：

研究センター内、産総研内、国内、海外に存在するバイオインフォマティクス関連の有用データベース・解析ソフトウェアを、グリッド技術を用いてシームレスに結合させた「生命情報統合システム」の開発に、センターをあげて取り組む。最新の情報技術と大規模計算手法を駆使し、関連する情報同士を単にリンクでつなげた情報網ではなく、利用者が求める情報をダイレクトに提供する、診断、創薬支援、バイオプロセス開発に直接応用できるシステムを目指す。本システムに必要な新規なデータベース・ソフトウェアの開発は各研究チームが並行して行い、順次統合する。

交付金と文科省「ライフサイエンス分野の統合データ

ベース整備事業」(実施期間：H17年度～H22年度)の予算による技術開発を中心に研究開発を展開する。

方法論：

平成19年度にグリッドを採用して構築した産総研内のシステム環境において「生命情報統合システム」のプロトタイプを開発した。平成20年度は、ライフサイエンス統合データベースセンター(DBCLS)と連携を取りながら、プロトタイプを拡張し、国内外のDBと連携して「生命情報統合システム」を発展させる。

平成20年度進捗は以下の通り。

(1) タンパク質構造情報ワークフロー

(Protein Structure Information Workflow)

本ワークフローは、構造に関する予測プログラム等を Grid により効率的に分散処理し、非分散時の1/5以下の処理時間で行うものである。ユーザーとしては、立体構造未知のタンパク質に関し、何らかの構造上のヒントとなる情報を必要とする実験研究者等を想定している。本ワークフローは平成20年8月29日に構築が終了し、プロジェクト関係者に限定し公開した。また、本ワークフローは、次バージョンワークフローへの一部として位置付け構築した。ユーザーからアミノ酸配列を受取り、二次構造予測、埋れ残基予測、フォールド認識、ディスオーダー予測を Grid にて分散処理を行い、結果を出力する。

(2) タンパク質アノテーションワークフロー

(Protein Annotation Workflow)

本ワークフローは、立体構造未知のタンパク質に関し、構造及び機能のヒントとなる情報を幅広く実験研究者等に提供することを目的としており、(1)のタンパク質構造情報ワークフローを発展・拡張したものである。(1)と同様に各種プログラム等を Grid により効率的に分散処理し、従来と比し短時間で結果を表示する。本ワークフローは、平成20年12月27日に構築が終了し一般公開した。ユーザーからアミノ酸配列を受取り、二次構造予測、埋れ残基予測、フォールド認識、ディスオーダー予測、膜タンパク質オールベータ・ベータシート予測、細胞内局在予測を Grid にて分散処理を行う一方、データベース検索及び疎水性予測の実行を他のサーバへ依頼し結果を取得後、全ての結果をユーザーが解析し易いよう配置し出力する。

(3) タンパク質比較情報ワークフロー

(Protein Comparative Information Workflow)

本ワークフローは、相同なタンパク質を比較することで保存部位等構造上重要な部位を表示し、実験研究者等に提供することを目的としている。本ワークフローは、平成21年3月31日に構築が終了し一般公開した。ユーザーからアミノ酸配列を受取り、相同タンパク質を検索、その結果からユーザーがいくつかのタンパク質を選択し、マルチプルアラインメントを実行する。

その結果より保存性が高い残基を表示する。また、二次構造予測結果も同様にマルチプルアラインメントし、保存性が高い二次構造を表示する。本ワークフローも(1)、(2)と同様に Grid にて効率的に分散処理を行う。結果は立体構造が存在する場合はその上に表示する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ワークフロー、統合DB、Webサービス

⑨【生産計測技術研究センター】

(Measurement Solution Research Center)

(存続期間：2007.8.1～2010.7.31)

研究センター長：五十嵐 一男

副研究センター長：小柳 正男

所在地：九州センター

人員：25名(24名)

経費：401,055千円(246,682千円)

概要：

計測技術は、製品開発、生産、市場化、使用(及び廃棄)の各局面で利用され、それぞれの評価の基盤となっている。中でもわが国のものづくりでは生産局面の計測が重要な役割を果たしており、その高機能化・効率化・迅速化などが常に求められている。本研究センターは、高度な計測技術の開発に基づく安全・安心の確立の視点に立って、現場計測課題を体現・発信する企業の計測技術の専門家(マイスターと呼び、マイスターを活用するシステムをマイスター制度と呼ぶ)との連携(タスクフォース)を通して生産現場の多様な計測課題を的確に分析し、産総研の技術ポテンシャルをオンタイムで適用していくことを目指す新しいタイプの研究開発を実施している。

そのため本研究センターでは、先端材料技術に支えられたセンサ開発およびセンシング技術を核とした上で、産総研全体の計測技術ポテンシャルをもベースとし、それらを発展・統合化させることにより生み出される新たな計測技術を生産現場(=製造プロセス、製品検査、及び設備メンテナンス等)へ適用することで産業界における課題解決に取り組み生産現場の生産性向上と安全・安心に貢献することをミッションとしている。

本研究センターで実施する研究開発は、第2種の基礎研究を中核として第1種の基礎研究を含みつつ製品化研究へ展開される本格研究であり、課題解決に向けて以下の3項目を主題として取り組む。

- ① 新たな計測技術開発をベースとした問題解決。
- ② マイスターと連携し、これまで醸成してきた研究ポテンシャルの具体的な取り組みと技術基盤情報を生産現場に提供することによる問題解決。

③ 問題解決事例を蓄積して、必要となる種々の計測分析技術や計測機器のデータベースの形成。

本研究センターでは、生産現場の個々の問題から抽出された共通的な課題に対する計測技術開発をベースとして問題解決を図るシステム開発グループ（応力発光技術、アダプトロニクス2チーム）と計測技術の統合化及びデータベースなどの基盤情報の提供をベースとしてマイスターと連携し個別問題に対する最適な問題解決を図るシステム基盤グループ（表面構造計測、光計測ソリューション、プロセス計測、環境計測、計測基盤情報の5チーム）とに大別し、計測技術の立場からそれぞれの特徴を活かして生産現場での解決が困難となっている種々の問題に取り組んでいる。

(1) システム開発（センシング技術およびシステム化技術の高度化）

システム開発 G は応力発光体などの力・光・電気のセンシング技術の開発と、それらの多様な現場への適用技術開発を担い、産業構造物全体の危険箇所を応力発光体を用いたセンサによって包括的にセンシングし、それらの異常・危険を的確に早期予知する革新的な安全管理システムの開発、及びそれを支える基盤技術を含めてセンシング技術の高度化及びシステム技術の高度化などの研究を実施する。

(2) システム基盤技術（マイスター制度対応ソリューション技術開発）

システム基盤 G は、生産計測に必要となる「対象物の類型化」、「対象物の前処理」などの各技術を養成しながらマイスターと連携し、半導体製造ラインで問題となっている、プラズマ異常放電の検知技術をはじめ、各種製造現場における欠陥・異物類の検出・低減・防止など、生産計測技術の開発・適用に関わる研究を実施する。さらに、生産活動における製品・サービスの質及びそのリスク評価の信頼性を限られたコスト・時間の中で最大限に高めるための計測技術基盤の構築と信頼性をコスト・時間の観点から評価したデータベースや関連する基盤的知識の蓄積を図る。

センターとしての成果目標は、以下の通りである。

- ① 各種構造物の安全管理システムの創出に向けたリアルタイム応力異常検出デバイスや応力履歴記録デバイス化およびそれらのセンサノード化の実現と実証。
- ② マイスター企業契約を2社以上と締結し、製造ラインにおける技術的課題の解決事例の1件以上の実証。

-----  
外部資金：

経済産業省 地域イノベーション創出研究開発事業「高品質自動車めつき鋼板用、世界初大型セラミックスロールの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 「電磁環境適合性を有する圧力検知用自立応答型センサ素子の創製」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 「運動を検知して駆動する革新的な自立型光触媒システムの創製」

独立行政法人科学技術振興機構 「応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出」

独立行政法人科学技術振興機構 「ソリューションプラズマ中ナノ微粒子析出のその場計測」

独立行政法人科学技術振興機構 「プラズマ処理装置におけるウェハ上異常放電の検出技術の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 「高感度・高密度バイオ光受容素子」

文部科学省 科学研究費補助金 「ナノ・マイクロ領域における動的応力診断ツールを目指した応力発光微粒子の研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「フィルム状筋動センサによる意志抽出に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 「スラブ光導波路分光法を用いたタンパク質の電子移動反応のその場測定」

財団法人福岡県産業・科学技術振興財団 IST 産学官事業 「フルメタル水素配管接合システムの研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ福岡 「NMR による食品中の骨分の検出技術の開発」

発 表：誌上発表43件、口頭発表87件、その他18件

-----  
**応力発光技術チーム**

(Advanced Integrated Sensing Team)

研究チーム長：徐 超男

(九州センター)

概 要：

圧光計測・診断の基盤技術として、応力発光体の高効率化、プロセッシング、塗料化、薄膜化、ハイブリッド化、デバイス化などの基盤的研究の推進と共に、応力発光体の規格化や、標準化、発光特性のデータベース化を行い、応力発光技術の普及、利用拡大を図る。具体的に以下の技術を行う。



高効率化を目指した短波長応力発光体の開発については、発光波長は青色、さらに紫外領域まで発光する応力発光体を開発し、発光効率の向上を実現する。また、短波長応力発光体の光エネルギーを化学的に利用するシステムの構築を検討し、応力履歴の記録システムを創出するとともに、光触媒とのハイブリッド化などによる利用拡大を図る。

圧光計測のデバイス化を目指して、オールセラミックス応力発光薄膜の合成技術、数十 nm の応力発光微粒子の製造技術、応力発光体超微粒子の表面処理技術、有機・無機ハイブリッド化技術、コーティング技術を検討し、新規な圧光デバイスを開発する。

応力発光の計測技術については、2次元画像解析、リモート光検出技術、応力発光の定量法を開発し、応力発光計測システム技術の構築を行う。さらに実環境フィールドへの展開の中で、応力モニタリング安全管理ネットワークシステム、および製品設計を支援するための設計支援モデリングシステムの実現を目指す。

応力発光体の規格化や、標準化、発光特性のデータベース化については、応力発光体の発光挙動並びに発光機構の解明と平行して、種々の応力印加形式に対する発光強度の関係をデータベース化すると共に、単一応力発光粒子に極めて微小な負荷応力と発光強度との関係を定量的に把握することができる微小応力計測法の開発を行う。これらの結果を元にして、応力発光材料の規格化と応力発光計測の標準化を進め、新規な自立応答型応力計測技術を確立する。

研究テーマ：応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出、運動を検知して駆動する革新的な自立型光触媒システムの創製、ナノ・マイクロ領域における動的応力診断ツールを目指した応力発光微粒子の研究、電磁環境適合性を有する圧力検知用自立応答型センサ素子の創製、高感度・高密度バイオ素子、応力発光超微粒子に関する研究、応力発光体の高効率化、センサの高度化、応力可視化システム

#### アダプトロニクスチーム

(Adaptronics Technology Team)

研究チーム長：上野 直広

(九州センター)

概要：

当研究チームが提唱する「アダプトロニクス」とは、材料、センサ、アクチュエータ、ネットワーク、信号処理、制御技術などの IT 技術を含めた要素技術を集積・結合し、環境・対象への高度な適応能力を有するシステムを構築する技術である。「機械の知能化」を目指す「メカトロニクス」と対比して、「アダプトロニクス」は「システムの適応化」を目指すものである。

具体的には、応力発光センサや超音波センサなどの各種センシングデバイスと、ネットワーク、適応的信号処理技術などの各要素技術の研究開発とインテグレーションによってシステムを構築し、第一次から第三次産業に至るまでの幅広い産業におけるセンシング課題等への適用・対応を行う。

さらに当研究チームは、各種の産学官連携活動に加え、地域における複数の企業や大学及び公的研究機関との共同研究を積極的に展開し、地域社会の活性化を念頭に研究を加速する。

研究テーマ：応力発光体を用いた安全管理ネットワークシステムの創出、超音波エコーによる柔軟構造物内部の粘弾性分布センシング、高度適応型ニューラルネットワークの研究開発とその応用展開、生体意思抽出、ステンレスパッキン技術の解析・評価・水素適用

#### 表面構造計測チーム

(In-situ Sensing and On-site Monitoring Team)

研究チーム長：松田 直樹

(九州センター)

概要：

マイスター制度における共同研究の可能性を検討し、マイスター制度に関わる計測技術や測定方法に関わるデータベース構築に着手する。従来から行っているスラブ光導波路分光法、蛍光性ナノ粒子等の光利用その場計測技術に関して原理から理解し世界に先駆けた研究を行うことでより一層の高機能化と高感度化を行い、特に表面、界面、ナノ物性を積極的に利用した計測技術の確立に努める。これらの測定法を利用し、①製品の品質不良や性能低下の原因となる製造ライン中に存在する異物や有害物質を製品内の有効成分と区別して迅速に検出できる新しいセンサ ②食品製造加工プロセスにおける有害菌類検査方法や水素ガス漏れ検知方法、等を開発する。

研究テーマ：マイスター制度に関わる研究・開発、スラブ光導波路分光法を用いた固液界面における高感度その場測定法の開発、蛍光性ナノ粒子を用いた有害菌類高感度測定法の開発、ソリューションプラズマを用いたナノ微粒子製造、水素ガス検知システムの開発

#### プロセス計測チーム

(Process Measurement Team)

研究チーム長：秋山 守人

(九州センター)

概要：

高結晶配向性窒化アルミニウム薄膜を検知材料に使用した、高温用アコースティックエミッション(AE)センサおよび燃焼圧センサの試作を行い、そ

それぞれのセンサの基本性能を明らかにし、実証（模擬）試験などを通して、実用化に向けた材料選択、構造設計および課題抽出を行う。また、透過型電子顕微鏡などを用いた断面観察などを行い、複合窒化物薄膜の高圧電化メカニズムの解明を行う。更に、二元同時スパッタリング法によって、高い圧電性を示す複合窒化物・酸化物などの材料探索、ゾルゲル法などの湿式法などの手法も検討し、ナノレベルの構造制御技術の研究なども同時に行っていく。

研究テーマ：圧電体薄膜を用いた燃焼圧センサの研究、  
圧電体薄膜を用いた AE センサの研究、スパッタリング法およびゾルゲル法を用いた圧電体薄膜の研究

### 環境計測チーム

(Environmental Measurement Team)

研究チーム長：谷 英治

(九州センター)

概要：

九州センターで開発した多孔質3次元微細セル構造 Si/SiC 材料を環境改善に適用するために、粉塵除去装置の開発や、多孔質材に光触媒を担持した光触媒フィルターを用いた浄化処理装置の開発について検討する。

高温用粉塵除去フィルターの開発については、Si/SiC フィルターの PM 燃焼時の耐熱性について検討を行う。この Si/SiC フィルターを用いた内燃機関の排気浄化装置を企業と開発する。光触媒を用いた超純水の再利用への研究開発は、当チームが開発した水処理装置の改良型を用いて、水処理企業での評価実験を行う。有機物としてイソプロピルアルコールの分解実験を行い、有機物の分解性能を評価する。また、光触媒反応を利用して、水中の有機物濃度をリアルタイムで連続的にモニターする方法について検討を行う。光触媒を用いた臭気ガス除去システムの開発は、マイスター課題としてクリンルームの VOC 除去装置の開発を行う。このために、Si/SiC フィルターを用いた高効率光触媒気体処理を考案し、試作する。

研究テーマ：光触媒による環境浄化装置の開発、排気ガス浄化フィルターの開発

### 計測基盤情報チーム

(Information Base Team for Sensor System)

研究チーム長：菖蒲 一久

(九州センター)

概要：

本研究チームでは、マイスター制度に関わるソリューション技術開発を促進するために、産総研の計測技術など、先端的な計測技術情報に関する総合的な技術情報データベースシステムを開発する。また、プロセ

スや材料の設計、研究開発の効率化に貢献することを目的として、熱力学平衡計算ソフト開発やデータベース構築を行い、熱力学に関する国内知的基盤の整備を行う。

具体的には、1) 計測技術データベースの基本設計、機器情報や技術情報の収集を行い、デザインを決定し、計測技術データベースのプロトタイプを作成する。また、2) 熱力学平衡計算ソフトウェアの開発、汎用データベースの開発を行うとともに、WEB オンライン平衡計算システムのプロトタイプを開発する。

研究テーマ：マイスター制度対応ソリューション技術

### 光計測ソリューションチーム

(Optical Measurement Solution Team)

研究チーム長：野中 一洋

(九州センター)

概要：

本研究チームでは、マイスター制度に基づく企業との共同研究として、半導体、および電子素材の各製造現場から抽出した課題を中心に業務に取り組む。光を用いた種々の計測技術（光散乱、偏光解析、吸収・蛍光分光等）を駆使し、従来困難であった製品の各種欠陥・異常等の検出のため、新規計測法の確立とその検査装置のプロトタイプングを行う。さらに、製品製造プロセスにおける異常発生防止・予知に関する計測課題に取り組む。他の基盤グループチームと協力しながら、マイスター課題の拡大を図りつつ、次の段階として、検査法の標準化に向けた準備にも着手する。

なお、九州地域の企業群や公設研、大学等との地域連携については、半導体外観検査技術を中心に、計測技術開発および装置試作を行う。

研究テーマ：マイスター制度対応ソリューション、半導体外観検査技術の高度化、植物の状態計測法の開発

### 【テーマ題目1】センシング技術及びシステム化技術の高度化

【研究代表者】徐 超男（研究チーム長）

【研究担当者】徐 超男、上野 直広、今井 祐介、山田 浩志、寺崎 正、福田 修、ト 楠、安達 芳雄、西久保 桂子、李 承周、Zhang Hongwu、

Fu Xiaoyan、川崎 悦子、山口 ふじ子、津山 美紀、古澤 フクミ、久保 正義、百田 理恵、林 玲子、河原 弘美、野上 由美、佐野 しのぶ、末成 幸二、椿井 正義、古賀 義人、三戸田 由佳里  
(常勤職員9名、他24名)

### 【研究内容】

本重点課題は、ニーズの詳細な調査とシーズのマッチング精査を基に課題設定を行い、個別課題から抽出された共通的な課題として、外部の評価によって多数の提案から厳正に選抜された課題を中核課題とし、センシング技術の高度化（応力発光技術）からシステム化技術の高度化（アダプトロニクス）に至る新しい計測技術開発を、材料技術を基盤とするチームと情報技術を基盤とするチームの緊密な連携の下に遂行するものである。1) 応力発光技術では、応力発光現象の機構解明など、基礎・基盤的な技術開発を行い、応力発光センサ素子の特性向上とデバイス化を経て、リアルタイム応力異常検出システムや応力履歴記録システムなどの各種応力センシングデバイスを構築する。各種応力センシングデバイスの機能の最適化を行い、デバイスベースでの評価によって応力発光センシングのデータベースへ向けたデータ蓄積を行う。2) アダプトロニクスでは、構造体のセンシングシステム構築に向けたセンシングデバイス・ノードの開発、適用構造体の挙動解析、適応型信号処理の高機能化等によって基盤技術を構築し、センシングノードの高機能化と多目的化、センサネットワークの駆動ソフトウェア開発を行い、構成したシステムのパフォーマンス評価とデータ蓄積を行う。

平成20年度の進捗状況

今年度は、構造体の包括的な異常検出システムの実現に向けて、応力発光塗膜センサの応答性データベース構築、光記録についての具体的な開発を行い、「リアルタイム応力異常検出システム」および「応力履歴記録システム」の創出の着実な実施を行った。また、システム統合へ向けたネットワークシステムのノードの試作やセンサノードの要素技術開発、ニューラルネットワークを用いた応力発光信号解析を行った。これまでの研究成果を基に、簡便なシステムを構築し、産総研内の建築物工事に伴う構造壁の亀裂検出に成功した。これらを支える基盤技術として、応力発光現象の機構解明に向けたモデル提案、新たな応力発光材料技術の開発、超音波による発光現象の定量化と衝撃波による構造物欠陥の可視化や、現場の問題解決に役立つユビキタス軸力計測ツールの開発を行った。さらに、超音波デバイスを用いた畜産評価システムのフィージビリティ・スタディや、ニューラルネットワークによる生体信号からの意思の抽出に取り組んだ。さらに、地域の企業と共同で、新たな水素配管接合技術開発を行った。

【分野名】 標準・計測分野

【キーワード】 応力発光、アダプトロニクス、可視化、センシング、材料技術、デバイス化、システム化、超音波、ニューラルネットワーク、配管、水素

【テーマ題目2】 マイスター制度対応ソリューション技術

【研究代表者】 五十嵐 一男（センター長）

【研究担当者】 小柳 正男、上杉 文彦、松田 直樹、大庭 英樹、綾戸 勇輔、中島 達朗、綾戸 照美、岡部 浩隆、野中 一洋、古賀 淑哲、坂井 一文、蒲原 敏浩、瀬戸 沙織、福田 知子、平川 智恵子、秋山 守人、岸 和司、長瀬 智美、田原 竜夫、筒井 美寿江、大石 康宣、三好 規子、上野 多津子、深町 悟、井上 太、田中 亜紀、谷 英治、山田 則行、中田 正夫、濱崎 恭子、橋爪 里実、菖蒲 一久、安達 芳雄、西久保 桂子、野間 弘昭、前田 英司、岡本 悦子（常勤職員19名、他19名）

【研究内容】

半導体製造ラインなどの各種生産製造現場においては、製品の様々な欠陥、異物類の検出、更にはそれらの低減・防止のための技術開発が常に必要とされる。本重点研究課題では、生産現場に常駐するマイスターと緊密に連携し、必要な計測技術などの研究開発、及び、その適用技術の開発に取り組む。具体的には、特に半導体製造現場に共通な、非接触、非破壊、および高スループットの検査ニーズに対応するために、光計測技術を中心に研究開発に取り組んでいる。さらに、高温過酷環境下で動作する圧電薄膜センサを用いたアコースティック・エミッション（AE）計測技術、および独自開発の高性能セラミックフィルターを用いた有害物の除去・分解に関する環境計測技術に取り組んでいる。これらの生産現場への早期の適用を目指して、技術の確立とインラインプロトタイプ検査装置の開発を進めている。また、検査技術としては、まだ人間の感性による部分が多く残されており、製品品質の向上と省力化等のためにその自動化が望まれているが、これらの官能検査の自動化を進めると共に、検査技術の社内基準化、将来的には業界全体へ向けた標準化・規格化を目標とする。さらに、共通課題として、各種計測基盤技術の構築とデータベース整備などのソリューション関連技術開発を進めている。

平成20年度の進捗状況：

① マイスター制度対応課題

マイスター企業から提案された課題のうちの4件の技術課題について詳細な検討を行った。まず、半導体生産計測課題の内、半導体ウェハの微小欠陥検出に関しては、光学的に検出する装置を新たに考案試作するとともに実証試験をおこない、その有効性を確認した。プラズマ異常放電検出については、真空装置に実装するAEセンサを試作し、放電検出に成功した。また、半導体生産現場内の臭気ガス除去のために、独自フィルターを用いた装置を考案し、装置試作を行った。半導体製品の外観検査に関しては、光学的な手法でその自動化に成功し、人の官能検査との整合性を確認した。

② ソリューション関連技術

各種光学的計測手法のマイスター課題への適用を検討し、特に、色情報を用いて高さ情報を得る2D-3D外観検査法を考案し、多焦点撮像ユニットとして製品化を実現した。計測技術に関するデータベース構築では、産総研内の計測技術に関わる研究者や技術情報、研究機器などについてデータベース検索が容易なシステムを構築した。センサや計測機器に関しては、民間や研究機関等の既存のデータベースを直に検索利用できるようにした。また、当ユニット独自の技術情報として、色むらに関するデータベースを構築した。さらに、熱力学平衡計算技術として、開発ソフトの実用化・有償公開を行った。

【分野名】 標準・計測分野

【キーワード】 マイスター、計測技術、ソリューション、データベース、その場計測、生産現場

⑩【バイオメディシナル情報研究センター】

(Biomedical Information Research Center)

(存続期間：2008. 4. 1～2013. 3. 31)

研究センター長：嶋田 一夫

副研究センター長：上田 太郎、須貝 潤一

研究顧問：五條堀 孝

所在地：臨海副都心センター、つくば中央第6

人員：16名 (15名)

経費：528,204千円 (281,924千円)

概要：

バイオメディシナル情報研究センターは、前身の生物情報解析研究センターの成果の上にたち、ポストゲノム研究の中核として、タンパク質やRNAなど遺伝子産物の構造と機能を解析し、その機能を制御する一連の創薬基盤技術を開発するために、2008年(平成20年)4月に設立された。

具体的には、ポストゲノムシーケンス研究に重点をおき、わが国が世界に対して優位性を持つヒト完全長cDNAを用いたタンパク質相互作用ネットワーク解析および創薬の標的タンパク質として重要な膜タンパク質などの構造解析を行う。さらにそれらの機能を正や負に制御する化合物を、ラショナルな計算科学やわが国が得意とする微生物産物に求め、医薬、医療、診断薬に繋げる一連の創薬基盤技術を開発する。また新たな研究分野として登場した多数の非翻訳RNA(タンパク質を作らないRNA)についてもその機能解析を行い、医薬創生の新たなパラダイムを拓く。これらの研究を産業界のニーズを反映させた課題解決型共同研究として産学官の連携を進めてゆく。ヒト全遺伝子のアノテーションつき統合データベースは前述の

研究に資するとともに、独自のヒト完全長cDNA、発現情報・相互作用データなども取り入れ、世界に対し公開し、広くライフサイエンスの振興に寄与する。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 完全長cDNA構造解析プロジェクト成果普及事業「完全長cDNA構造解析プロジェクト成果普及事業(機能等不明な配列情報を対象としたアノテーション情報の付加)」

独立行政法人科学技術振興機構受託研究費「タンパク質超高感度質量分析のための次世代微量サンプル導入システム」

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

財団法人木原記念横浜生命科学振興財団 地域イノベーション創出研究開発事業「ランダム免疫法による効果的な血清腫瘍マーカーの開発」

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

科学研究費補助金「プロテアソームの単粒子解析による構造研究(基盤B)」

科学研究費補助金「遺伝子修復、組み換え、スプライシングをターゲットとする新規抗癌剤の探索研究(基盤B)」

科学研究費補助金「FACTーヒストン複合体の立体構造解析に基づいたヌクレオソーム構造変換機構の解明(基盤B)」

科学研究費補助金「核内低分子RNAによる遺伝子発現の多様性獲得機構の解明(基盤B)」

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

科学研究費補助金「HIRAーヒストン複合体の立体構造解析に基づいたヌクレオソーム構造変換機構の解明(特定)」

科学研究費補助金「新規核内RNAノックダウン法の確立(萌芽)」

科学研究費補助金「mRNA3'末端プロセッシングを標的とした遺伝子発現調節・RNA品質管理機構の解明（新学術領域）」

日本学術振興会（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「たんぱく質相互作用を制御する天然生理活性物質に関する研究」

発表：誌上発表74件、口頭発表166件、その他13件

#### 細胞システム制御解析チーム

(Biological Systems Control Team)

研究チーム長：夏目 徹

(臨海副都心センター)

概要：

抗腫瘍剤や抗糖尿病薬等のリード化合物を見出すことを目的に、18個のスクリーニング系を構築し、各系約5万～18万サンプルをアッセイした。その結果、10個の化合物を見出し、インシリコ解析により構造活性相関を確認した。さらに、レポーターアッセイや酵素アッセイなどのスクリーニング系により30数個の新規化合物を見出し、活性発現メカニズムなどを解析した。選択性が高く高活性なテロメラーゼ阻害剤などの誘導体を合成した。これまで計27万程度のスクリーニングライブラリーを構築した。

微量タンパク質質量分析システムについて、精密電鍍流を活用した次世代のサンプル導入システムを開発し、実質感度を200倍以上に向上させた。またサンプル前処理を多軸ロボットに置き換え、極めて高い再現性を実現した。その結果、これまで不可能であった酵素-基質の反応を捉え、200～300の因子で構成される複合体の微妙な差異の判別、レドックスタンパク質のネットワーク解析も可能となった。

ヒトタンパク質発現リソースの構築、ハイスループットタンパク質発現技術の開発、プロテインアレイ（アクティブアレイ）の開発と利用を行い以下の成果を得た。1)ヒトエントリークローンの作製とその一般配布、2)大規模な新規iPS化因子探索（京大・山中研、JBiCと共同で新規4因子発見の米国仮出願）、3)インビトロメモリーダイ法による高次構造を保持したタンパク質相互作用の検証、スクリーニング系構築、4)ガン特異的モノクロー抗体の探索、5)タンパク質発現予測、不溶性タンパク質可溶性化技術の開発（特許出願）、6)データベースHGPD構築とその一般公開（RIO-DBからの公開）、7)H-InvDBとHGPDの連携、8)疾患と自己抗体の網羅的解析、9)タンパク質プロセッシング、リン酸化、各種タンパク質修飾の基質探索、10)機能性RNAとタンパク質相互作用の解析、11)DNA修復におけるタンパク質複合体形成の因子探索、12)新規ショートORF遺伝子

の探索。

研究テーマ：テーマ題目1

#### タンパク質構造情報解析チーム

(Protein Structural Information Analysis Team)

研究チーム長：光岡 薫

(臨海副都心センター、つくば中央第6)

概要：

我々のチームでは、「タンパク質立体構造に指南された創薬戦略（SGDD：Structure Guided Drug Development）」の実現を目指し、タンパク質の立体構造に基づく創薬標的タンパク質の機能解析および新規薬物の探索を行う基盤技術の開発を行う。膜タンパク質や複合体の構造解明は、生物機能の解明や産業への応用にも重要であるにも関わらず、その困難さ故に非常に遅れている。電子顕微鏡やX線結晶解析などの手法を用いて、それらの原子レベルの立体構造を解析し、NMR等によってリガンド-タンパク質、タンパク質間相互作用を高精度かつ効率良く解析する。そのための、大量発現系の構築、構造解析技術の改良を行うとともに、その分子機能を解析する。それらの情報を用いて、高精度のモデリング技術やシミュレーション技術の開発・改良を行うことで、SGDDの実現を目指す。世界的に見ても特色がある、電子顕微鏡、NMR、計算機シミュレーションの研究グループが共同することで、学術的にも高い成果を得ることを目指す。

研究テーマ：テーマ題目2

#### 機能性RNA工学チーム

(Functional RNomics Team)

研究チーム長：廣瀬 哲郎

(臨海副都心センター)

概要：

ヒトゲノムから産生される蛋白質をコードしないノンコーディングRNA(ncRNA)の中から、独自の機能として遺伝子発現制御の基点となる細胞核内構造体の構築能をもつncRNAを発見し論文発表した。ncRNAの機能獲得様式として、非効率なRNAプロセッシングによる2種類のアイソフォームの合成というRNA独自の機能獲得機構を発見し、このプロセッシング様式が核内構造体構築能の獲得に必須であることを見出した。さらに蛍光蛋白質融合の完全長cDNAライブラリーから、このncRNAのプロセッシング制御に関わる重要な疾患関連蛋白質を同定した。

核内ncRNAの機能解析系として、化学修飾アンチセンス核酸を用いた効率良いノックダウン法の条件検討、様々なRNA種への適用、ノックダウン効果の検証などをまとめ論文発表した。この方法を用いてU7snRNAの機能解析を行い、新しい細胞周期依存的な

遺伝子発現制御機構に関わることを明らかにした。またその他の核内 ncRNA のノックダウン条件の最適化を進めた。

組織特異的な ncRNA として、胸腺特異的な20種類の ncRNA を取得した。その中から未熟な T 細胞に特異的な Thy-ncR1 を見出し、生化学的な細胞内挙動の解析やノックダウン解析の結果、巨大な細胞質複合体を形成し、細胞表面接着増殖因子の発現制御に関わることを発見した。この他に肝臓特異的な ncRNA の中から、肝臓癌組織で特異的な発現抑制される ncRNA を発見した。

この他に、tRNA 機能獲得に必須な RNA 修飾の中で、その生合成経路が未解明な、硫黄化修飾経路について研究を行った。今年度は、生合成遺伝子の同定と、硫黄化反応の試験管内再構成系の構築を通して、多段階からなる生合成系を解明し、論文発表した。

研究テーマ：テーマ題目 3

#### 分子システム情報統合チーム

(Integrated Database and Systems Biology Team)

研究チーム長：今西 規

(臨海副都心センター)

概要：

ヒト全遺伝子と転写産物を対象として高精度なアノテーション情報を格納した統合データベース H-InvDB のメジャー更新を行い、約22万件の転写産物の情報を含む新しいリリース6.0を公開した。この中で、標準ヒトゲノム配列上には存在しないヒト遺伝子の情報や、機能性 RNA に関する情報を整備したページを新規に公開した。また、遺伝子構造・機能・発現・多様性・進化などのさまざまな情報を使った横断的遺伝子検索ツールも開発し公開した。さらに、経済産業省統合データベースポータルサイト MEDALS を作成し公開した。

ヒトと他のモデル脊椎動物の遺伝子情報を比較検討するための情報システムとして Evola というデータベースを構築しているが、この全データの更新を行った。また、ヒトとマウスの遺伝子における選択的スプライシングの比較により、189の遺伝子に進化上高度に保存されてきた選択的スプライシングを発見した。テキストマイニング技術に関し、研究者が興味対象分野の論文情報を収集するために役立つ新規関連文献お知らせツール PubMedScan を開発して公開した。また、分子情報と文献情報の統合化をめざし、公共データベースにある両者のデータ ID を取得して自動で統合化するためのリンク自動管理システムを作った。

研究テーマ：テーマ題目 4

#### 【テーマ題目 1】機能ゲノム解析：タンパク質機能解析に関する研究

【研究代表者】夏目 徹

(細胞システム制御解析チーム)

【研究担当者】夏目 徹、五島 直樹、新家 一男、家村 俊一郎 (常勤職員4名)

【研究内容】

我が国が優位性を保持する3万個のヒト完全長 cDNA とその情報等を利用して、ヒト遺伝子機能解析の基盤を完成させた。それらを基に効率的且つ統一的なタンパク質生産系を確立した。またチップを用いたヒト遺伝子の発現頻度情報、蛍光イメージング技術を活用した細胞内局在情報、超高感度質量分析システムによるタンパク質相互作用ネットワーク情報等の取得を行う。それらの活用により、タンパク質の様々な機能を明らかにすると共に創薬のための新規なターゲットを発見し、高効率で統一的な化合物スクリーニング系を開発し、創薬加速のための基盤開発と化合物プローブ主導のケミカルバイオロジーを展開している。5,000サンプル/週のハイスループットで、タンパク質の相互作用を指標とする統一的なスクリーニングプラットフォームを構築することに成功した。これにより、タンパク質相互作用を制御するユニークな新規化合物を天然物ライブラリーより数個取得している。今後、個体レベルでの生理活性の評価を行っていく。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質、プロテオーム、ケミカルバイオ、完全長 cDNA

#### 【テーマ題目 2】構造ゲノム解析：生体高分子立体構造情報解析に関する研究

【研究代表者】光岡 薫

(タンパク質構造情報解析チーム)

【研究担当者】嶋田 一夫、中村 春木、光岡 薫、藤吉 好則、金澤 健治、根本 直、高橋 栄夫、千田 俊哉、福西 快文 (常勤職員9名)

【研究内容】

本プロジェクトでは、タンパク質立体構造に指南された創薬戦略の実現を目指し、創薬の標的として今後より重要と考えられる膜タンパク質や複合体について、その構造解析技術を改良するとともに、相互作用情報が得られる技術を開発し、それらを有効に利用できる計算機シミュレーション技術を確立する。そのため、構造解析技術としては、極低温電子顕微鏡と X 線結晶構造解析を利用するとともに、相互作用解析などに NMR を活用する。そして、計算機シミュレーションでは、開発された技術が応用されるように、ソフトウェアなどを公開する。

極低温電子顕微鏡を用いた研究では、電子線結晶構造解析により、ミクロソーム型プロスタグランジン E2合成酵素1 (MPGES1) の電子線結晶構造解析を行い、その基質結合特異性の構造基盤を明らかにした。プロスタ

グランジンは、炎症などを引き起こす生理活性物質で、それを合成する MPGES1は、それらの症状を緩和する創薬ターゲットと考えられるので、その結晶構造は創薬に利用できる可能性がある。また、結晶を作らずにタンパク質の高分解能構造を解析できる単粒子解析法を用いて、水溶性のタンパク質が立体構造をとるのを助けるシャペロンとその基質複合体の立体構造解析を行い、基質を可視化した結果を論文発表した。

X線結晶構造解析を用いた研究では、ヒストンシャペロンとクロマチン因子との複合体の結晶構造に基づき細胞内での機能解析を行った結果、遺伝情報読み出しの過程において、結晶構造を決定した複合体がヌクレオソーム構造変換に関連して機能している事を明らかにした。これは、遺伝情報の読み出しとヌクレオソーム構造変換の関係を立体構造に基づき明らかにした初めての例である。高分子量型のヒストンシャペロンの大量発現に、一部成功した。また、酸化型の D-アスパラギン酸酸化酵素の結晶構造を決定した。これに加え、反応中間体の結晶構造も決定した。

NMR を用いた研究では、抗血栓作用があると報告されている降圧剤と血小板凝集受容体の複合体構造を、*in silico* ドッキングと NMR 情報を組み合わせることで高精度かつ迅速に決定できた。複合体構造から阻害活性に重要な構造要素が明らかとなるとともに、受容体の天然リガンドであるコラーゲンをアロステリックに結合阻害するメカニズムが推定された。新規酵母発現株を利用し、培養法を工夫することで低コストに発現タンパク質の安定同位体標識を可能とするシステムを構築した。従来の大腸菌発現系では困難なヒト由来タンパク質の発現およびその NMR 解析に活用できると考えられる。

免疫系膜タンパク質シグレックスについて、リガンドとの相互作用解析を進めており、現在 BIAcore を用いた相互作用解析を実施している。また、関連技術として、混合物溶液の直接計測解析（メタボリック・プロファイリング）法をマウス新生仔尿、高塩濃度発酵生産物等、NMR の計測しにくい試料について適用を可能とし、本技術の企業・公設試験場に指導・普及を行った。

計算機シミュレーションを利用した研究では、MD により発生させた創薬標的膜タンパク質の構造モデルを用い、市販100万化合物のスクリーニング計算により薬物を探索中である。数種類の薬物探索手法の開発を継続して行っており、活性のある薬物と蛋白質の複合体構造の予測を行う。低分子の溶解度の推算を元に、非特異的結合を示す化合物を検出する方法を見出し、2007年に公開されたフラグメント用の化合物のデータベース化を行い、計算機薬物スクリーニングに使えるようにした。μオピオイド受容体など2標的において12%以上のヒット率で活性化化合物数十を発見した。これは製薬メーカーの海外製品を用いたチームと競争し、数倍の優位性を示した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】低温電子顕微鏡、核磁気共鳴装置 (NMR)、X線結晶解析、計算科学、構造解析、構造生物学

【テーマ題目3】機能性 RNA 解析：機能性 RNA 解析に関する研究

【研究代表者】廣瀬 哲郎  
(機能性 RNA 工学チーム)

【研究担当者】廣瀬 哲郎、渡辺 公綱、佐々木 保典、  
嶋 直樹 (常勤職員4名)

【研究内容】

近年、ポストゲノム研究の成果として発見されたノンコーディング RNA (ncRNA) は、ゲノム (DNA) からタンパク質合成を仲介する役割以外の全く新しい RNA 機能を担っていることが期待されている。そこで ncRNA 群の中から、基本的な生命現象に関わる重要な機能性 ncRNA や疾患に関わる機能性 ncRNA を発見し、その作用機序を明らかにし、さらには医療技術開発の基盤形成に寄与する事を目的としている。今年度は、ncRNA 独自の機能解明のために、細胞核内に局在する ncRNA と、ヒトの特定組織で特異的に発現する ncRNA の機能解析を重点的に進めた。さらに ncRNA 機能解析を進めるために重要な機能解析技術の条件検討を進めた。

ヒト完全長 cDNA データベース (H-InvDB) から選別した単独転写単位として合成される ncRNA 群の中から、未熟な T 細胞分化段階に限定して発現する ncRNA を同定した。この ncRNA は細胞質に局在しており、タンパク質 (ペプチド) をコードしている可能性があった。そのため実験かつ情報学的にノンコーディング RNA の判別手順を考案し、上記の T-細胞特異的 RNA が確実に ncRNA として大きな RNP 複合体を形成し、細胞増殖因子の発現制御に関わっている可能性を示した。この他に、肝臓特異的に発現する ncRNA の中から、癌化によって発現が著しく抑制される ncRNA を発見した。

これまでの細胞内局在の解析によって、ncRNA の多くは核内に局在するという特徴的な細胞内挙動を発見した。核内 ncRNA の機能解析には、近年細胞質メッセンジャー RNA の機能解析の常套法として用いられる RNA 干渉を適用することは困難である。そこで核内 RNA をターゲットにした新規な RNA ノックダウン法を世界に先駆けて開発し、今年度は、その汎用性を実験的に証明し、論文発表した。さらにこの技術を用いて、細胞核内構造の構築を行う ncRNA や、新しい細胞周期依存的な遺伝子発現制御を行う ncRNA 機能を発見した。また ncRNA が、複数の疾患関連タンパク質と複合体を形成していることも見出した。核の中では、クロマチンのエピジェネティック制御や、それらに関わるタンパク質因子の会合など生命活動の根幹を担う様々な現象が行われており、ncRNA 群はタンパク質因子と共同して、

核内現象を精密にコントロールしている可能性が浮上した。革新的な機能解析技術による新規な ncRNA 機能の解明によって、新しい創薬基盤となる産業技術の確立に結びつくことが期待できる。

この他に、高度好熱菌tRNAを耐熱化する働きをもつ硫黄化修飾の生合成機構の解析を行った。生合成因子を同定し、組換えタンパク質を用いて反応機構を解析した結果、新規中間体（チオカルボキシレート）を経由する新しいタイプのtRNA硫黄化反応系であることが判明した。この系はモリブデン補酵素やチアミンなどの硫黄を含む補酵素の生合成系と共通の祖先から進化したと考えられる。以上の結果を論文発表した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 核酸、RNA、遺伝子発現制御、エピジェネティクス、RNA 修飾

#### 【テーマ題目4】 ヒト遺伝子の統合データベース構築と経済産業省統合データベースプロジェクト

【研究代表者】 今西 規

(分子システム情報統合チーム)

【研究担当者】 今西 規、五條堀 孝

(常勤職員2名)

#### 【研究内容】

ヒト全遺伝子と転写産物を対象として高精度なアノテーション情報を格納した統合データベース H-InvDB について、最新のヒトの転写産物の配列データを集めて大規模な計算機解析を行うことによりメジャー更新を行い、約22万件の転写産物の情報を含む新しいリリース6.0を公開した。この中で、標準ヒトゲノム配列上には存在しないヒト遺伝子の情報や、機能性 RNA に関する情報を整備したページを新規に公開した。また、遺伝子構造・機能・発現・多様性・進化などのさまざまな情報を使った横断的遺伝子検索ツールである「ナビ検索」を開発し、公開した。また、ヒトと他のモデル脊椎動物の遺伝子情報を比較検討するための情報システムとして Evola というデータベースを構築しているが、この全データの更新を行った。これにより、約2万個のヒト遺伝子とそれに対応する13種の脊椎動物の遺伝子について、遺伝子構造比較図や配列アラインメント等の情報を整備した。また、ヒトとマウスの遺伝子における選択的スプライシングの比較により、189の遺伝子に進化上高度に保存されてきた選択的スプライシングを発見した。

また、経済産業省統合データベースプロジェクトを実施した。これは、経済産業省の関わるライフサイエンス分野の研究開発プロジェクトで産み出されたデータベース等に関する情報提供サイトを作成し、さらにヒト遺伝子の統合データベース H-InvDB と連携して経済産業省関連の研究成果を利用できるシステムを構築することを目的としている。平成20年度の主な成果としては、まず、

経済産業省ライフサイエンスデータベース・ポータルサイト MEDALS を構築して公開した。MEDALS ではデータベース閲覧やソフトウェア閲覧、そしてデータがダウンロードできるデータベースアーカイブの機能を提供している。MEDALS は <http://medals.jp> にて利用できる。次に、データベースの利用促進のための独自のツールの開発と公開を行った。テキストマイニング技術に関し、研究者が興味対象分野の論文情報を収集するために役立つ新規関連文献お知らせツール PubMedScan を開発して公開した。また、分子情報と文献情報の統合化をめざし、公共データベースにある両者のデータ ID を取得して自動で統合化するためのリンク自動管理システム (Hyperlink Management System) を作った。このほか、ID 一括変換システム (ID Converter System) も開発した。

さらに、経済産業省関連プロジェクトに基づくヒトの分子データについては、ヒト全遺伝子のアノテーション統合データベース H-InvDB へのデータ統合化を進めた。NEDO「機能性 RNA プロジェクト」の成果である機能性 RNA データベース fRNAdb および機能性 RNA 用 UCSC ゲノムブラウザには、共通仕様のウェブサービスを開発して導入し、さらに H-InvDB の画面の中で機能性 RNA の情報を閲覧できるしくみを実現した。同様に、産総研・糖鎖医工学研究センターで測定された糖転移反応の情報を集めた糖鎖関連遺伝子データベース GlycoGene Database (GGDB) と H-InvDB の連携についても、ウェブサービスの導入によって情報の統合に成功した。また、産総研・バイオメディシナル情報研究センターで開発されているデータベース HGPD と H-InvDB の連携のため、データ ID の対応関係を調査しリンク自動管理システムに情報を登録した。

以上の成果は研究開発者や一般利用者の利便性を高め、データベースからの知識の取得を促進・効率化すると期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオインフォマティクス、統合データベース、H-InvDB

#### ④【ナノ電子デバイス研究センター】

(Nanodevice Innovation Research Center)

(存続期間：2008. 4. 1～2015. 3. 31)

研究センター長：金山 敏彦

副研究センター長：秋永 広幸、湯田 正俊

主幹 研究員：秦 信宏

所在地：つくば西7、つくば西5E、つくば中央第4、つくば中央第2

人員：16名 (13名)

経費：1,198,112千円 (219,477千円)



## 概要：

## 1. ミッション

半導体集積システムは、高度情報社会を支える基幹技術である。産業競争力の向上と環境負荷の低減を図り、社会の持続的な発展を実現するために、半導体技術の継続的な進展は、欠かすことができない。

これまで半導体技術の高度化を担ってきたシリコン CMOS トランジスタの微細化は物理的・技術的な限界に近づいており、今後の技術発展のためには、ナノレベルの微細化と同時に、新規な材料・構造・作製プロセスの導入が求められている。さらに、今後10年以上に亘って発展を継続するには、CMOS 微細化に代わる新しい指導原理を構築しなければならない。

本研究センターは、CMOS の微細化・高性能化の極限追求を推進すると共に、これに代わる発展軸となりうる革新技術の探索と実証を、CMOS 技術をベースとして行う。そのために、ナノスケールのトランジスタの構造、材料、作製、計測、解析技術を研究し、特性バラツキを最小化しながら、低消費電力で信頼性の高い CMOS トランジスタを構成し集積化するための基盤技術を研究開発する。この過程で蓄積したナノ電子デバイスの作製、計測、解析技術を体系化して広く外部に提供し、様々な材料や動作原理のデバイスに向けた研究開発を展開することにより、イノベーションハブとして機能する。これによって将来の電子デバイス技術の発展方向を明確な科学的根拠を以て産業界に提示する。

## 2. 運営体制

当センターは、CMOS の微細化・高性能化を自ら追究すると共に、新たな発展軸となりうる革新技術の探索と実証を行うためのイノベーションハブである NeIP (ナノエレクトロニクスイノベーションプラットフォーム) を整備し、産総研の他ユニットや、大学・産業界や他の研究機関と連携して基礎技術をデバイス実証に結びつける場として運用する。特に、ナノテクノロジー研究部門が運用しているナノプロセッシング施設 (AIST-NPF) と一体的な運用を行うことにより、広範な目的に応える。そこでは、当センターに蓄積されたナノ電子デバイスの作製技術・計測解析技術を基に新材料・新構造デバイスを効率的に試作し、データが体系的に蓄積されるような知識マネジメントを目指す。

また、NeIP に大学や産業界などから若手研究者を積極的に受け入れ、最先端の半導体技術に関わる研究開発に従事させることにより、技術的なニーズを把握し、かつ科学的な知識を身につけた人材の育成を行う。

## 3. 研究開発の方針

本年度は、当センターの発足に当たり、次の点に

重点を置いた。

- (1) CMOS の極限追求を目的とする研究開発プロジェクトとして、NEDO 半導体 MIRAI プロジェクトの研究開発を推進させた。また、経済産業省ナノエレクトロニクスプロジェクトの研究開発を本格的に稼働させた。
- (2) 上記以外の、より探索的な研究テーマや実用化目的の明確な課題については、それぞれ個別の研究プログラムを推進した。
- (3) 当センターの保有するプロセス装置群を再組織し、微細 CMOS トランジスタを始めとするデバイス試作を軌道に乗せた。これを基に、産総研内外の研究グループと共同研究を開始した。

## 外部資金：

独立行政法人新エネルギー 産業技術総合開発機構次世代半導体材料・プロセス基盤

(MIRAI) プロジェクト/次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクト (一般会計) /新構造極限 CMOS トランジスタ関連技術開発

経済産業省 戦略的技術開発委託費 (ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発)

「シングルナノワイヤトランジスタの知識統合的研究開発」

経済産業省 戦略的技術開発委託費 (ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発)

「III-V MOSFET/III-V-On-Insulator (III-V-O-I) MOSFET の研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 産学共同シーズイノベーション「テラレーメイドクラスターイオン源の研究開発」

文部科学省 科学研究費補助金「配列ナノ空間物質を利用した次世代半導体デバイス」

発表：誌上発表40件、口頭発表58件、その他5件

## 極限構造トランジスタ研究チーム

(Nanostructured CMOS Research Team)

研究チーム長：太田 裕之

(つくば西7、つくば西5E、つくば中央第4)

## 概要：

現在の情報化社会を支えているのは大規模集積化回路 (LSI) である。今後の情報化社会の高度化及びその持続的な発展のためには、LSI の基本要素であるトランジスタの集積規模の拡大と低消費電力化を両立する必要がある。我々の目標は、2015年以降の技術世代で

の低消費電力 LSI に要求されるトランジスタの各技術課題を克服する、基盤技術を提供することにある。この目標達成のため、当研究チームでは以下の2点を主要研究開発テーマとしている。それらは、1) トランジスタの極限的な微細化に対応し得る構造を持つと期待されるシリコンナノワイヤトランジスタの開発、2) 極限的に微細化されたトランジスタで期待されるバリスティック効果を最大化し、高駆動力トランジスタを実現するためのデバイス技術の開発である。第1のテーマに向けては、自己組織化を含む、原子レベルのナノプロセッシング技術を開発し、高精度なトランジスタプロセス技術を開発する。第2のテーマについては、バリスティック輸送効率の向上及び低消費電力化のための、ゲートスタック技術開発やメタルソースドレイン技術開発などを行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1

### 新材料インテグレーション研究チーム

(New Materials Integration Research Team)

研究チーム長：安田 哲二

(つくば中央第4)

概要：

集積回路技術は微細化を推し進めることにより発展してきたが、回路の代表的な線幅が50 nm より小さくなり、微細化は物理的な限界を迎えつつある。そのような中で、微細化以外の手法によって微細化と同等な性能向上を実現する技術、すなわち「等価スケールアップ技術」が求められており、その有力なアプローチの一つが「新材料」の導入である。従来、集積回路を構成する相補型の金属-酸化物-半導体 (CMOS) 構造の電界効果トランジスタは、シリコンとその酸化物を主たる材料としてきたが、これらをキャリア移動度や誘電率などにおいて優れた物性をもつ新材料によって置き換えることにより、電流駆動力を向上させ、消費電力を低減することが可能になる。これらの新材料は、CMOS に用いることが難しかった材料であり、その特性を生かすためには、CMOS の技術体系の中にうまく統合 (インテグレート) することが鍵となる。当研究チームは、得意とする表面・界面のナノスケール評価・制御技術を展開しながら、高移動度チャネル技術や高誘電率ゲート絶縁膜技術等を開発することを目的としている。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 原子スケール計測・制御技術研究チーム

(Atomic-scale Characterization and Processing Research Team)

研究チーム長：多田 哲也

(つくば中央第2、つくば中央第4)

概要：

デバイスサイズが微細になると、様々なデバイス特性が、原子スケールの構造揺らぎに敏感に影響されるようになり、設計や作製が困難になる。この問題を解決するには、デバイス構造の局所的な物性を原子スケールで計測・制御することが必要不可欠である。特に、ドーパント不純物原子の分布や機械的歪みがデバイス特性に大きな影響を与えるため、当研究チームは、走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いた不純物分布、ポテンシャル分布の計測・評価技術、紫外線ラマン散乱分光法による局所ひずみの評価解析技術の研究開発を行う。さらに、原子スケールで物質構造を制御することにより、ナノデバイスを実現する新たな材料の研究開発に取り組む。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 4、テーマ題目 5

### 先進デバイスプロセス研究チーム

(Nanodevice Processing Research Team)

研究チーム長：堀川 剛

(つくば西7)

概要：

当研究チームでは、当センターが展開している高性能の極限 CMOS デバイス開発において、我々が保有する CMOS プロセス技術、デバイス試作技術を提供することで試作検証を支えるとともに、デバイス性能向上の実証に向けた微細トランジスタ作製プロセス技術の確立を目標にバリスティック効果発現に必須となるゲート微細化などの要素プロセス開発を展開している。

CMOS の微細化が物理的な限界に達しようとしている中では、開発された微細 CMOS 技術を他のナノテクノロジーと融合させて新たなナノ電子デバイスを創生していく取り組みも大変重要である。当研究チームでは、産総研が提案するナノ電子デバイス開発のイノベーションハブであるナノエレクトロニクスイノベーションプラットフォーム (NeIP) の一環として、CMOS 先端技術の研究を通じて確立したデバイス・プロセス・材料技術や内部光電子分光、低周波雑音、ランダムテレグラフ雑音等の評価解析技術を提供することで、企業、大学などにおける独創的なナノ電子デバイスの試作・評価を通じた機能実証のための研究を支援する活動を展開している。

研究テーマ：テーマ題目 6、テーマ題目 7、テーマ題目 8

-----  
[テーマ題目 1] 次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクト

新構造極限 CMOS トランジスタ関連技術開発

[研究代表者] 金山 敏彦

(ナノ電子デバイス研究センター長)

【研究担当者】太田 裕之、森田 行則、右田 真司、  
水林 亘、田岡 紀之  
(常勤職員4名、他1名)

#### 【研究内容】

本研究では、2007年版の国際半導体技術ロードマップ (ITRS 2007) で示されている hp32 nm を超える極微細な半導体デバイスを実現するために必要な、新構造極限 CMOS トランジスタに関連する革新的な基盤技術を開発することを目的とする。具体的には、MIRAI 第3期前半までに開発済みの高移動度チャンネル材料技術やひずみ導入による高移動度化技術の利用に加えて、「バリスティック効率」を向上することを主な開発目標とする。本目標の達成のため、シリコン MOS トランジスタのソース・ドレインの材料・構造、チャンネル材料・構造を制御してバリスティック効率を向上させオン電流を増大させることを目指す。

そこで、本研究では、hp32 nm を越える技術領域でゲートの静電支配力を確保し、短チャンネル効果を低減するために必要となる薄膜 SOI トランジスタやマルチゲートトランジスタを対象に、①原子層レベル界面制御によるメタルソース・ドレイン形成技術およびショットキーバリアハイト制御技術の研究開発、②高駆動力ゲートスタック形成技術開発、③計測・解析技術開発、の3つの研究課題に取り組んでいる。

#### ① 原子層レベル界面制御によるメタルソース・ドレイン形成技術およびショットキーバリアハイト制御技術の研究開発

メタルソース・ドレイン構造はバリスティック輸送特性が顕在化するような極微細 CMOS プロセス技術に適した技術である。本研究開発では、メタルソース・ドレインとチャンネル間の界面揺らぎに伴うトランジスタの性能劣化を抑え、かつ適切なソース・ドレイン端におけるバリアハイト調整による、高駆動力、低オフリーク電流を達成するための技術開発を行う。平成20年度は、ニッケルシリサイド材料を用いたメタルソース・ドレイン構造を作製し、シリサイドの界面に不純物を偏析させて活性化を行った。その結果、不純物の種類を変えることで、電子およびホールの伝導に対してそれぞれ0.1 eV 以下という非常に小さなショットキーバリアを実現することに成功した。

#### ② 高駆動力ゲートスタック形成技術開発

hp 32 nm を超える極微細 CMOS において、低電源電圧、低消費電力、高電流駆動力を実現するためのチャンネル表面の原子レベル平坦化技術、および、メタルゲート電極、高誘電率ゲート絶縁膜材料技術の開発を行う。平成20年度は、平面型トランジスタあるいは、マルチゲートに代表される各種立体型トランジスタのチャンネル面 (トランジスタの電流走行面) として活用が期待される、Si (100)、(110)、(111) 各表面にお

いて、低 pH フッ酸処理とその後の水素アニール処理により、原子層レベルの平坦化を実現する技術を開発した。チャンネルを走行する電子はチャンネル面の凹凸によるラフネス散乱を受けることが知られており、本技術によりラフネス散乱の大幅な抑制が期待できる。また、このような平坦表面上の High-k 膜形成にも進捗があった。水素化した Si 表面は疎水性 (水を弾く) 性質があるため、その上に High-k 膜を有機原料を用いた原子層成長法により成長すると、原料の濡れ性が悪く良好な High-k 膜ができなかった。本年度は、Si 最表面に対して H<sub>2</sub>O を用いて親水化する技術を開発し、これを用いて High-k 膜を成長したところ、等価酸化膜厚0.6 nm を実現した。

#### ③ 計測・解析技術開発

本技術開発では、準バリスティック輸送特性の電気評価解析技術および、物理計測解析技術開発を行う。電気評価解析技術に関連して、平成20年度は、準バリスティック輸送特性評価に不可欠の電気特性評価システム (極低温プローバー) を導入し、立ち上げを行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】半導体、シリコン、ゲルマニウム、高電流駆動力 CMOS、移動度、バリスティック輸送、メタルソース・ドレイン、高誘電率ゲート絶縁膜、ゲート電極

#### 【テーマ題目2】III-V MISFET/III-V-On-Insulator (III-V-O-I) MISFET 形成プロセス技術の研究開発

【研究代表者】安田 哲二 (新材料インテグレーション研究チーム)

【研究担当者】安田 哲二、宮田 典幸、石井 裕之  
(常勤職員2名、他1名)

#### 【研究内容】

集積回路を構成する CMOS は、電子が流れる n チャンネル MISFET と正孔が流れる p チャンネル MISFET を組み合わせたものであり、高性能化のためにはそれぞれのチャンネルの電流駆動力を高めることが必要である。電流駆動力を向上する技術は、一定の性能を得るために必要な消費電力の削減にもつながる。n チャンネルについては、電子移動度が大きい III-V 族チャンネルが期待されているが、III-V 族半導体上の絶縁膜界面 (MIS 界面) には高密度のトラップ準位が発生しやすく、従来は MISFET 動作を得ることが難しかった。本研究は、まず、高駆動力を実現するための要素技術として、高誘電率 (High-k) 絶縁膜と III-V チャンネルの界面構造を制御する技術を開発する。さらに、この技術を適用して、III-V MISFET、あるいは、III-V MISFET を Si ウエハの上に絶縁膜を介して搭載した III-V-On-Insulator (III-V-O-I) MISFET の高性能動作を実現し、CMOS

集積化の可能性を実証することを目指す。今年度は、界面構造制御・製造技術のための絶縁膜製造手法と III-V 表面前処理条件について検討し、また、III-V MISFET/III-V-O-I MISFET の CMOS 集積化実証に向けた第1歩として III-V MISFET の動作実証を行った。

まず絶縁膜製造技術については、界面トラップ準位の発生は界面酸化状態の影響を受けると考えて、還元性のアルキル金属であるトリメチルアルミニウム (TMA) を原料とした  $\text{Al}_2\text{O}_3$  絶縁膜の原子層成長を行い、界面構造形成過程と界面電気特性の関係について検討した。III-V 族半導体として GaAs、InGaAs、AlGaAs、および InAlAs を選び、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  との界面構造を X 線光電子分光法により分析した。その結果、III-V 表面の  $\text{InO}_x$ 、 $\text{GaO}_x$ 、 $\text{AsO}_x$  は原子層成長の初期にその一部が還元され、成長後の  $\text{Al}_2\text{O}_3$ /III-V 界面には、III-V 族半導体の種類に依って 0.1~0.5 nm 程度の酸化層が存在することが明らかとなった。また、結晶の面方位と界面酸化層との関係を調べたところ、(111) A 面では (001) 面に比べて界面酸化層が薄くなることを見出した。以上の試料につき、MIS キャパシタの容量-電圧 (C-V) 曲線を測定して電気特性を評価した結果、カチオンの界面酸化層が薄いほど電気特性が良い傾向が認められた。また、In を含む半導体上ではキャリアの蓄積を示す良好な C-V 特性が得られた。以上の結果より、III-V 上の絶縁膜製造技術として、界面酸化層を還元する効果がある  $\text{Al}_2\text{O}_3$  原子層成長が適していること、および、良好な MIS 特性を得るためには InGaAs などの In を含む半導体基板が有利であり、面方位については (111) A 面上で良好なデバイス特性が得られる可能性があることが示された。

次に、III-V 表面前処理条件の検討については、試料表面の化学組成を分析するため、オージェ電子分光用の超高真空チャンパーを設計・製作して High-k 絶縁膜成長装置に接続した。この装置を用いて、III-V 表面に対して水素プラズマ処理を施すことにより、表面酸化物の除去が可能であること、および、V 族元素の As を揮発させ III/V 比を高めた表面を作製できることが明らかになった。水素プラズマ処理の MIS 界面特性への影響を検討した結果、C-V 特性による評価では水素プラズマ処理による特性の改善はみられなかった。今後、III/V 比の高い表面へ窒素を吸着させる効果などについて、引き続き検討する計画である。

III-V MISFET の動作実証については、基板を In 組成 53% の p 型 InGaAs (001) とし、上述の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  をゲート絶縁膜、 $\text{TaN}_x$  をメタルゲートとする MISFET を試作した。熱負荷を小さくするため、ソースとドレインを先に作り、その後にゲート絶縁膜を形成するゲートラストプロセスを採用した。このように作製した MISFET において、正のゲート電圧によりオン状態となる表面反転型の動作が実現された。性能の指標である

移動度は、Si ユニバーサル移動度の約 50% であった。CMOS の Si を置き換えるチャネル材料の候補として III-V 族材料を考える場合、少なくとも Si に対して 2 倍以上の移動度を達成することが必要と考えられ、III-V 表面処理条件、絶縁膜成長条件、および、デバイス作製プロセスの最適化の検討を続けている。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 電界効果トランジスタ、化合物半導体、絶縁体、界面、薄膜

【テーマ題目3】 ナノデバイスの原子分解能計測・評価技術の研究開発

【研究代表者】 多田 哲也 (原子スケール計測・制御技術研究チーム)

【研究担当者】 多田 哲也、Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、西澤 正泰、内田 紀行、木下 和人 (常勤職員1名、他5名)

【研究内容】

本テーマでは、走査トンネル顕微鏡 (STM) を用いることにより、ナノデバイスの電子状態、ポテンシャル分布、ドーパント原子の位置を原子分解能で計測する技術を開発することを目標としている。

我々は、走査探針と試料のギャップ長を変調した時のトンネル電流の変化分を測定する真空ギャップ変調法 (VGM 法) により、Si デバイス構造におけるポテンシャル分布を測定する技術の開発を行ってきた。本年度は、pn 接合のソース・ドレイン接合深さ、チャネル長測定に成功した。すなわち、二次イオン質量分析 (SIMS) 法により接合深さが 100 nm であることが確かめられている試料の断面計測を VGM 法で行なったところ、測定されたポテンシャル分布から求めた接合の深さは 100 nm となり、SIMS による結果と一致した。また、30~100 nm のゲート長を持つトランジスタの断面計測を行い、チャネル長を測定した。ゲート長との相関を解析したところ、チャネル長がゲート長よりも 8~16 nm 短いという結果が得られた。このように、VGM 法による測定が、デバイス構造のポテンシャル計測に有効であることが示された。

デバイス領域が絶縁体で囲まれていると、STM は、絶縁体の上ではトンネル電流が流れないため、探針の制御ができず、探針が試料に衝突してクラッシュしてしまい、測定不能になってしまう。したがって、デバイス領域の測定を行うためには、安全に探針をデバイス領域まで移送する必要がある。我々は、そのための技術として、STM 探針と試料の間に数 10 から数 100V 程度の電圧をかけて、探針から試料に向けて電子を放出させ、試料から放出される 2 次電子を検出する方法を開発した。2 次電子の放出確率は、導体と絶縁体で異なるため、デバイス領域の同定が可能となる。本年度は、このシステムを構築

し、デバイス構造の観察が可能である事を確認した。

STM 計測を行う時は、バイアス電圧を印加するため、測定すること自身が試料のポテンシャル分布に影響を与えてしまう。従って、その影響を取り除き、バイアス電圧がかかっていない時のポテンシャル分布を求めるためには、シミュレーションによる解析が不可欠である。そのため、我々は、これまで、STM シミュレータの開発を行ってきた。今年度は、STM 計測用シミュレータへのトンネル電流計算機能の付加を行い、ドーピング濃度に依存した I-V カーブを再現することが可能となった。これにより、pn 接合によるポテンシャル分布に起因する STM の高さプロファイルを再現することも可能となり、シミュレーション結果が測定データを定性的に説明できることを確認した。現在は、結果の定量性を高めるために、さらなるシミュレータの改良を行っている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】走査トンネル顕微鏡、ポテンシャル分布、真空ギャップ変調法、STM シミュレーション

#### 【テーマ題目 4】ナノデバイス構造のフォノン特性評価解析技術の研究開発

【研究代表者】多田 哲也（原子スケール計測・制御技術研究チーム）

【研究担当者】多田 哲也、Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、西澤 正泰、内田 紀行、木下 和人（常勤職員1名、他5名）

#### 【研究内容】

ラマン散乱法を用いて、ナノデバイス構造における局所応力分布、フォノン特性評価を行うことを目的としている。

本年度は、浅いトレンチによる素子分離 (STI) 構造の断面測定を、紫外線励起共焦点顕微ラマン分光法による応力分布測定を行い、断面における応力方向の解析、さらに、断面を出すことが応力分布にどのような影響を与えるのかを解析することに成功した。

Si の  $520\text{ cm}^{-1}$  のラマンスペクトルは、圧縮応力を印加することにより高波数側にシフトし、引っ張り応力を印加することにより低波数側にシフトする。このことを利用して、Si デバイス構造における局所応力分布測定が行われている。しかし、ラマンスペクトルのシフト量は、応力の大きさだけでなく、その種類や方向に依存するため、ラマンシフト量の測定だけでは、応力の正確な大きさや方向の決定は困難である。我々は、STI 構造を持つ Si 基板の (110) 断面において、偏光方向依存性を利用して、ラマン信号の成分を分離して測定することにより、応力の方向を解析することに成功した。その結果、断面近傍では STI 中の  $\text{SiO}_2$  による応力のため、断面近傍では前方への屈曲に起因する圧縮応力が発生しており、構

造内部の応力分布とは大きく異なることが分かった。これらの結果は、断面における応力分布測定結果を解釈する時には、断面の効果を慎重に取り扱わなければならないことを意味しており、シミュレーションの積極的な活用が必要であることを示している。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】共焦点顕微ラマン分光法、局所応力分布、Si デバイス、断面効果

#### 【テーマ題目 5】遷移金属内包 Si クラスタを用いたデバイス材料の研究開発

【研究代表者】金山 敏彦

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】金山 敏彦、多田 哲也、内田 紀行（常勤職員2名、他1名）

#### 【研究内容】

本研究は、遷移金属内包 Si クラスタを用いて、新たなデバイス材料を開発することを目的としている。前年度の研究により、シラン ( $\text{SiH}_4$ ) ガス中で遷移金属をレーザアブレーションする方法で遷移金属内包シリコンクラスタを合成し、基板上に堆積することで、半導体薄膜が形成できることが明らかになっている。今年度は、この遷移金属内包シリコンクラスタを単位構造とする半導体薄膜の膜質の向上を目標とする。そのために、X 線光電子分光 (XPS)、ラマン散乱分光などを用いた組成と構造の解析、電気伝導度およびキャリア濃度と光吸収スペクトルの測定を行った。これによって、膜中の欠陥準位密度を低減させ、キャリア濃度の低減と移動度を向上させるための、形成条件を明らかにした。また、第一原理計算による当該物質の構造・物性の解析を系統的に行い、以後の研究の指針を得た。この結果、主に、遷移金属元素を内包したシリコンクラスタ ( $\text{MSi}_n$ :  $M=\text{Mo, Nb, W}$ ) を凝集することで、局所電子状態の揺らぎを抑え、水素化アモルファスシリコンよりも、p 型で3000倍、n 型で10倍程度という高い移動度を持つアモルファス半導体を作製することができた。また、 $\text{WSi}_n$  を凝集した膜の X 線吸収スペクトルを測定し、第一原理計算シミュレーションと比較することで、膜の局所構造が、 $\text{WSi}_n$  で形成されていることを示すことができた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料

【キーワード】遷移金属原子内包シリコンクラスタ、シリサイド半導体

#### 【テーマ題目 6】微細トランジスタ作製プロセス技術開発

【研究代表者】金山 敏彦

(先進デバイスプロセス研究チーム)

【研究担当者】堀川 剛、糸賀 賢郎、野尻 真士、高野 美和子、木曾 修、

(常勤職員1名、他4名)

**[研究内容]**

本テーマは、次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクトの新構造極限 CMOS トランジスタ関連技術開発の一環として、極微細なゲート長のトランジスタ作製に関わる基盤プロセス技術を総合的に開発すること、さらにそれらの開発された基盤技術をバリスティック伝導発現による高駆動力化に関わるメタルソース・ドレイン形成技術及びメタルゲート電極/高誘電率ゲート絶縁膜からなるゲートスタック形成技術と組み合わせることで準バリスティックトランジスタ製造プロセスを総合的に実証することを目標としている。

極微細なゲート長のトランジスタ作製に関わる基盤プロセス技術としては、ラインエッジラフネスの少ない線幅20 nm 程度以下のゲート細線の形成プロセス、低抵抗のソースドレイン配線形成プロセスなどの開発を実施している。平成20年度においては、レジストプロセスの改善により線幅22 nm までのポリシリコンゲート細線を EB 直描技術を駆使することで安定に形成できるようになった。現在線幅20 nm 以下のポリシリコンゲート細線及び金属ゲート細線の再現性の高い形成プロセス開発及びソースドレイン抵抗の一層の低抵抗化に取り組んでいる。

**[分野名]** 情報通信・エレクトロニクス

**[キーワード]** 微細 MOSFET、金属ソースドレイン、高誘電率膜、MIM キャパシタ、シリコン導波路

**[テーマ題目7] 新規ナノ電子デバイス創出に向けた新規材料・プロセスの基礎的研究**

**[研究代表者]** 堀川 剛

(先進デバイスプロセス研究チーム)

**[研究担当者]** 堀川 剛、糸賀 賢郎、野尻 真士、高野 美和子、木曾 修、成井 敏男、田村 裕一  
(常勤職員1名、他6名)

**[研究内容]**

本研究は、ナノエレクトロニクスイノベーションプラットフォーム (NeIP) の一環として、デバイスメーカー、装置メーカーなどの他機関との共同研究などにより、新規ナノ電子デバイスに向けた新規材料・プロセスの基礎的研究開発を実施すること、さらにこれらの研究の展開により新規ナノ電子デバイスや新規デバイスプロセスの提案・実証に結びつけることを目標としている。

平成20年度より、複数の企業とバイパスコンデンサや DRAM などに向けた MIM キャパシタに用いる新規誘電体薄膜材料や新規金属電極薄膜材料の基礎的評価などを実施している。今後、CMOS デバイスのインテグレーション実証やナノ電子デバイス創出に向け、新規プロセス・評価装置の導入によるデバイス試作機能の拡充

にも取り組みつつ、共同研究をベースにした新規材料・プロセスの基礎的研究に継続的に取り組んでいく。

**[分野名]** 情報通信・エレクトロニクス

**[キーワード]** 微細 MOSFET、金属ソースドレイン、高誘電率膜、MIM キャパシタ、シリコン導波路

**[テーマ題目8] シリコンフォトニクスに向けた導波路形成プロセスの開発**

**[研究代表者]** 堀川 剛

(先進デバイスプロセス研究チーム)

**[研究担当者]** 堀川 剛、糸賀 賢郎、野尻 真士、高野 美和子、木曾 修、成井 敏男、田村 裕一  
(常勤職員1名、他6名)

**[研究内容]**

本研究は、極微細 CMOS プロセス開発で確立したリソグラフィ技術や加工技術をベースにシリコンフォトニクスの要素プロセス技術を構築し、フォトニクスデバイスの高品位化を図ることを目標としている。さらに、これらのフォトニクスデバイスと CMOS 回路の融合により高速ネットワークに適用可能な新規フォトニクスデバイスの開発につなげることを企図する。

我々が保有するラインエッジラフネスの少ない細線パターン形成技術を基にして、シリコンフォトニクスにおいて基本デバイスとなる低側面ラフネスのシリコン導波路デバイス形成プロセスの構築に取り組んでいる。平成20年度は、CMOS 用の EB 直描技術、シリコン加工技術を適用することで側面ラフネスの少ないリブ型導波路を形成可能であることを示した。現在、ラフネスの一層の低減を図るとともにこれらのプロセス技術を用いて形成した導波路デバイスの性能を検証しようとしている。

**[分野名]** 情報通信・エレクトロニクス

**[キーワード]** 微細 MOSFET、金属ソースドレイン、高誘電率膜、MIM キャパシタ、シリコン導波路

**[テーマ題目9] 最表面原子の分析を可能にする EUV 励起光電子分光技術の開発**

**[研究代表者]** 富江 敏尚

**[研究担当者]** 富江 敏尚、松嶋功 (光技術研究部門)、葛西 彪、石塚 知明  
(常勤職員2名、他2名)

**[研究内容]**

1992年に考案した、レーザー生成プラズマ (LPP) を EUV 光源とし飛行時間法 (TOF) で電子分光を行うことを特徴とする、EUV 励起光電子分光法 (EUPS) を実用化すべく装置化技術の開発を進めてきた。EUPS には、最表面原子の情報が得られる、半導体のバンド曲がり評価できる、最表面原子の電子雲の傾斜角が評価

できるなどの特長があり、物性に直結する知見が得られることが期待できる。これにより、原子の価数評価に止まっていた光電子分光法が、物性評価法に大きく転換する期待がある。種々のナノ材料・デバイスを測定し、物性との比較を行いながら、物性に直結する知見を得るための新分析法を開拓することを目的として研究を推進している。

昨年度までに、大量の TOF データからエネルギースペクトルへの自動変換ソフトの開発、LPP 光源のメンテナンスフリー期間の大幅増大など、システム操作性を大きく向上させ、フル稼働で多くの試料の表面分析ができる程度に完成度が高まった。

EUPS によって初めて可能になる新分析法の開拓を行ってきており、昨年度までに、深さ0.5 nm の極最表面の情報を得ていること、酸化金属上の一分子層吸着が検出できること、半導体のバンド曲がり評価できること、絶縁材料の大きな抵抗率が評価できること、を明らかにしてきた。

本年度は、装置の性能向上として、低エネルギーの二次電子が観測できるようにした。新分析法としては、電子軌道の角度依存が評価できることと、スピン軌道分裂ダブルレットの強度比が表面状態により異なること、を見出した。

絶縁超薄膜が成膜された Si ウエハーのバンド曲がり評価を行い、表面電位が大きくシフトした状態でもバンド曲がりが見えなかった試料と、大きくバンド曲がりシフトする試料があった。前者は、界面準位が多く、界面準位により表面の電界がシールドされるためバンド曲がり小さい。後者は、界面準位の少ない良好な絶縁膜、と解釈できる。帯電などによる表面電位変化させてバンド曲がり測定することで、界面準位が評価できることが分かった。

表面・界面の電子のやりとりで材料・デバイスの機能が発現されるので、仕事関数の評価は極めて重要である。二次電子の低エネルギー端を見ることで材料の仕事関数が評価できる。エネルギー分析装置 (EUPS の場合、飛行管) の仕事関数以下の材料の評価も出来るように、試料ホルダーにバイアスが印加出来るよう、装置を改良した。パルス励起での測定であることなど種々の要因で、二次電子の低エネルギー端がシフトすることが考えられ、次年度以降に、正しい仕事関数を求めるための測定法を確立する。

EUPS では、EUV 光は水平に照射され、鉛直に立てた飛行管で試料からの電子を検出している。試料の水平からの傾斜角を小さくすることで、試料上の照射面積が大きくなり光電子信号が大きくなる。幾つかの傾斜角で Si ウエハーを測定したところ、試料上の照射面積の変化から外れた変化が観測された。スペクトル構造も傾斜角に依存し、その依存性はウエハーの面方位により異なった。光電子信号の試料傾斜角依存は、最表面原子の電

子雲の傾斜角を反映すると解釈できる。EUV 光の進行方向と TOF の軸方向を含む照射平面に直交する EUV の s 偏光で励起される電子は、TOF 検出器には入らないので光電子信号に寄与せず、照射平面内にある p 偏光で励起される光電子のみが検出される。従って、試料表面に垂直な p 電子を持つ試料の場合、試料が水平に近い場合は信号が大きく、試料傾斜角を大きくするに従い信号強度が減少する。ウエハーの面方位により電子雲の傾斜角が異なるのは、表面原子の再構成を反映すると解釈できる。

3d 電子や4f 電子のスペクトルを詳細に見たところ、スピン軌道分裂ダブルレットの強度比が、原子のそれとは異なっており、又、試料により異なることが分かった。これは電子遷移の終状態が結晶構造により異なるためであると解釈できる。ダブルレットの強度比からも表面状態の変化が捉えられる可能性がある。

O2s 等の価電子帯の励起断面積は、EUV 光では X 線の2桁程度大きいことから、EUPS は、価電子帯構造の観測に適している。価電子帯のスペクトル構造から、化学反応に直結した情報が得られると考えられる。このためのデータベースの構築として、カーボン、Polystyrene、PMMA、グラファイト、C<sub>60</sub>、ダイヤモンド、SiC を測定した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】光電子分光、パルス EUV 光源、極最表面原子、バンド曲がり、電子雲の傾斜角、二次電子、価電子帯

## ②【ナノチューブ応用研究センター】

(Nanotube Research Center)

(存続期間：2008. 4. 1～)

研究センター長：飯島 澄男  
副センター長：湯村 守雄  
副センター長：清水 敏夫

所在地：つくば市東1-1-1 つくば中央第5

人員：24名 (23名)

経費：858,435千円 (396,338千円)

概要：

本研究センターでは、新産業創生で期待されるナノ構造体の代表であるナノチューブ構造体に着目し、これまで産総研において開発してきたカーボンナノチューブと有機ナノチューブを主軸とし、高機能性を付加しそれらの用途開発を進め、我が国の新たな産業育成に貢献する。また、ナノチューブ材料の国際標準化にも貢献する。さらに、ナノチューブ材料を含むナノ構造体の最高性能計測・分析技術の開発を独自に発展させ、世界をリードするナノチューブ材料の総合研究セ

ンターへの発展を目指すものである。

これまでの成果をもとに、企業と連携し実用化・産業化を進める。また、カーボンナノチューブと有機ナノチューブの融合を図り、新物質の開発を目指す。すなわち、カーボンナノチューブの実用化・産業化・標準化、有機ナノチューブの実用化・産業化・標準化、ナノチューブ複合材料の創製・実用化、世界最高性能計測・分析技術、ナノチューブ物質の実用化・産業化の研究開発を推進する。

具体的には、以下の研究開発を実施する。

- 1) ナノチューブ材料の実用化・産業化  
ナノチューブ大量合成技術のさらなる高度化をベースとして、カーボンナノチューブでは電子材料、高強度構造材料等に向けた用途開発を有機ナノチューブでは薬剤包接材料等に向けた用途開発を進める。
- 2) ナノチューブ複合材料の創製・実用化  
カーボンナノチューブ、有機ナノチューブ、両材料の接点として、ナノチューブの化学加工や複合化をもとに、バイオ応用等を目指した高機能性ナノチューブの開発を進める。
- 3) 世界最高性能計測・分析技術の確立およびナノ物質コーティング応用技術  
超高性能電子顕微鏡や光学的評価技術をベースとしたナノチューブ材料の計測・分析技術を確立するとともにナノ物質コーティング応用技術の開発を進める。
- 4) ナノチューブ材料の標準化・リスク評価  
本研究センターの高純度・高品質ナノチューブおよび高性能計測・分析技術を用いて、ナノ物質の国際標準化におけるイニシアティブを発揮する。また、リスク評価においては産総研内外と連携して取り組む。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「カーボンナノチューブキャパシター開発プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「カーボンナノチューブに関する標準化調査事業」

文部科学省科学研究費補助金「機能性カーボンナノチューブの原子レベル構造解析」

独立行政法人科学技術振興機構「自己組織プロセスにより創製された機能性・複合 CNT 素子による柔らかいナノ MEMS デバイス」

独立行政法人科学技術振興機構「低加速高感度電子顕微鏡の開発とソフトマターの分子・原子レベル観察実験への応用」

独立行政法人科学技術振興機構「SWNT 量産用自動直径制御合成システムの構築と SWNT 加工プロセス基礎技術の開発」

独立行政法人科学技術振興機構「分子内包によるカーボンナノチューブ機能材料の創製」

独立行政法人科学技術振興機構「超分子ナノチューブアーキテクニクスとナノバイオ応用」

発 表：誌上発表61件、口頭発表153件、その他18件

#### スーパーグロース CNT チーム

(Super Growth CNT Team)

研究チーム長：畠 賢治

(つくば中央第5)

概 要：

画期的なカーボンナノチューブの合成法、スーパーグロース法（水添加化学気相成長法）を開発し、基板から垂直配向した単層カーボンナノチューブを高効率に高純度で成長させることに成功した。このスーパーグロース法の基本技術をもとに、大面積化による基板から垂直配向した単層カーボンナノチューブの量産技術の開発、それらの高エネルギー密度キャパシターへの応用、シート状に垂直配向した単層カーボンナノチューブから配向単層カーボンナノチューブ集合体基板の創製と微小電気機械素子（MEMS デバイス）への応用、電界放出形ディスプレイの電極基板への直接成長による電界放出形ディスプレイへの応用と多岐にわたる研究開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 流動気相成長 CNT チーム

(Direct Injection Pyrolytic Synthesis Team)

研究チーム長：斎藤 毅

(つくば中央第5)

概 要：

直噴熱分解合成法（DIPS 法）を用いた単層カーボンナノチューブ（SWCNT）の量産的合成技術および直径制御合成技術を高度化し、SWCNT をそれぞれの産業応用に適した構造（直径、長さ、カイラリティ）に合成・分離する技術を確立する。加えて、薄膜化・紡糸といったそれぞれの応用に適した形態に加工する基盤技術を開発し、企業との共同研究を積極的に推進することを通して高強度構造材料やエレクトロニクス、医療等の多方面に及ぶ実用化・産業化を実現す



る。さらに、ナノチューブの国際標準化が進められている中、産総研の成果である超高純度・高品質ナノチューブを用いて行政ニーズであるナノチューブ関連の国際標準化に寄与し、イニシアティブを確保する。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 有機ナノチューブチーム (Organic Nanotube Team)

研究チーム長：浅川 真澄

(つくば中央第5)

概要：

集合様式のプログラムが書き込まれたある分子は水や有機溶媒中で自己集合してナノメートルサイズのチューブをはじめとする種々ナノ構造体を形成する。このボトムアップ型有機ナノ構造形成手法を使うと、これまで半導体産業を支えてきたトップダウン型微細加工技術と比較して、少ないエネルギーで容易に複雑な3次元ナノ構造体を作ることができる。当研究チームでは、有機ナノチューブを代表とするこれらナノ構造体の大量合成・高度化研究開発を行うとともに、幅広い業界、業種の民間企業と共同し、安心・安全なボトムアップ型有機ナノ材料としての DDS 素材（医療）、機能性食品（食品・健康）、機能性肥料（環境・農業）などを目指した用途開発研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 3

#### バイオナノチューブチーム (Bio-nanotube team)

研究チーム長：増田 光俊

(つくば中央第5)

概要：

親水部と疎水部を有する両親媒性分子は、自己集合によって中空のナノチューブ、繊維状のナノファイバーなどのナノ材料を形成する。この自己集合などのボトムアップ手法による材料創成は、シンプルかつ省エネルギーな製造プロセスであるため、今後の新規ナノ材料の形成手法として期待されている。本手法で生み出される有機ナノチューブ材料は中空ナノ空間を有し、比較的生体適合性の高い脂質分子から構成されているため、分析・医療・ナノバイオ分野での応用が期待されている。当チームでは、これらの有機ナノチューブ材料の応用・実用化に必要な要素技術であるサイズ制御技術や合目的に種々の機能性材料で修飾・複合化する技術（ナノチューブのテーラーメイド化技術）の確立を目指している。また、これらの技術を駆使したテーラーメイド型の有機ナノチューブ群の創成とこれらをコア材料とした分野横断的な応用研究を連携しながら取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 4

#### 機能性ナノチューブチーム (Functional Nanotube Team)

研究チーム長：湯田坂 雅子

(つくば中央第5)

概要：

カーボンナノチューブの化学加工は、いまだに基礎的段階が確立されていない。そこで、ナノチューブが持つ官能基の種類と数を制御する方法を見出すとともに、官能基の適切な評価法を探索し、化学修飾カーボンナノチューブを用いて高品質な高分子分散系を作製し、透明電極やフレキシブルトランジスターの製作に役立つようにする。

また、カーボンナノチューブやナノホーンの化学加工では、多目的加工が容易であり、カーボンナノチューブの応用範囲が広がる利点を生かして、カーボンナノチューブを用いたドラッグデリバリーシステムを作成する。例えば、カーボンナノチューブ内外に薬剤分子を担持させ、さらに、カーボンナノチューブに標的分子、水溶化分子、可視化分子などを付加することで、より良いドラッグデリバリーシステムの作製を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 5

#### カーボン計測評価チーム (Nano-Scale Characterization Team)

研究チーム長：末永 和知

(つくば中央第5)

概要：

カーボンナノチューブやフラーレン、グラフェンなどのナノカーボン物質の多様な構造を正確に把握し、そこで生じる特異な物理・化学現象の実験的検証を進めることは、ナノカーボンの科学の探求と画期的な応用法の確立の両面において、極めて重要な課題である。

超高感度電子顕微鏡装置開発を通じ、これまで困難であったナノカーボン材料における原子レベルでの元素同定や構造解析法を実現する。それとともに、これら評価技術を駆使した新たなナノカーボン材料のナノスペース科学の構築とその応用を目指した研究開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 6

#### ナノ物質コーティングチーム (Nano-coating Team)

研究チーム長：長谷川 雅考

(つくば中央第5)

概要：

ナノ結晶ダイヤモンド薄膜（ナノダイヤモンド薄膜）およびナノチューブ/ナノダイヤモンドのハイブリッド材料を中心としたナノ材料コーティング技術の開発および構造、物性、機能等の評価解析を行うことにより、機械的機能あるいは化学的・電気的機能に優れ、環境に適合す

るコーティング製品を開発することを目的としている。

ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイヤモンドの成膜技術を開発するとともに、さらにナノカーボン材料/ナノ結晶ダイヤモンド機能性材料の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目7

-----  
**[テーマ題目1] ナノテクノロジープログラム/カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト**

**[研究代表者]** 飯島 澄男

(ナノチューブ応用研究センター)

**[研究担当者]** 飯島 澄男、湯村 守雄、畠 賢治、二葉 ドン、山田 健郎、羽鳥 浩章、棚池 修、岡崎 俊也、斎藤 毅、保田 諭、Ming Xu、佐藤 潤一、山田 真帆、何 金萍、鄭 淳吉、後藤 潤大 (常勤職員9名、他7名)

**[研究内容]**

本プロジェクトは、従来の活性炭を電極に用いたキャパシタの代わりに、カーボンナノチューブを用いた高性能キャパシタを開発するために、スーパーグロース合成手法を用いてカーボンナノチューブ量産化技術およびキャパシタ製造技術を確立することが目的である。この目標を達成するため、カーボンナノチューブ量産化技術に関する基礎的研究を行い、以下の5つの開発項目を行った。

① 触媒・助触媒・基板の研究

湿潤触媒製膜方法において、塗布溶液の長期保存安定性および塗布の安定性を向上させることができた (塗布不良が発生する頻度が減少した)。また、基板の単位面積当たりのカーボンナノチューブの収量が従来よりも1.5倍向上して、ウェット触媒のカーボンナノチューブ成長の改善傾向を見出すことに成功した。カーボンナノチューブ生産における低コスト化のために、触媒基板の再利用プロセスについて検討した。一度カーボンナノチューブを成長させた使用済みの触媒の上に、新しい触媒を積層することで基板を再利用する新しいプロセスを開発した。このプロセスによって、10回以上の基板再利用に成功した。金属基板を何度も繰り返し CVD にかけてカーボンナノチューブが生産可能である、という知見を得ることができた。

② 大面積化カーボンナノチューブ合成技術の研究

A4サイズ基板に成長させた単層カーボンナノチューブ構造体の品質評価を詳細に行った結果、面内の不均一性が新しい課題として判明した。また、スーパーグロース大面積 CVD 合成装置検討システムでのカーボンナノチューブ成長の再現性が低いという課題もあったが、原因解明のための対策・実験を

継続したことで再現性向上の可能性を見出すことに成功した。流体シミュレーションによって、連続合成検討システム (連続炉) に搭載する各種要素技術について、カーボンナノチューブ合成に最適なガス給排気系を設計し、連続合成検討システム (連続炉) を立ち上げることに成功した。その後、実験条件を最適化することにより、従来法とほぼ同等の単層カーボンナノチューブ構造体を合成することに成功した。

③ 長尺化・高効率カーボンナノチューブ合成技術の研究

基板面積当たりの収量を増加させるために、反応ガスの流量および熱履歴を最適化する合成法の開発を開始した。炭素効率20% (従来比2倍)、平均収量  $7.5 \text{ mg/cm}^2$  (従来5倍)、比表面積  $1100 \text{ m}^2/\text{g}$  (従来と同等) を達成した。これにより基本計画の成長効率100,000%以上、炭素効率10%以上、生産速度  $0.03 \text{ g/h}\cdot\text{cm}^2$  を達成した。

④ 構造制御カーボンナノチューブ合成技術の研究

成長前の触媒形成プロセスの温度、触媒還元水素量、トータルガス流量といった合成条件を変化させることにより、カーボンナノチューブ構造体中のカーボンナノチューブのサイズ、密度、高さ、収量の制御を行った。触媒形成プロセス調整で直径制御 ( $1.9\sim 3.2 \text{ nm}$ ) に成功した。

⑤ 最適カーボンナノチューブ探索及び合成技術の研究

高効率 CNT 合成および触媒形成プロセス調製 CVD 装置で合成したカーボンナノチューブを用いたキャパシタを試作し、基本性能を評価した。

⑥ 単層カーボンナノチューブ標準化のための計測評価技術の開発

単層カーボンナノチューブ標準化のために UV 吸収、蛍光発光法およびラマン分光法を用いた単層ナノチューブの直径評価技術を開発し、得られた結果を ISO 標準化に向けたワーキングドラフトに反映させた。

**[分野名]** ナノテク・材料・製造

**[キーワード]** カーボンナノチューブ、スーパーグロース、カーボンナノチューブ状構造体、キャパシタ

**[テーマ題目2] DISP 法による超高品質単層カーボンナノチューブの量産技術と材料加工技術開発およびその応用探索**

**[研究代表者]** 斎藤 毅 (流動気相成長 CNT チーム)

**[研究担当者]** 斎藤 毅、大森 滋和、ビカウ シュクラ、小林 明美、大和田貴子、橋本 裕 (常勤職員1名、他5名)

## [研究内容]

本研究では単層カーボンナノチューブ (SWCNT) を高効率低コストで大量に製造可能なプロセスである直噴熱分解合成法 (DIPS 法) の開発と、この合成プロセスで得られる超高品質 SWCNT を材料として加工するための技術およびその応用探索を行っている。平成20年度における進捗を以下に述べる。

DIPS 法では炭素源の導入量によって SWCNT の平均直径を比較的選択的に制御することが可能である。しかしながら、各直径で収率や純度のばらつきが大きく、特に細い SWCNT (直径 $\sim 1$  nm 以下) の合成において収量の低下や多核芳香族炭化水素 (polynuclear aromatic hydrocarbons: PAH) などの副生成物が著しいことがわかってきた。CNT トランジスタなど SWCNT の半導体特性を利用した応用分野においては比較的広いバンドギャップを有する直径の細い SWCNT が適しているため、量産技術開発が望まれている。そこで本研究ではこれまで検討してこなかった様々なパラメータ、特に反応温度に関して検討を行い、反応温度が合成に及ぼす影響を評価するとともに、高純度で直径分布の狭い、直径1 nm 以下の細い SWCNT の合成条件を最適化し、カイラリティ制御の可能性を検討した。反応温度が1075 °Cの時に光吸収スペクトルで観測される PAH 由来の鋭い一連のピークが、1000 °C前後においては観測されなくなり、さらに900 °C以下に下げると半導体 SWCNT の  $E_{11}$  バンドの吸収ピークの形状が変化しはじめ、やや太い SWCNT が合成されはじめるとともに収量が減少することが観測された。このことから DIPS システムでは900 °C以上で効果的に SWCNT の合成が可能であり、細い SWCNT 合成時の副反応を抑制するために適した反応温度は1000 °C程度であるという結論を得た。こうして PAH 由来の光吸収を減少させることができるようになったため、これまで検討されてこなかった SWCNT の高エネルギー (紫外) 領域の光吸収特性に関して様々な直径で細かい解析が可能となり、これらのピークのシフト位置も SWCNT のファンホープ特異点間の電子遷移由来の光吸収ピークと同様に SWCNT の直径によって系統的かつ特異的に変化していることが明らかとなった。これらのことは SWCNT の光学的物性物理において新規な現象であり、さらにこれら紫外領域の光吸収分光を SWCNT の直径評価指標として適応できる可能性を示しており、極めて興味深い。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] ナノチューブ、CVD

## [テーマ題目3] 有機ナノチューブの大量合成・高度化研究開発

[研究代表者] 浅川 真澄 (有機ナノチューブチーム)

[研究担当者] 浅川 真澄、青柳 将、小木曾 真樹

(常勤職員3名)

## [研究内容]

有機ナノチューブ大量合成技術をさらに高度化し、幅広い業界、業種の民間企業と共同し、安心・安全なボトムアップ型有機ナノ材料としての DDS 素材 (医療)、機能性食品 (食品・健康)、機能性肥料 (環境・農業) などの実用化とカーボンナノチューブ、有機ナノチューブ両材料の接点として、ナノチューブの化学加工や複合化をもとにバイオ応用等を目指した高機能性ナノチューブの開発を目的とする。平成20年度は、有機ナノチューブの実用化を実現するために、大量製造方法の高度化と新たな大量製造可能な化合物の探索、高機能性ナノチューブの開発を行った。

また、有機ナノチューブを用いて、タンパク質をはじめとする種々のゲスト物質の包接および徐放特性を評価した。当該チームでは、これまでに表面に水酸基あるいはカルボキシル基をもつ2種類の有機ナノチューブの大量製造方法を開発してきたが、平成20年度は、表面に金属イオンを持つ有機ナノチューブの大量製造方法を開発した。金属錯体タイプ有機ナノチューブは、3種類目の大量製造可能な有機ナノチューブとなる。有機ナノチューブの内外表面および膜中に存在する金属イオンを利用することで、比表面積の大きな触媒や、DNA やタンパク質などの機能性物質を分離する材料として期待される。

また、鑄型合成により金属ナノ構造体へ変換することで、電子・磁気・光学材料としての応用も考えられ、医療・食品・バイオ・エレクトロニクスなど様々な分野での応用が期待される。高機能性ナノチューブの開発としては、銀イオンが配位した有機ナノチューブを光還元することで、4~5 nm 程度の銀ナノ粒子がナノチューブの膜中に埋め込まれた世界にも類のないハイブリッドナノチューブの形成に成功した。また、有機ナノチューブとカーボンナノチューブのハイブリッド化に関しても検討を進め、足がかりとなる成果を得ている。有機ナノチューブによるゲスト包接及び徐放特性の評価としては、有機ナノチューブに室温で、CD (シクロデキストリン) の水溶液を加えると、板状結晶へと変化することを見出した。有機ナノチューブを構成する両親媒性分子は、水中で CD と包接錯体を形成されるためであると考えられる。有機ナノチューブを温和な条件で容易に分解できることにより、その適用範囲が広がると期待できる。さらに、水溶液中に分散したナノチューブを高周波電界により配向させ、個々のナノチューブの長さを測定することで、長さ分布の測定に成功した。この技術を用いるとゲスト物質としてタンパク質や核酸などを内部に取り込んだ有機ナノチューブの運動制御が可能となり、医療・健康・ナノバイオ分野など幅広い応用展開が期待される。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 自己集合、有機ナノチューブ、金属錯体、

包接・徐放

**【テーマ題目4】有機ナノチューブ、ナノファイバーの  
テララーメイド化技術の確立**

**【研究代表者】** 増田 光俊

(バイオナノチューブチーム)

**【研究担当者】** 増田 光俊、南川 博之、亀田 直弘、

Lee Soo Jin, Ding Wuxiao,

田中 明日香、和田 百代

(常勤職員3名、他3名)

**【研究内容】**

分子の自己集合などのボトムアップ手法で得られる有機ナノチューブ・ナノファイバー系材料をキーマテリアルとして用い、診断、創薬等での課題解決、革新的な手法の提供に貢献し、医療・ナノバイオ分野での独創的な応用・実用化を実現することを目的とする。このための基盤となる以下の技術やナノ材料群を創製する。具体的には、合目的に有機ナノチューブの表面をデザイン・修飾する技術（テララーメイド化技術）、DNA、タンパク質等との複合化技術（ハイブリッド化技術）を確立する。また、これらの技術を駆使して生み出される均一な形態、サイズ、機能性をもつテララーメイド型の有機ナノチューブ群の創成とそのナノ空間特性などの基本物性の解明によって、ナノチューブ系材料の実用化に資することを旨とする。

平成20年度は、極微量のタンパク質を超高感度で検出可能なセンシング用ナノチューブの開発を行った。すなわちチューブ内表面への蛍光性官能基を配置するための新たな分子設計を行った。合成した分子と有機ナノチューブを形成する分子との自己集合によって、世界最小の10 nm 前後の内径を持ち、内表面にタンパク質検出用の蛍光性官能基を有するナノチューブの構築に成功した。このセンシング用ナノチューブと蛍光タンパク質を混合すると、両者の静電的な引力によってナノチューブ内にタンパク質が包接される。同時にタンパク質とナノチューブ内表面の蛍光性官能基の間で蛍光エネルギーの移動が引き起こされ、ナノチューブ自身が蛍光発光する。これらの現象により、包接されたタンパク質の超高感度検出が可能となった。これらはタンパク質の超高感度分析において必要不可欠な要素技術である。さらに、本ナノチューブ中にタンパク質を包接させることで、その熱安定性の大幅な向上が見られることをナノチューブ構造としては世界で最初に見出した。バルク水溶液との比較においては25℃以上の安定化が可能である。詳細な解析からこれらの現象はナノ空間中での水の物性変化に由来していることが示唆され、ナノチューブ構造に特有の現象であることを解明した。

また、有機ナノチューブに保持した DNA や蛍光分子などの放出実験においては、従来のリン脂質からなる球状小胞体（リボソーム）では困難とされてきた pH や温

度などの外部刺激による薬剤放出制御に成功した。すなわち、内表面に正電荷を有する有機ナノチューブは、負電荷をもつ DNA や蛍光分子を効率的に包接することができる。この内表面の正電荷は分散液の pH を変えることで、消失させることが可能である。このため、pH を制御することによって、効率的に内包された DNA や蛍光分子を放出できることが明らかとなった。また、これらの有機ナノチューブはある温度以上に加熱するとより流動性の高い状態に相転移する。使用した有機ナノチューブは65℃付近にこの相転移温度を持つが、その温度以上に加温すると、同様に内包していたこれらのゲスト分子を放出することが明らかとなった。

**【分野名】** ナノテクノロジー・材料・製造

**【キーワード】** ボトムアッププロセス、ナノ材料、ナノチューブ、ナノファイバー、医療用材料、バイオチップ

**【テーマ題目5】ナノホーンのドラッグデリバリー応用**

**【研究代表者】** 湯田坂 雅子

(機能性ナノチューブチーム)

**【研究担当者】** 湯田坂 雅子、張 民芳、入江 路子、

藤波 貴子、Xu Jianxun

(常勤職員1名、他4名)

**【研究内容】**

ナノチューブやナノホーンが実用に適するように、化学修飾および形状制御を行った。そのために、必要なナノカーボン特有の処理法を検討した。また、得られたものの構造や性質の独特な観察法あるいは計測法も検討した。化学修飾や構造制御をした効果をドラッグデリバリー応用研究により確認し、大きな効果があることを明らかにした。

また、ナノホーンに抗がん剤を担持させ、ドラッグデリバリー応用のための基礎研究を行った。その結果、ナノホーンを用いると抗がん剤の効果が上がることがわかった。

**【分野名】** ナノテクノロジー・材料・製造

**【キーワード】** ナノチューブ、ドラッグデリバリー

**【テーマ題目6】カーボン計測制御技術の開発**

**【研究代表者】** 末永 和知 (カーボン計測評価チーム)

**【研究担当者】** 末永 和知、佐藤 雄太、劉 崢、

越野 雅至、小林 慶太、廣瀬 香里、

小林 めぐみ、Jin Chuanhong、

新見 佳子、鈴木 浩紀

(常勤職員4名、他6名)

**【研究内容】**

カーボンナノチューブ応用のための要素技術開発として、超高感度電子顕微鏡装置開発を通じ、これまで困難であった新炭素系物質における原子レベルでの元素同定や構造解析法を実現する。それとともに、これら評価技

術を駆使した新炭素系物質のナノスペース科学の構築とそれを制御した新機能発現とその応用を目指した研究開発を行う。

また、化学反応の素過程の観察や単分子の構造解析など化学・生物分野への電子顕微鏡解析手法の展開を図る。新しい収差補正技術の確立や試料作製技術などの発展にも貢献する。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 電子顕微鏡、ピーポッド、内包フラーレン、光学測定

#### 【テーマ題目7】 ナノ物質コーティング応用研究開発

【研究代表者】 長谷川 雅考

(ナノ物質コーティングチーム)

【研究担当者】 長谷川 雅考、石原 正統、金 載浩、津川 和夫、川木 俊輔

(常勤職員3名、他2名)

#### 【研究内容】

ナノダイヤモンドコーティングのシリコン・オン・ダイヤモンド(SOD) 応用を目標に、成膜装置の準備、基礎特性の評価を実施する。ナノカーボン材料/ナノダイヤモンド機能性材料開発および SOD 応用開発で重要なナノダイヤモンドの熱伝導特性の測定法を確立し、熱伝導特性の向上技術を開発する。鉄系基材へのナノダイヤモンドコーティングによる摺動応用について実用レベル試験(LFW 試験)に耐える密着強度および低摩擦係数を実現する。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ナノ結晶ダイヤモンド薄膜、マイクロ波プラズマ CVD、シリコン・オン・ダイヤモンド、熱伝導特性、摺動特性、カーボンナノチューブ/ナノ結晶ダイヤモンド複合材料

### ㊸ 【ネットワークフォトンクス研究センター】

(Network Photonics Research Center)

(存続期間：2008.10.1～)

研究センター長：石川 浩

副研究センター長：挾間 壽文

所在地：つくば中央第2

人員：13名(12名)

経費：491,253千円(173,336千円)

#### 概要：

インターネットの普及で映像情報を中心として通信トラフィックが大きく増加している。これに対応してネットワークの消費電力が急激に増大している。今後、ネットワークを活用して、より効率的で安全、安心な社会を形成していくためには、低消費電力で、大量の

情報を扱うことの出来るネットワークインフラを構築して行く必要がある。このために、我々は IP をベースとした従来のネットワークに加えて、大幅な低消費電力化が期待できる光の回線交換を用いた光パスネットワークを提案しており、これに向けた研究開発を科学技術振興調整費「先端融合領域イノベーション拠点」の課題「光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点」で推進している。また、今後増大していく、高精細画像情報を中心とした、巨大情報に対応するために、160 Gb/s の超高速の光伝送装置の研究開発を NEDO プロジェクト「次世代高効率ネットワークデバイス技術」で進めている。

先端融合領域イノベーション拠点では、光パスネットワークでの経路切り替え用のスイッチとして、小型・大規模化が可能なシリコンフォトニクスを用いたスイッチの開発を進めた。これまでに、リッジ導波路、メサ型導波路の両者で、熱光学効果を用いた干渉計型スイッチの動作を確認した。今後具体的な集積スイッチに向けて研究を進める。また、ファイバの分散補償技術では、ファイバの非線形性を用いた4光波混合による波長変換と、逆分散のファイバを組み合わせた、パラメトリック分散補償技術を開発している。これまでに励起光をチューニングすることで、1 THz 以上の帯域で高分散補償の原理を実証した。また、この技術をベースに、可変遅延制御の技術を開発した。

今後増大していく画像情報については、NEDO プロジェクトで、実時間で高精細の映像情報を伝送するための160 Gb/s の超高速の送受技術の研究開発を進めている。光時分割多重方式を採用して、必須になる160 Gb/s 以上の超高速で動作する全光スイッチやその他の必要なデバイスをハイブリッド集積した、160 Gb/s 光トランシーバの研究開発を進めている。応用として、放送局舎内でスーパーハイビジョンなどの高精細映像を配信する光 LAN に適用することを目指している。具体的には、InGaAs/AlAsSb 半導体量子井戸の伝導体での離散的な準位間の電子の遷移(サブバンド間遷移)による超高速全光位相変調効果を用いた干渉計型全光スイッチを開発、これをシリコン微細導波路とハイブリッド集積した、小型の160 Gb/s の光時間多重ネットワークインターフェースカード(NIC)の開発を進めている。これまでに、個別デバイスを用いた160 Gb/s の信号処理に成功している。

以上の研究開発に加えて、InGaAs 系のサブバンド間遷移スイッチより高速性に優れたII-VI族のサブバンド間遷移素子の開発も進めた。特に、量子井戸をSiO<sub>2</sub>の中に埋め込んで光閉じ込めを大きくして低エネルギー動作を目指す研究では、その効果が確認された。今後 InGaAs 系のサブバンド間遷移スイッチにも適用していく予定である。また、シリコンフォトニクスを用いた光アイソレータについても研究を進めた。

(つくば中央第2)

外部資金：

文部科学省 科学技術振興調整費「先端融合領域イノベーション創出拠点」「光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点」

総務省 戦略的情報通信研究開発制度「サブバンド間遷移超高速光スイッチの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代高効率ネットワークデバイス技術開発」

文部科学省 科学技術補助金 特別研究員奨励費 「非相移相型光アイソレータの高機能化に関する研究」

文部科学省 科学技術研究補助金 特定領域「超高速全光スイッチの低エネルギー動作化と光信号処理デバイスへの展開」

日本学術振興会 外国人特別研究員事業 「サブバンド間遷移長高速光スイッチの低エネルギー動作化に関する研究」

発表：誌上発表35件、口頭発表57件、その他2件

超高速光デバイス研究チーム

(Ultrafast Optical Device Research Team)

研究チーム長：畝塚 治彦

(つくば中央第2)

概要：

160 Gbit/s 以上の超高速光通信に資する光デバイスの研究を進めている。励起電子の超高速緩和が可能なⅢ-V族およびⅡ-VI族化合物半導体の量子井戸のサブバンド間遷移を利用した、超高速光ゲートスイッチの実現を目指した研究に注力している。このため、量子井戸層内の電子有効質量、バンドオフセットの同定や、TM光によるTE光への位相変調機構の解明のような基礎的な研究から、量子井戸構造の理論的実験的な最適化による光位相変調効果の増大を目指した材料研究や、周期構造による位相変調効率の増大やSiO<sub>2</sub>埋め込み構造によるスイッチングエネルギーの低減を目指したデバイス構造の研究、さらに、サブバンド間遷移光スイッチを干渉計に組み入れた光ゲートスイッチモジュールの開発まで、材料の基礎研究からデバイス動作の実証まで幅広く研究を進めている。

研究テーマ：テーマ題目1

ナノフォトニクス集積研究チーム

(Nanophotonics Integration Research Team)

研究チーム長：河島 整

概要：

光通信機器が、今後も、トラフィック拡大の要求に答えていくためには、光スイッチや光源、受光器などの個別デバイス、更には論理回路を組み合わせ、より高度な処理機能を備えたモジュールにすることと、そのための次世代集積技術が求められている。これまで石英平面光回路 (Planar Light Circuit, PLC) が、集積化のプラットフォームとなる導波路系として利用されてきたが、SOI を基に作製されるシリコン光導波路は、石英系を凌駕する集積密度を実現するプラットフォームとして注目を集めている。当チームでは、シリコン光導波路や分・合波器など基本素子の低損失化、光入出力効率の改善といった基盤技術の開発に取り組むとともに、シリコン光導波路系に化合物半導体のアクティブデバイスを組み込むハイブリッド集積技術、光パス網の実現に必要な大規模光クロスコネクタ (マトリックススイッチ) の研究開発を進めている。高い消光比、広帯域、低損失を設計時から優先的に重視している。

研究テーマ：テーマ題目2

光信号処理システム研究チーム

(Optical Signal Processing System Research Team)

研究チーム長：並木 周

(つくば中央第2)

概要：

将来のネットワーク像を模索し、システムにおける光の役割を検討・提案しながら、光ネットワークの実現を目指す研究を進めている。光機能性材料・デバイスを活用した光信号処理システム、特に、非線形光学現象を用いる新しい光信号処理の提案を行い、システムレベルでの検証を行う。光ネットワークの要素技術として、波長変換、可変分散補償、遅延制御、光信号再生などを優先的な課題としている。非線形光学材料として、高非線形ファイバ、ニオブ酸リチウム、シリコン導波路、化合物半導体などを用いている。このチームでは材料開発は行わないため、ネットワークフォトリクス研究センターや光技術研究部門など産総研内の関連部門だけでなく、国内外の先端研究グループとの材料に関連した連携・シナジーを積極的に追及している。ネットワークレベルなど上位レイヤーでの検討評価についても、内外の関連研究グループとの連携を目指している。

研究テーマ：テーマ題目3

[テーマ題目1] 超高速全光スイッチ (運営交付金、総務省戦略的情報通信研究開発制度、文部科学省科学技術研究補助金、日本学術振興会科研費補助金、独立行政法人新エネ

## ルギー・産業技術総合開発機構プロジェクト)

[研究代表者] 鋏塚 治彦

(超高速光デバイス研究チーム)

[研究担当者] 物集 照夫、秋本 良一、小笠原 剛、永瀬 成範、挾間 壽文、秋田 一路、牛頭信一郎、Cong Guangwei、Lim Cheng Guan

(常勤職員6名、他4名)

## [研究内容]

160 Gb/s 以上の超高速領域で動作する量子井戸のサブバンド間遷移を用いた全光スイッチを目指して研究を進めている。III-V族化合物半導体を用いたスイッチとII-VI族化合物半導体を用いたスイッチの開発を並行して進めている。二つの材料系について研究を進めることにより、サブバンド間遷移スイッチの物理が明快になり、より高性能のスイッチの実現に繋げることを狙っている。

III-V族化合物半導体を用いたスイッチでは、TM 偏光の制御パルスで、TE 偏光の光に深い位相変調が掛かる新しい現象である全光位相変調効果を用いて、空間光学系の干渉計と組み合わせたゲートスイッチモジュールを開発し、2 pJ のゲートパルスエネルギーで160 Gb/s から40 Gb/s への多重分離動作や、160 Gb/s 信号の波長変換動作を実証した。また、量子井戸の構造の理論的、実験的な最適化を行い、光位相変調効果として0.7 rad/pJ を達成した。位相変調効果をさらに増大させることを狙ってより精密な量子井戸設計と製作を可能とするため、フォトリフレクタンス法による、エネルギー準位の同定と、これに基づく、量子井戸層における電子の有効質量、バンドオフセットの同定などの基礎的な研究も引き続いて行った。また、周期構造による光の反射を用いた位相変調効率の増大を目指した研究も推進した。

II-VI族化合物半導体を用いたスイッチの研究では、サブバンド間遷移光スイッチの低消費スイッチングエネルギー化に向けて、SiO<sub>2</sub>の中に、量子井戸を埋め込むという構造のデバイスの開発を進めた。これにより、量子井戸への光閉じ込めが強くなり、吸収飽和型のスイッチ動作で、スイッチングエネルギーが低減する効果を確認できた。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 超高速光スイッチ、サブバンド間遷移、量子井戸、位相変調

[テーマ題目2] ハイブリッド集積技術(運営交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構プロジェクト、科学技術振興調整費・先端融合イノベーション創出拠点)

[研究代表者] 河島 整

(ナノフォトニクス研究チーム)

[研究担当者] 金高 健二、須田 悟史、挾間 壽文、(常勤職員4名、他4名)

## [研究内容]

ハイブリッド集積によるサブバンド間遷移素子を用いた超小型干渉計型のスイッチ、半導体デバイスとシリコン導波路とのハイブリッド集積による小型の超高速光トランシーバを目指した研究開発を行った。シリコン細線導波路の形成技術の開発を行い、SOI 基板を用いたリッジ導波路、細線導波路の基本的作製技術を開発した。これを用いて、リッジ導波路では、熱光学効果を用いた干渉計型スイッチを製作してその動作を確認した。また、半導体チップとシリコン細線導波路との高効率の光結合を実現するための光結合構造の設計を行った。さらに、シリコン導波路を持ちいた光アイソレータについても研導波路作成技術を中心に研究を行った。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] キーワード: 超高速光スイッチ、ハイブリッド集積、シリコン細線導波路、PLC

[テーマ題目3] 光信号処理システム(運営交付金、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構プロジェクト、科学技術振興調整費・先端融合イノベーション創出拠点)

[研究代表者] 並木 周

(光信号処理システム研究チーム)

[研究担当者] 黒須 隆行、Petit Stephane

(常勤職員2名、非常勤職員1名)

## [研究内容]

共通基盤技術としては、160 Gbps 伝送システムの評価技術、超短光パルス整形・伝送技術、高性能光波形観測技術などの構築を進めた。研究テーマでは、平成21年度に予定している NEDO プロジェクトにおける NHK、富士通とのスーパーハイビジョン映像接続伝送共同実験の準備を進めた。その一環として、テーマ題目1および2で開発される集積型量子井戸のサブバンド間遷移を用いた全光スイッチを活用した超高速光 LAN システムに関する研究として、全光 NRZ-RZ 信号変換技術に成功し、172 Gbps 光 LAN システムにおける伝送技術の基本部分を構築した。

光パスネットワークの主要技術の一つである、光ファイバの非線形を活用したパラメトリック可変分散補償技術の研究では、1 THz の動作帯域を実証に成功した。さらに、かねて特許出願していた、同技術を拡張したパラメトリック遅延分散チューナの実証に成功し、従来技術では不可能だったピコ秒パルスに対する20ナノ秒以上の連続可変遅延制御に世界で初めて成功した。

科振費拠点活動の一環で、光パスネットワークのあり方を議論するネットワーク・アーキテクチャ・スタデ

ィ・グループの運営を行い、同テーマに関する調査・検討を内外関連部門との連携をしながら進めた。

平成21年度には、スーパーハイビジョン接続伝送共同実験を実施し、パラメトリック可変分散補償技術では超高速伝送の実証と高速切り替えの動作実証を行う予定である。これに伴い共通基盤技術では、光スイッチを用いた光パスネットワークの基礎的なシステム評価技術を構築してゆく。また、光パスネットワークのアーキテクチャについては、具体像を明確化していく。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超高速光 LAN、高非線形ファイバ、可変分散補償、可変光遅延、超短光パルス伝送

## ④【サービス工学研究センター】

(Center for Service Research)

(存続期間：2008. 4. 1～)

研究センター長：吉川 弘之

次 長：橋田 浩一、内藤 耕

主 幹 研 究 員：北島 宗雄

所在地：臨海副都心センター、つくば中央第2、秋葉原事業所

人 員：15名 (14名)

経 費：616, 533千円 (233, 096千円)

概 要：

サービスは GDP においても雇用においても日本経済の7割を占めるようになってきた。特に、今後の少子高齢化などの社会構造変化や、企業の業務効率化のためのアウトソーシングなどによりサービスへの需要は拡大しており、製造業と並んで日本の経済成長の牽引役となることが期待されている。しかし、経済や産業におけるこのような重要性にもかかわらず、近年、サービス産業の生産性の伸び率が低いと言われている。例えば米国では製造業、サービス業の労働生産性上昇率 (1995～2003年) はそれぞれ3.3%、2.3%であったが、日本ではそれぞれ4.1%、0.8%となり、製造業に比べてサービス業の伸びが小さい (OECD compendium of Productivity Indicator 2005)。このような意味でサービスの生産性の向上は急務となっている。こうした状況を背景として、政府レベルの政策においても、サービス産業の生産性向上は重要課題と位置づけられるようになってきた。

本研究センターは、これを受け、研究開発とそれに付随する業務を通じて「サービス生産性向上のための科学的・工学的手法を確立すること」をミッションとする。その成果を通じて良いサービスを実現することにより、社会全体にわたって富の水準を持続的に向上

させることがその目的である。

サービスは社会の構造やサービス利用者のニーズを変えるので、サービスの最適化が完成することはない。したがって、サービスが持続的に発展するためには、仮説-検証サイクルを現場に導入し、現場が自律的に運用し続ける必要がある。それにはまず、サービスに関する仮説の構築とその反証・改良とを支援する技術が、現場で安定的かつ容易に運用可能でなければならない。さらに、仮説-検証サイクルをサービスの現場がスムーズに導入し、自律的に運用し続けるための方法論を明らかにして現場に提供する必要がある。それには、要素技術に関する研究では不十分であるため、サービス工学では、仮説-検証サイクル全体を現場の諸要因に適合させつつ導入し、現場で運用可能とするための導入方法論をも研究の対象とせねばならない。

このような観点から、本研究センターでは、研究における仮説-検証サイクルと現実のサービスのライフサイクルとを融合させる研究の手法を採る。それに基づいてさまざまなサービス事業者と連携しながら、オフィス業務支援、医療・健康サービス、コンテンツ提供、モビリティ支援等の具体的なサービスの生産性向上に関する研究プロジェクトに取り組む。企業や自治体におけるサービスの現場との連携によってこれらを推進すること、またその成果に基づいてサービス事業に対するアドバイザリサービスを行なうことにより、直接的なアウトカムを創出する。

以上を推進する体制として、

●大規模データモデリングの研究

●最適化の研究

●サービスプロセスの研究

というテーマの各々に対応する研究チームを設け、これらが連携して生産性の高いサービスを実現するための研究を進める。具体的には、まずさまざまな知識を総動員することによってサービスに関する仮説としての「設計」を構成し、それを「適用」することによって実現されるサービスの現場においてサービスを提供し受容する人間の行動(知覚、感情、思考、運動など)を「観測」し、そこから得られた大規模データを「分析」した結果に基づいて仮説を反証・改良する、というのが研究における仮説-検証サイクルであるとともにサービスのライフサイクルでもある。

科学的アプローチの本質は経験的事実に基づくモデルの反証・改良にあり、そのアプローチの有効性は事実の客観的・定量的観測およびモデルの記述力と実在性に依拠する。しかしながら、豊かな構造を十分定量的に記述できるようなサービスのモデル化の手法はまだ存在しない。そうしたモデルの枠組を構築し、そのようなモデルを扱う技術を確立することが本センターの主要な技術目標のひとつである。

人間の行動等を客観的に観測するさまざまな技術が



現われているが、そのデータに対応するモデルは比較的単純なものに限定されている。一方、業務プロセスのモデル等の定性的なモデルは複雑な構造を持ち記述力が強いが、定量的なデータによる反証・改良が困難である。本センターでは、こうしたさまざまな技術の組み合わせによってサービスの生産性向上を図りつつ、より一般性の高いモデル化の手法を確立する。

実際の研究活動を機動的に遂行していくために、様々なフィールド研究プロジェクトが互いにフィールドを共有しつつ、他の研究ユニット、大学等の研究機関、産業界等から研究者や技術者が幅広く参画することによって横断的な研究プロジェクトチームを編成する。そして、各研究プロジェクトで得られる成果を速やかに共有し、サービス工学の理論の構築、一般化された方法論の確立を効果的に進めるために、公開ワークショップ等を開催する。特に、サービス科学・工学の理論的な枠組の整備は、サービスに対する科学的・工学的アプローチを普及させる上で必須である。

---

#### 外部資金

経済産業省「平成20年度サービス研究センター基盤整備事業」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C)「形式的検証とウェブオントロジーの融合による大規模情報システム設計支援」

新潟県「都道府県版 EA のあり方に関する研究」

日本ユニシス株式会社「セマンティックワークスペースに関する研究」

独立行政法人日本学術振興会「Web3D とデジタル TV のための人間の動きと実世界環境3次元モデリング」

発表：誌上発表90件、口頭発表104件、その他6件

---

#### 大規模データモデリング研究チーム

(Large-scale Data-based Research Team)

研究チーム長：本村 陽一

(臨海副都心センター)

#### 概要：

サービスの現場で行われているサービス提供者とサービス受容者の活動を、客観的に観測可能な大規模データに基づいて、観測・分析し、計算モデル化を行う。この計算モデルを用いることで、サービスの価値やコストの予測と制御を可能にし、生産性の向上を達成する技術の研究開発を進める。具体的には、人間活動の行動を観測する情報工学的技術、心理学的特性を推定する認知・行動科学的技術、大規模データから潜在的

な意味カテゴリを抽出する数理的手法や計算技術、計算モデルを構築する確率的情報処理技術、計算モデルを用いた統計的制御やシミュレーション技術、これらの技術をサービス現場に実装し、社会化を促進する応用開発技術の研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目4

#### 最適化研究チーム

(Optimized Design Research Team)

研究チーム長：森 彰

(秋葉原事業所)

#### 概要：

よいサービスを設計するための科学的・工学的手法について研究を行っている。具体的には、公共性の高いサービスを対象として、その質と効率の向上が、社会レベルでの課題解決や富の増大につながるようにサービスを設計する手法について研究している。まず、社会的に最適なサービスというものは、一度に実現できるものではなく、さまざまな改善の繰り返しにより達成されるということに留意し、サービス改善のための仮説を検証する仕組みそのものを組み込んだサービスの設計に取り組んでいる。また、再利用可能な部品の組み合わせでサービスを実現することは、コスト低減と信頼性向上に大いに寄与することから、サービスの部品化とその再利用についての研究にも取り組んでいる。得られた知見を設計原理として一般化するには、サービスを記号システムとして捉えて異なるサービスの分析および比較を可能にした上で、社会サービスに共通な設計原理を明らかにしなければならない。こうした分析を可能にするツールの開発にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4

#### サービスプロセス研究チーム

(Service Process Research Team)

研究チーム長：和泉 憲明

(臨海副都心センター)

#### 概要：

サービスプロセスの連携と相互運用により、ライフサイクル全般に関するサービスの創発や改善に関する研究技術プラットフォームを確立させることを目指す。特に、工学的な手法によりサービスの改善や革新を可能とすることを目的として、サービスプロセスに関する分析やサービス設計のためのモデリング、運用のためのサービスプラットフォームの開発などを具体的な研究手段とする。サービスプロセスの分析では、現場で運用されているサービス実施のためのマニュアルや関連システムの仕様書、実働システムのログなど、実運用されている情報資源を対象とし、データレベルの機械学習方法論から、意味レベルのオントロ

ジー工学まで、包括的な分析を適用する。形式モデルに基づくプロセスモデルに基づいて、設計の方法論を確立させるとともに、編集などを可能とするソフトウェアプラットフォームの開発を行う。そして、サービスのモデルやプロセスなどを実証適用することにより、ライフサイクル全般の方法論を確立させる。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目4

### 【テーマ題目1】社会化技術の研究

【研究代表者】本村 陽一

(大規模データモデリング研究チーム)

【研究担当者】本村 陽一、蔵田 武志、大隈 隆史、  
興梠 正克、石川 智也、羽瀨 由子、  
宮本 亜希、新佐 絵吏、石垣 司、  
陳 希、Thangamani Kalaivani、

西田 佳史、小高 泰

(常勤職員6名、他7名)

#### 【研究内容】

サービス工学とは、社会における実際のサービスに踏み込んで、これを科学的・工学的研究の対象とする企てである。これを社会と独立に研究することは不可能であり、観測・分析・設計・適用を可能にする技術や研究活動そのものが現実社会に受け入れられることが必然的に求められる。社会の中に受け入れられていくプロセスは社会学の中では社会化 (socialize) と呼ばれている。本チームでは、我々が目指す研究や技術がどのように社会化され得るのか、ということを常に念頭におき、開発した技術が社会化される条件や、サービス工学が研究コミュニティにおいて社会化される条件、さらにサービス活動や生活者自体が社会化していくことを支援するような技術の要件などを明らかにすることで、サービス工学の理論体系の構築に貢献することも目標とする。具体的には、i) 安価で実用性の高い (商用化の実績もある) 独自の加速度センサ、超音波センサ技術、位置同定技術、仮想現実化技術、ベイズ推定技術などを適宜組み合わせることで実現する高度な行動分析を実サービスの中で活用する研究、ii) 社会心理学、行動科学、行動分析学的技法を駆使しながら、実サービスの中に現れる人間の心理学的特性を分析する手法の研究、iii) 人間の行動と心理学的特性の間の関係を共通の意味として対応づけるために、観測された大規模データに基づいてカテゴリ化する技術として「確率的潜在的意味解析」と呼ぶ数理的手法と効率の良い計算方法の研究を行う。i) ~ iii) の技術を組み合わせることで、サービス現場に新たな価値をもたらす観測・分析・最適化システムを導入し、実社会で運用することを通じて、はじめて継続的な大規模データの入手が可能となる。このように新規技術を社会に実装することが「社会化 (socialize)」であり、それを可能にする条件や技術要件などを研究の実践を通じて探索する。実フィールドへのアプローチとしては経済産業省

委託費事業のパートナー企業、ならびにサービス工学研究センターに今年度設置した医療サービスコンソーシアムの参加企業などとの連携を積極的に行っている。期待される成果としては、i) 要素技術や手法そのもの、ii) 副産物としてのデータやソフトウェア、iii) 要素技術を社会に導入するための知見 (成果の社会化) に分類できる。i) は研究発表論文や特許、ii) は企業へのライセンスや、大学や他の研究者への公開情報としても顕在化できるが、サービス工学の研究は既存学問領域や分野の枠組みに収まらない新たな試みにこそその特色があり、そのアウトプットは顕在化すること自体が困難であることも多いと考えられる。そこで、「社会化」の方法を常に意識し、既存学問領域や分野へのアウトプットでなくとも、実フィールドに対して「社会化」できることを重要視して考える。つまり、成果の出口や形式については幅広くとらえ、実証的研究を機動的に実行することで、本格研究として早期の社会実装を可能にするメタな研究を課題として意識しながら研究を進めている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】サービス工学、本格研究

### 【テーマ題目2】サービス設計手法の研究

【研究代表者】森 彰 (最適化研究チーム)

【研究担当者】森 彰、宮下 和雄、山本 吉伸、  
神谷 年洋、江渡 浩一郎、橋本 政朋、  
泉田 大宗 (常勤職員5名、他2名)

#### 【研究内容】

さまざまな要求や状況に応じたサービスを実現するためには、基本的な機能を備えたサービス部品を構築し、それらの組み合わせにより、多機能なサービスを構成することが望ましい。本テーマでは、公共性の高い社会サービスを対象として、サービスの部品化と部品統合のための情報基盤についての研究を行っている。具体的には、すでに研究開発が進められている、集合知活用基盤、動的資源割当基盤、ユーザー行動解析基盤、ユーザー生理解析基盤といったサービス部品を医療や観光における具体サービスに組み込むことを念頭に、サービス設計、部品汎用化、プロトタイプ開発、実証評価、知識循環評価、といった作業を行うことで、社会サービスに共通して適用可能な設計手法の解明に取り組んできた。本年度は、糖尿病患者を対象とした地域医療見守りサービスの設計を、医師、地域医療ネットワーク、医療機器メーカー、医療サービスベンダと共同して行い、サービス部品の同定と、これを統合する情報基盤のプロトタイプ開発を行った。特に、地域医療において必要となる多様なサービスへの対応や、他地域への展開、既存サービスとの連携、知識循環の促進、といったサービスの拡張と改善への対応に留意して設計を行った。次年度以降、サービスの本格実装と運用をすすめていく予定である。

一方で、こうした部品化と統合の手法は、ソフトウェ

ア工学の分野で古くから検討されてきており、さまざまな手法の提唱とともに、部品化にまつわる困難さも明らかになっている。本年度は、ソフトウェアの部品化とサービスの部品化の比較を行い、サービス設計の持つ特徴や不足技術についての検討を行った。現在のソフトウェアは機能や利用シナリオが多岐に渡っており、ソフトウェアの設計はサービスの設計に他ならない、という場合も多い。こうした背景のもと、これまでに開発を行ってきたソフトウェア解析手法のサービス設計への応用について研究を行った。ソフトウェアのソースコードにおける重複・類似を検出するクローン検出技術、およびソースコードのバージョン間の変化を同定する差分計算技術を取り上げ、これらが、サービスのライフサイクルの中で定常的に生成されるさまざまな文書や情報の分析に役立つかどうか評価実験を行った。サービスの多くの部分がソフトウェアにより実現されているのはもちろんとして、センサ出力や注文・販売履歴、さらには Web 文書や不具合報告など大量の情報が記号化され、保存されている状況を考えると、これらを俯瞰して相互に関係付け、サービス改善に役立てることが望まれる。本年度は、XML 文書を対象に、文書間の類似や差分を手がかりとして、内容の相関を明らかにする技術について研究を行った。結果として、様々な情報の関係を定義したオントロジーの重要性が明らかになり、オントロジーの集積と活用を促進する技術について検討を始めたところである。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】サービス設計、サービス構成論

### 【テーマ題目3】サービスフレームワークの研究

【研究代表者】和泉 憲明

(サービスプロセス研究チーム)

【研究担当者】和泉 憲明、Geczy, Peter、高木 理、澤井 雅彦、高岡 大介、清野 貴博  
(常勤職員2名、他4名)

#### 【研究内容】

サービスを実社会にて持続可能とするためには、サービスの設計から実装、運用、改善というサービスのライフサイクルを統合的に扱うことが求められる。言い換えると、サービスの持続可能性を確立させるためには、経営上の観点だけでなく、医学などの専門分野の観点、法律や倫理などの社会的な観点、IT を導入し活用するためのシステム管理の観点、実際に現場で運用するための具体的作業の観点など、さまざまな観点からの知識を反映させなければならない。このためには、まず、サービスの設計者や提供者、受容者、観測者といった社会におけるステークホルダー間でどのような知識が流通し、その異種の知識をどのように統合的に取り扱えるかが重要となる。そこで、論理や代数などの形式手法と実データの前処理を重視したデータマイニング手法に、オントロジーに基づく意味内容の概念記述単位を援用する手法

により、数理指向の手法と内容指向の手法を融合させることを研究手段として採用するとともに、データやモデル、記述に基づいて異種のサービス知識を統合的に取り扱うことが可能となる包括的なフレームワークの確立を目指す。

研究手段を実現するための方法論としては、まず、サービスの実働に関する運用や実施のマニュアル、援用する IT システムの仕様書や設計書など、経営レベルから現場レベルまで利活用している文書資源に着目し、これからプロセス記述としてのモデルと、その抽出法と形式化を行う。同時に、稼働システムの実働ログなど、データから、サービス実施に関する情報を抽出するためのデータの構造化や抽象化などのデータマイニング手法の開発を行う。さらに、テキストマイニングや機械可読辞書などの手法を援用してオントロジーの自動構築の手法を確立させるとともに、オントロジーにより形式モデルと機械学習の手法を融合させ、異種知識の共有と運用に関する手法を確立させる。

今年度の成果として、まず、データレベルでは、産総研のイントラシステムを対象とし、サーバのログデータからイントラサービスの実働状況を自動構築し、サービス利用者の振る舞いを明らかにしたり、新たなサービスを連携させるための設計知識を自動抽出したりするための数理的な基盤を確立させた。また、形式モデルに関しては、サービス提供者の可読性を重視したイベント中心のプロセスモデルを、代数モデルに基づく解析法を適用することにより形式性を付与し、サービス改善に関する示唆や記述の不備などを明らかにする手法を開発した。さらに、自治体の福祉サービスや医療における IT システムの導入に関するフィールドワークに基づいて、内容記述のプリミティブを整備するとともに、ソフトウェアツール群を開発し、サービスをオープンシステムにより実現するための設計や仕様化などを包括的に扱えるフレームワークとして確立させている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

### 【テーマ題目4】平成20年度サービス研究センター基盤整備事業

【研究代表者】持丸 正明 (デジタルヒューマン研究センター副研究センター長)

【研究担当者】持丸 正明、橋田 浩一、内藤 耕、北島 宗雄、赤松 幹之、和泉 憲明、森 彰、本村 陽一、GECZYPeter、宮下 和雄、山本 吉伸、吉野 公三、蔵田 武志、大隈 隆史、興梠 正克、高木 理、泉田 大宋、王 毅、澤井 雅彦、高岡 大介、高橋 正仁、陳 希、土肥 麻佐子、新佐 絵吏、橋本 政朋、藤石 紗也華、松本 清、宮本 亜希、石 垣司

(常勤職員15名、他14名)

**【研究内容】**

サービスは社会の構造やサービス利用者のニーズを変えるので、サービスの最適化が完成することはない。したがって、仮説-検証サイクルを現場に導入し、現場が自律的に運用し続ける必要がある。それにはまず、サービスに関する仮説の構築とその反証・改良とを支援する技術が、現場で安定的かつ容易に運用可能でなければならない。さらに、仮説-検証サイクルをサービスの現場がスムーズに導入し、自律的に運用し続けるための方法論を明らかにし、現場に提供する必要がある。それには、要素技術に関する研究では不十分であるため、仮説-検証サイクル全体を現場の諸要因に適合させつつ導入し、現場で運用可能とするための導入方法論をも研究の対象としなければならない。

本研究では、このような考察に基づいて下記を推進する。

- 科学的・工学的手法の開発、導入の方法論の確立
- 汎用性のある技術やデータベースの構築・提供
- 科学的・工学的手法の「有効性への気づき」の誘起と導入支援

その機能を有するサービス研究の拠点を構築するために下記の活動を行うこととした。

- サービス生産性を向上するための科学的・工学的手法、汎用性のある技術、データベースを研究開発する研究開発事業
- サービス産業における生産性の向上を実現するアイデアを現場に適用して効果を実証するプロジェクトの公募を行う適用実証事業
- これらの成果をサービス現場に導入するための促進策として、産業界と学会が連携したシンポジウムを開催する普及啓発事業

研究開発事業においては、医療、コンテンツ提供、大規模集客、観光、小売という5種のサービスに関するフィールド研究を通じて、観測技術、分析技術、設計技術、適用技術という4種の基盤的な支援技術やデータベースの構築を進めた。医療と観光のフィールド研究においては、主として設計技術、適用技術、導入方法論。他のフィールド研究においては主として観測技術と分析技術の構築を進展させることができた。適用実証事業としては5つのプロジェクトを再委託により実施し、そのうちの複数が産総研との継続的な連携につながっている。これら5件の再委託プロジェクトのうち3件がヘルスケア（医療、介護、健康関連サービス）に関するものであったことから、この分野の重要性が伺える。また、普及啓発事業としてサービス工学に関するシンポジウムを開催し、公的研究機関、大学、および産業界から約150名の参加者を得た。

**【分野名】** 情報通信・エレクトロニクス

**【キーワード】** 科学的・工学的手法、サービス工学

2) 研究部門

①【計測標準研究部門】

(Metrology Institute of Japan)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：岡路 正博

副研究部門長：千葉 光一、大嶋 新一、檜野 良穂、  
新井 優、高辻 利之

上席研究員：馬場 哲也

主幹研究員：小島 勇夫

所在地：つくば中央第3、第2、第5、つくば北、関西センター大阪扇町サイト

人員：249名 (247名)

経費：3,320,898千円 (2,362,232千円)

概要：

計量標準及び法定計量

第二期の目標：

計量の標準

産業、通商、社会で必要とされる試験、検査や分析の結果に国際同等性を証明する技術的根拠を与え、先端技術開発や産業化の基盤となる計量の標準を整備するとともに、計量法で規定されている法定計量業務を適確に実施することにより、我が国の経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持・強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全かつ安心の確保に貢献する。

- (1) 国家計量標準システムの開発・整備
- (2) 特定計量器の基準適合性の評価
- (3) 次世代計量標準の開発
- (4) 国際計量システムの構築
- (5) 計量の教習と人材の育成

○研究業務の方向付け

- (A) 標準整備計画にもとづき、信頼される計量標準を早期に供給開始する。
- (B) 計量標準及び法定計量の確実かつ継続的な供給体制を構築し的確に運用する。
- (C) 計量標準・法定計量の国際相互承認を進める。
- (D) 計量標準と計測分析技術において世界トップクラスの研究成果を挙げる。

外部資金：

経済産業省 平成20年度原子力試験研究委託費 放射線防護ならびに医療応用における国際規格に対応した高エネルギー中性子・放射能標準の確立と高度化に関する研究

経済産業省 平成20年度原子力試験研究委託費 放射能

表面密度測定法の確立に関する研究

経済産業省 平成20年度原子力試験研究委託費 原子燃料融点の高精度測定に関する研究

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）自己校正可能な微小電流計測器の開発

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）極低温温度校正装置の実証研究

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）クレイモデル加工・計測システムの評価技術及び非接触形状計測センサの開発

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）UV(紫外)光源顕微鏡画像計測装置の実証研究

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）PM0.1分級計測装置

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）超高感度角度センサーの開発

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）示差方式レーザフラッシュ法による熱拡散率・比熱容量・熱伝導率測定装置の開発

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）精密高湿度発生装置の開発

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）ガス中微量水分分析装置

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）大ストローク高真空対応精密ピエゾステージの実証研究

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）高性能冷陰極エックス線非破壊検査装置

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）原子ステップを用いた超精密高さ基準ゲージの実証研究

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）次世代φ450 mm ウェーハ光学式非接触微細形状測定装置

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）エンジン排ガス中の粒子数計測装置の実証評価

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）高精度・高速・同時多点温度計測システムの開発

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）波長可変温度波伝搬法に基づく多用途材料計測分析

経済産業省 平成20年度中小企業知的基盤整備事業 低周波帯電磁界強度標準及びミリ波帯ホーンアンテナ標準の研究開発

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 計量器校正情報システムの研究開発 時間標準遠隔供給技術の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 計量器校正情報システムの研究開発 長さ標準供給遠隔供給技術の開発：光ファイバー応用

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 計量器校正情報システムの研究開発 三次元測定機測定標準遠隔供給技術の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 計量器校正情報システムの研究開発 長さ標準遠隔校正技術の開発：フェムト秒長さ標準

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 計量器校正情報システムの研究開発 力学標準遠隔供給技術の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 計量器校正情報システムの研究開発 振動・加速度標準遠隔校正技術の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 計量器校正情報システムの研究開発 電気標準遠隔校正技術の開発：交流（インダクタンス）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 計量器校正情報システムの研究開発 放射能標準遠隔供給

## 研究

### 技術の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的次世代低公害車総合技術開発/次世代自動車の総合評価技術開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 多層薄膜の界面熱抵抗計測技術標準化に関する調査

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

財団法人マイクロマシンセンター 平成20年度基準認証研究開発委託費(小型ジャイロ MEMS デバイスの性能評価方法に関する標準化) 小型 MEMS ジャイロの性能評価方法の標準化に関する調査研究

独立行政法人科学技術振興機構 重点地域研究開発プログラム(シーズ発掘試験) 中性子線量計校正に用いる中性子検出器の小型軽量化技術

独立行政法人科学技術振興機構 産学共同シーズイノベーション プリズムペア干渉法による光学ガラス屈折率と光源波長の精密同時校正技術の開発

独立行政法人科学技術振興機構 Yb 光格子時計の構築と精度評価・高精度周波数計測ネットワークの研究

文部科学省 FEL 励起反応追跡のための電子・イオン運動量多重計測

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 モード同期ファイバレーザによる広帯域光コムを用いた光周波数計

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 単純形体に基づくピッチマスターゲージとそのナノレベル測定技術の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 ASEAN 諸国における角度標準技術の高度化を国際比較の確率

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 レーザフラッシュ法による固体材料のインヒレントな熱拡散率測定

文部科学省 科学研究費補助金 冷却原子ビーム打ち上げ方式による原子泉型一次周波数標準器

文部科学省 科学研究費補助金 量子標準に基づいた次世代長期地殻変動観測手法の開発

文部科学省 科学研究費補助金 超小型精密自走機構を用いた高速ナノ連続転写加工(基盤研究 B)

文部科学省 科学研究費補助金 エバネセント励起法によるナノ空間の粘性率・拡散係数センシング

文部科学省 科学研究費補助金 直並列集積量子ホール素子の開発と評価

文部科学省 科学研究費補助金 線量絶対測定による医療用密封小線源からの放射線量の方向依存性

文部科学省 科学研究費補助金 熱中性子ビームを利用した中性子線量計の2次元微分校正法

文部科学省 科学研究費補助金 任意の応答関数を持たせることが可能な中性子測定器の開発

文部科学省 科学研究費補助金 アルキル鎖のダイナミクスとイオン液体の安定性

文部科学省 科学研究費補助金 米試料中農薬類のモニタリング調査

文部科学省 科学研究費補助金 超伝導ナノ細線構造による超高速単一光子検出技術の研究

文部科学省 科学研究費補助金 環境影響を考慮した VOC 吸着剤の迅速評価法(基盤研究 C)

その他 安全ソフト構築技術に関する調査研究

その他 超音波流量計特性評価試験

発表: 誌上発表408件、口頭発表609件、その他306件

### 時間周波数科

(Metrology Institute of Japan, Time and Frequency Division)

研究科長: 今江 理人

(つくば中央第3)

### 概要:

時間周波数標準及び光周波数波長標準は、基本単位の中でも最も高精度な計量標準であり、他の組立量の決定にも必要とされる計量標準体系の基盤を形成する物理標準である。当該標準の研究・開発及びその産業界への供給・普及を持続・発展させることは、我が国

の産業技術や科学技術を高度化する上で極めて重要である。時間周波数科ではこのような目標を達成するために、標準器や関連技術の研究開発、それらに立脚した信頼性並びに利便性の高い標準供給を行っている。  
研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

### 長さ計測科

(Metrology Institute of Japan, Lengths and Dimensions Division)

研究科長：高辻 利之

(つくば中央第3)

#### 概要：

長さ・幾何学量の標準供給は、産業・科学技術の要であり、その安定的供給には大きな期待が寄せられている。この分野では、高精度な上位の標準から、現場で用いられる下位の標準まで、幅広い標準が求められる。これらに応えるためには、信頼性の高い長さ測定技術の開発が不可欠である。当科では、平成18年度までに産業界から求められ、また国際比較などが求められている長さや幾何学量に関して27量の標準の確立とそれらの供給体制の整備を行った。民間との連携によって、階層構造に基づく我が国のトレーサビリティ体系を構築している。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5

### 力学計測科

(Metrology Institute of Japan, Mechanical Metrology Division)

研究科長：大岩 彰

(つくば中央第3)

#### 概要：

当力学計測科の活動は、質量、力、トルク、重力加速度、圧力、真空の各量にわたる。各量において、標準から現場計測までのトレーサビリティの道筋を確保し、また質量計量器の信頼性の確保に関する業務を果たすことが主たるミッションである。質量においては、標準分銅から質量計へ、力・トルクにおいては、力・トルク標準機／力・トルク計から各種試験機へ、圧力／真空においては圧力／真空標準器から圧力計／真空計へと現場計測器に繋がるトレーサビリティを実現する。当科においては既に、質量（分銅の校正）、質量計、力（力計の校正）、試験機、圧力（圧力標準器の校正）、圧力計、トルクメータ・トルクレンチ、真空計、標準リーク、分圧計については Jcss 校正事業者への流れが整備され、供給が実施されている。また、非自動はかり及び質量計用ロードセルの性能試験に関する品質管理体制を整備運用し、OIML-MAA のための認定審査を受けた。これらの供給・試験業務に加え、技術開発については、キログラムの新定義のための安

定な質量 artifact の開発、高安定な力計の研究開発、気体高圧力標準の検討などを進めている。外部協力としては、JCSS 認定制度に対して、標準供給及び認定（登録）審査への技術アドバイザー派遣、質量、力、圧力（圧力・真空各 WG）、トルクの各技術分科会の運営などの協力を行った。また、JIS を始め ISO、OIML 等の技術規格文書の作成への協力を行った。国際協力では JICA-NIMT プロジェクトや国際法定計量機構の相互承認 OIML-MAA に協力し、専門家の派遣、研修生の受け入れを行った。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8

### 音響振動科

(Metrology Institute of Japan, Acoustics and Vibration Metrology Division)

研究科長：菊池 恒男

(つくば中央第3)

#### 概要：

音響、超音波、振動、強度の標準は、環境、医療、機械診断、材料評価など広い分野にわたって必要とされており、その重要性も増している。音響標準、振動加速度標準及び硬さ標準については、国際比較結果などを通じて既に世界的なレベルに到達していることが示されているが、さらに標準供給体制の充実を図るため、供給範囲の拡大、不確かさの低減、新しい標準開発等をめざす。超音波標準については供給範囲拡大に必要な研究開発を継続するとともに国際比較への参加準備を進める。材料強度の標準、固体材料の特性評価を、従来のバルク材料から薄膜などの微小なレベルで行うための研究開発を継続する。また、産業技術の高度化に応じて、先進的な計測標準開発を推進する。

研究テーマ：テーマ題目9、テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目12、テーマ題目13

### 温度湿度科

(Metrology Institute of Japan, Temperature and Humidity Division)

研究科長：新井 優

(つくば中央第3)

#### 概要：

温度・湿度の計測とその標準は、科学技術や産業において、あらゆる場面で必要とされており、当科では、これらに必要な標準供給体制の整備を進めている。国際的同等性を確保しつつ標準供給の種類、範囲を拡大するために、設備や体制を整え、標準の維持・供給に必要な研究開発及び関連の計測技術の研究を行った。先進的な取り組みである、金属炭素共晶を用いた温度定点の開発の成果に基づき、熱電対に対してコバルト-炭素共晶点（1324℃）における標準供給を開始した。

また、放射温度に対して160℃～420℃の温度域の標準を整備し、標準供給を開始した。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18、テーマ題目19、テーマ題目20

#### 流量計測科

(Metrology Institute of Japan, Fluid Flow Division)

研究科長：高本 正樹

(つくば中央第3)

##### 概 要：

流量計を用いた石油や天然ガス等の取引は、経済産業活動の中でも最も大きな取引であり、また、水道メーター、ガソリン計量器等の流量計は国民生活に最も密接している計量器の一つである。さらに、最新の半導体製造技術、公害計測技術、医療技術等の先端技術分野や環境・医療技術分野においてもより困難な状況下での高精度の流量計測技術が求められている。当科では、これらの広範な分野で必要な流量の標準を開発し、その供給体制の整備を進める。既に JCSS が整備されている気体小流量、気体中流量、液体大流量、液体中流量、石油大流量、気体中流速、微風速、および依頼試験による標準供給を行っている体積に加え、新たに液体小流量、石油中流量について特定標準器の整備を完了した。また、気体流量に関しては、微小流量域の標準の範囲拡大を完了した。

さらに、計量法に基づき法定計量業務を適切に遂行すると共に、実施する試験業務に関する品質システムを整備した。

研究テーマ：テーマ題目21、テーマ題目22、テーマ題目23、テーマ題目24

#### 物性統計科

(Metrology Institute of Japan, Material Properties and Metrological Statistics Division)

研究科長：馬場 哲也

(つくば中央第3)

##### 概 要：

エネルギー、石油化学産業等で求められる密度、粘度の標準、エネルギー分野、エレクトロニクス産業、素材産業等で求められる熱物性の計測技術と標準物質、半導体や材料産業等で求められる微粒子や粉体の計測技術と標準物質の開発、供給を行う。開発された熱物性計測技術と標準物質を礎として得られる信頼性の高い熱物性データを分散型熱物性データベースに収録し、インターネットを介して広く供給する。計測標準研究部門の標準供給に不可欠である不確かさ評価について、統計的問題の解決や事例の体系化を行うとともに、内外における不確かさ評価を支援する。

研究テーマ：テーマ題目25、テーマ題目26、テーマ題目

27、テーマ題目28、テーマ題目29、テーマ題目30、テーマ題目31、テーマ題目32、テーマ題目33

#### 電磁気計測科

(Metrology Institute of Japan, Electricity and Magnetism Division)

研究科長：中村 安宏

(つくば中央第3)

##### 概 要：

我が国の電気電子情報産業を含む広い産業界に電気標準（直流・低周波）を供給するために、標準の維持、供給、研究開発を行っている。特に、直流電圧標準、直流抵抗標準、キャパシタンス標準、インダクタンス標準、交流抵抗標準、誘導分圧器標準、変流器標準、高調波電圧電流標準、交直（AC/DC）変換標準等の研究開発と供給を行っている。

研究テーマ：テーマ題目34、テーマ題目35

#### 電磁波計測科

(Metrology Institute of Japan, Electromagnetic Waves Division)

研究科長：小見山 耕司

(つくば中央第3)

##### 概 要：

高周波・電磁界標準の電波領域の電磁波を対象とし、高周波電力、減衰量、インピーダンス、雑音、各種アンテナ、電界・磁界等の標準に関し、精密計測と校正技術の研究・開発を実施した。標準供給とトレーサビリティの整備の推進ならびに供給体制の維持と校正業務により標準供給を行った。研究・開発の進展は、新規に標準供給を開始した V バンドの導波管減衰量、N 型コネクタ、および PC7コネクタ規格での S パラメータの JCSS 供給、拡張では、長さに直接トレーサブルに導出する同軸線路の位相を含む特性インピーダンスとその対応できるコネクタ規格を PC7に加えて N と PC3.5に拡大した。

外部資金による研究プロジェクトでは電磁界分野で、超低周波磁界標準のための測定技術開発とミリ波ホーンアンテナ標準技術開発、広域関東圏の12の公設試験研究機関の参加を受けて EMC 試験サイトの同等性を評価する方法に関する研究を開始し、出張測定などにより研究を進めた。

研究テーマ：テーマ題目36、テーマ題目37

#### 光放射計測科

(Metrology Institute of Japan, Photometry and Radiometry Division)

研究科長：齊藤 一朗

(つくば中央第3)



## 概要：

光関連産業における基盤技術となる、レーザ及び測光・放射に関する諸量の精密計測と校正技術の研究・開発を実施し、標準とトレーサビリティの整備の推進、並びに標準の維持・供給を行う。今年度は、青色 LD 波長 (404 nm) でのレーザパワー、波長1480 nm での光減衰量の依頼試験による供給を開始した。レーザパワー (近赤外域)、照度応答度、分光拡散反射率 (紫外)、分光応答度 (近赤外、InGaAs)、LED (高強度) の標準開発を進めた。品質システムを4品目構築した。光ファイバ減衰量国際比較 (二国間比較) を完了させ、波長1550 nm 高パワー域の光ファイバ減衰量 (APMP.PR-S4)、可視域レーザパワー (APMP.PR-S5, Pilot)、高パワーレーザ (Euromet PR-S2)、LED (光度・全光束、APMP) の国際比較を実施した。

研究テーマ：テーマ題目38、テーマ題目39

## 量子放射科

(Metrology Institute of Japan, Quantum Radiation Division)

研究科長：檜野 良穂

(つくば中央第2)

## 概要：

放射線、放射能および中性子標準に関連し、MRA 対応の国際基幹比較、CMC 追加登録を実施するとともに、標準の立ち上げおよび高度化等の研究開発を行った。放射線標準研究室では、 $\gamma$ 線水吸収線量標準用のグラフアイトカロリメータを用いた $\gamma$ 線の熱量測定に成功した。軟 X 線標準ではマンモグラフィ X 線診断用の線量標準を開発し、校正サービスを開始した。 $\beta$ 線標準では JCSS を立ち上げサービスを開始するとともに、校正方法の JIS 作成の準備を開始した。放射能中性子標準研究室では、計量法に基づく放射能標準の供給について、遠隔校正法による供給を開始した。放射性ガス標準及び I-125密封小線源の線量標準の立ち上げに向け開発を進めた。また、Kr-85放射能に関する国際基幹比較を実施した。中性子標準に関しては、24 keV 中速中性子フルエンス標準の立ち上げを行い、校正サービスを開始した。Am-Be、Cf 線源放出の連続スペクトル中性子フルエンスの JCSS による標準供給を開始した。

研究テーマ：テーマ題目40、テーマ題目41

## 無機分析科

(Metrology Institute of Japan, Inorganic Analytical Chemistry Division)

研究科長：千葉 光一

(つくば中央第3)

## 概要：

標準物質は研究開発・生活の安全安心および産業発展を支える知的基盤として、その加速的整備が国策のもとに推進されている。当科では平成13年～平成20年までにスカンジウム標準液など JCSS の標準物質となる新規無機標準物質15種類、RoHS 指令規制対応標準物質など工業材料標準物質、微量元素・アルセノベタイン・メチル水銀分析用の環境・食品関連組成標準物質を開発して、化学分析あるいは化学計量を支える標準を供給するとともに、併せて、関連する CCQM、APMP 国際比較に参加している。また、電量滴定法等の基本分析手法の高度化、同位体希釈質量分析法などの高感度元素分析法の高精度化を行い標準物質の値付け、環境・生体計測の高度化等に使用するとともに、我が国の産業の高度化及び科学技術のテクノインフラに寄与している。

研究テーマ：テーマ題目42、テーマ題目43、テーマ題目44

## 有機分析科

(Metrology Institute of Japan, Organic Analytical Chemistry Division)

研究科長：加藤 健次

(つくば中央第3)

## 概要：

標準ガス、有機標準、環境標準、バイオメディカル標準の分野において社会ニーズに即した標準物質を供給して行くことを目標として、基盤となる技術面での整備を行いつつ、高度な分析技術の開発にも取り組んだ。また、当該標準分野における国際相互承認を実効あるものとするべく、グローバル MRA に基づく国際比較に積極的に参加するとともに、ISO ガイド34に基づく品質システムの整備と国際ピアレビューへの対応を行った。これらの活動を通して、標準物質値付け能力 (CMC) の国際度量衡局において登録される相互認証 (MRA) の付属文書 (Appendix C) への登録を行い、我が国の CMC が国際的に高いレベルで承認されることを目指した。20年度も、先に挙げた分野における標準物質開発および供給と、関連する技術文書類作成などの品質システム整備を行った。

研究テーマ：テーマ題目45、テーマ題目46、テーマ題目47、テーマ題目48、テーマ題目49

## 先端材料科

(Metrology Institute of Japan, Materials Characterization Division)

研究科長：小島 勇夫

(つくば中央第5)

## 概要：

標準の開発・維持・供給においては、陽電子寿命による超微細空孔測定用ポリカーボネートおよび臭素系

難燃剤含有ポリ塩化ビニルの2種を開発した。また、EPMA 用標準物質、イオン注入標準物質、粒径分布標準物質、界面活性剤標準物質、および高分子分子量標準物質（低分子量）について候補標準物質の選定や値付け技術の開発を進め、多層膜認証標準物質については認証有効期限の延長を行った。国際比較においては、鉄-ニッケル合金薄膜の組成計測（CCQM-K67）、および臭素系難燃剤の分析（CCQM-P114）に参加した。有機化合物のスペクトルデータベースに関して、新規化合物223について、新たに1119件のスペクトル測定・解析を行い Web に追加公開した。さらに、X線反射率法による精密評価技術、透過電子顕微鏡による3次元計測の自動化、光電子分光および X線吸収分光の基礎技術、MALDI-TOFMS の定量法、遠心分離基本装置を用いた微粒子分球技術、高分子特性解析技術において基礎データを蓄積した。

研究テーマ：テーマ題目50、テーマ題目51、テーマ題目52、テーマ題目53、テーマ題目54、テーマ題目55、テーマ題目56

#### 計量標準システム科

(Metrology Institute of Japan, Measurement standards system division)

研究科長：前田 恒昭

(つくば中央第3)

#### 概 要：

システム検証研究センターから情報系のグループが加わり、新しい組織として発足した。

計量情報システム研究グループは、情報系の研究者が中心となりシステム検証研究センターと協力し、法定計量技術科の非自動はかりを含む特定計量器のソフトウェア認証に関わる審査・試験技法の開発、圧力・流量を含む遠隔校正システムのソフトウェア検証およびソフトウェアの妥当性を評価する技術の研究・開発、機能安全の研究などを行っている。

標準物質開発・供給システム研究グループは、化学分野での計量トレーサビリティを普及し分析値の信頼性を確保する仕組み作りを行っている。種類が多い有機標準物質の開発、生産、供給、使用の実態を明らかにし、要求不確かさに見合った標準物質を迅速に開発・供給するシステムを研究している。トレーサビリティが保証された標準物質が普及し、分析に使用されることで分析値の信頼性の向上が期待できる。

また、分析値の信頼性を向上させるために標準物質供給管理室と協力して、他機関の供給する標準物質についてトレーサビリティ・ソースとしての妥当性を評価し公表するシステムを構築・試験運用し、メタボ健診の標準物質8項目に適用してこれ等を公表した。また、トレーサビリティの普及のために計量研修センターと協力し不確かさ研修プログラムを策定している。

研究テーマ：テーマ題目57、テーマ題目58、テーマ題目59、テーマ題目60

#### 法定計量技術科

(Metrology Institute of Japan, Legal Metrology Division)

研究科長：根田 和朗

(つくば中央第3)

#### 概 要：

- 1) 経済産業大臣から委任される計量法に基づく型式承認及び試験並びに基準器検査（力学計測科、流量計測科及び計量標準技術科で実施されるものを除く。）を適切に実施する。
- 2) 特定計量器の型式承認では、要素型式承認の導入や試験所認定制度の活用による外部試験制度の導入についての調査研究を行い、制度の合理化を図る。
- 3) 国際法定計量機関（OIML）が推奨する、試験・検定に使用する標準設備に対するトレーサビリティを確立するための制度について調査研究を行う。
- 4) 我が国の法定計量システム整備計画案を策定し、経済産業省に対して企画・立案の支援を行う。
- 5) 型式承認実施機関として、ISO/IEC17025及びガイド65に適合した品質システムにより認証・試験業務を実施し、透明性を保つ。
- 6) OIML 適合証明書発行及び二国間相互承認を推進し、国内計量器産業の国際活動に貢献する。
- 7) 計量法に規定する特定計量器の検定・検査に係る技術基準の JIS 引用を行うため、特定計量器 JIS 原案の作成を行う。
- 8) 計量法の家庭用計量器及び特殊容器に対する JIS を整備するための調査研究事業を行う。
- 9) OIML の TC 活動に積極的に参加し、国際勧告の策定に貢献する。
- 10) アジア太平洋法定計量フォーラム（APLMP）事務局活動の支援を実施する。

#### 計量標準技術科

(Metrology Institute of Japan, Dissemination Technology Division Dissemination Technology Division)

研究科長：堀田 正美

(関西センター)

#### 概 要：

当科の主要業務は、経済産業大臣から委任された計量法に基づく法定計量業務の適切な遂行である。法定計量業務は、国内の様々な分野における商取引及び客観的かつ適正な計量証明行為に不可欠な業務であり、具体的には、型式承認、型式承認試験、基準器検査、検定、比較検査である。

これらの業務の他、リングゲージ、プラグゲージ、

ガラス製体積計、ガラス製温度計、密度浮ひょうの校正技術の開発と改善、校正における不確かさの低減を目標とし、それらの標準供給体制の維持を行い、信頼性のある校正結果を提供することにより、産業界のトレーサビリティ体系の構築に寄与する。並びに、国際比較、OIML等の国際活動に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目61、テーマ題目62、テーマ題目63

-----  
**【テーマ題目1】時間・周波数標準の高度化に関する研究（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 池上 健

（時間周波数科 時間標準研究室長）

**【研究担当者】** 萩本 憲、渡部 謙一、柳町 真也、

高見澤 昭文、白川 裕介

（常勤職員5名、他1名）

**【研究内容】**

原子泉方式周波数標準器においては、操作性の向上を図りつつ標準器の維持を行い、前年度に引き続き、今年度も8度にわたり、国際原子時（TAI）の校正を行った。また、不確かさをより小さくするための2号機の設計・製作を行った。光ポンピング方式周波数標準器については、TAIとの予備的な比較を継続した。原子発振器の高性能化のために必要な低雑音マイクロ波発振器については、5 MHz、10 MHz、100 MHz、1 GHzの低雑音な基準信号を常時供給可能なシステムを整備し、その維持を行った。これらの基準信号のうち、1 GHzの信号は光格子時計用超高安定レーザーの周波数安定度評価用に利用された。

**【分野名】** 標準・計測

**【キーワード】** 時間周波数、原子時計、セシウム一次周波数標準器、原子泉、低温サファイアマイクロ波発振器

**【テーマ題目2】光周波数（波長）標準の開発と光周波数計測技術の研究（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 洪 鋒雷

（時間周波数科 波長標準研究室長）

**【研究担当者】** 稲場 肇、保坂 一元、平野 育、安田 正美、石川 純、大苗 敦、今江 理人、大嶋 新一、河野 託也、中嶋 善晶、井原 淳之、川崎 和彦

（常勤職員9名、他4名）

**【研究内容】**

次世代の周波数標準を目指した光周波数標準については、<sup>171</sup>Yb フェルミ同位体の、スピン禁制遷移を用いた磁気光学トラップに成功し、光格子に捕獲することに成功した。さらに、光格子中の原子の時計遷移分光に成功し、マジック波長の決定に成功した。この条件下で時計遷移の絶対周波数測定に成功した。Yb 光格子時計用超

高安定化レーザを開発し、光ファイバコムを用いて安定度を評価した。現在、安定度は10秒で、 $2 \times 10^{-14}$ である。また、Yb 原子の分光実験よりレーザ線幅は少なくとも数百 Hz 以下であることが確認された。また関連して、産総研つくばと東大本郷間に光ファイバリンクを用いて、光周波数キャリアによる周波数基準信号の伝送及びそれを用いた周波数測定を行った。その結果、わずか数時間の測定で $5.6 \times 10^{-15}$ の不確かさで東大のSr 光格子時計の絶対周波数を決定することができた。光周波数コムに関しては、1) 長さの国家標準（特定標準器）用システムの構築、2) Yb 光格子時計の時計遷移観察用レーザの周波数安定度評価および絶対周波数測定、3) 共振器長の高速制御と CEO スペクトルの線幅狭窄化による相対線幅の狭窄化、などの成果が得られた。デジタル制御に関しては、高速信号処理のための位相周波数比較器の開発を行い、実際にマイクロ波のエキサイターへの周波数制御を行った。5 GHz エキサイターの周波数安定度はカウンターの同帯域の測定限界まで到達した。長さの特定標準器である「ヨウ素安定化 He-Ne レーザ」については、JCSS 校正4件および所内校正3件を行った。また、広帯域光周波数で1件の依頼試験を行った。

**【分野名】** 標準・計測

**【キーワード】** 光格子時計、光周波数コム、光周波数測定、ヨウ素安定化 He-Ne レーザ、ヨウ素安定化 Nd:YAG レーザ、光通信帯

**【テーマ題目3】時系・時刻比較の高度化に関する研究（運営費交付金）**

**【研究代表者】** 今江 理人（時間周波数科 周波数システム研究室長（兼務））

**【研究担当者】** 雨宮 正樹、鈴木 智也、藤井 靖久、米島 和香子、北田 健、黒岩 光  
（常勤職員3名、他4名）

**【研究内容】**

当所の時間周波数国家標準であり、標準供給の基準である UTC（NMIJ）の安定運用に努め、また原子時計間の時刻差を高精度に測定し、UTC（NMIJ）の安定度をより改善するため、高精度時刻差測定装置の開発に着手した。原子時の国際比較では、国際原子時（TAI）や協定世界時（UTC）への貢献のため GPS 衛星 P3コード（P1と P2の線形結合）や衛星双方向方式による国際時間周波数比較並びに BIPM が試行する GPS 搬送波位相方式高精度時間周波数比較実験（TAI-PPP）を継続的に実施した。また、超高精度時間周波数比較法として光ファイバー心双方向方式や衛星双方向搬送波位相法の基礎研究を継続して実施した。

標準供給については JCSS や依頼試験による持込校正サービス（校正件数 JCSS 校正 3件、依頼試験 9件）を行い、また、GPS 衛星を仲介とした周波数遠隔校正は、依頼試験で海外進出日系企業2社を含む11社12

件（JCSS8件、依頼試験4件：2009年3月末現在）に達している。

【分野名】標準・計測

【キーワード】時間周波数標準、時系、標準供給、GPS、衛星双方向時間周波数比較、遠隔校正

【テーマ題目4】光波干渉による長さ標準の開発に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】美濃島 薫

（長さ計測科 長さ標準研究室長）

【研究担当者】平井 亜紀子、尾藤 洋一、寺田 聡一、鍛島 麻理子、堀 泰明、吉森 秀明（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

短尺ブロックゲージ（長さ-4番）、長尺ブロックゲージ（長さ-5番）、標準尺（長さ-8番）、光波距離計（長さ-10番）などに関して、標準供給と高度化を実施した。また、マクロデジタルスケール（長さ-12番）、固体屈折率（長さ-15番）については標準の高度化を行うと共に、品質システムの整備を行った。段差高さゲージ（長さ-6番）、マイクロデジタルスケール（長さ-12番）の標準供給開始のための技術開発を実施した。タイ国の標準尺標準確立に関して技術支援を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】ブロックゲージ、標準尺、距離計、干渉測長器、長さ標準

【テーマ題目5】幾何学量の高精度化に関する研究（運営費交付金）

【研究代表者】高辻 利之

（長さ計測科 幾何標準研究室長）

【研究担当者】渡部 司、土井 琢磨、藤本 弘之、権太 聡、直井 一也、大澤 尊光、三隅 伊知子、佐藤 理、菅原 健太郎、前澤 孝一、折本 尚充、周 泓、呂 明子（常勤職員10名、他4名）

【研究内容】

「CMMによる幾何形状測定」ではステップゲージ校正システムの高度化を実施した。ナノ計測に関しては、ドイツPTBとの25 nm 一次元グレーティングの二国間国際比較を行った。「表面性状」については、装置の高度化を行った。角度については、ロータリエンコーダ、オートコリメータ、ポリゴンのピアレビューを受けた。jcss 校正及び依頼試験校正については、「CMMによる幾何形状測定」4件、「オートコリメータ」：3件、「ステップゲージ」6件、「ボールプレート」2件、「ロータリエンコーダ」：1件、「多面鏡」：2件、「平面度」：7件の計26件を実施した。これまで標準供給を宣言した19項目に対して円滑に標準供給できるように設備及び測定環境を整

備した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】幾何寸法、微小寸法・微細形状、角度標準

【テーマ題目6】質量力関連標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】上田 和永

（力学計測科 質量力標準研究室長）

【研究担当者】山口 幸夫、孫 建新、植木 正明、前島 弘、大串 浩司、水島 茂喜、林 敏行、西野 敦洋（常勤職員9名）

【研究内容】

質量標準に関しては、国際相互承認協約の附属書 C に校正測定能力が登録された1 mg～5200 kg の範囲で標準を安定的に供給すると共に、分銅校正の更なる高精度化と効率化のために自動音響式体積計を開発し、また大量ひょう量質量比較器の改良を進めた。

力標準に関しては、国際相互承認された10 N～20 MN の範囲における標準供給を着実に実施すると共に、54 kN 力標準機の効率化改修に着手した。高安定な音叉式力計を実機に装着するための研究に一定の成果を得て成果発表することとなった。アジア太平洋地域での基幹比較の幹事所として報告書を取りまとめ草案 B 段階に進めたほか、当所で開発した力計校正の不確かさ評価方法を ISO 規格に反映させるべく ISO 技術委員会分科会に継続して参加し討議を進めた。

トルク標準に関しては、校正依頼の増加に対応し国際相互承認された5 N・m～20 kN・m の範囲における標準供給を着実に実施したほか、小容量トルク標準機の開発では、試運転ができる段階に達した。また、大容量5 kN・m 参照用トルクレンチの校正技術を開発し、ドイツの国家計量標準研究機関 PTB との間で国際比較を行い、校正方法と装置の妥当性を確認した。

重力加速度標準に関しては、国土地理院などとの定期的な共同観測を行い、重力加速度計測の国際整合性確保に協力した。

JCSS トレーサビリティ制度に関しては、質量・力・トルクの各技術分科会に参加し技術基準の作成や改定並びに技術的諸問題の解決に協力すると共に、分銅および力計の JCSS 技能試験への技術的支援や、校正事業者の登録審査や定期検査で技術アドバイザーを務めるなど多方面から JCSS 認定機関に協力した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】質量、力、トルク、重力加速度

【テーマ題目7】圧力真空標準の開発と供給（運営費交付金）

【研究代表者】秋道 斉

（力学計測科 圧力真空標準研究室長）

〔研究担当者〕大岩 彰、小畠 時彦、杉沼 茂実、  
城 真範、新井 健太、小島 桃子、  
吉田 肇、梶川 宏明（常勤職員9名）

〔研究内容〕

圧力標準、真空標準（全圧／分圧）およびリーク標準によって、JCSS 認定事業者の特定二次標準器の校正と依頼試験による校正を進めると共に、校正装置の高効率化と高精度化を目指した。リーク標準の国際比較に参加し、持ち回り校正機器の校正を実施した。幹事所として実施した液体圧力国際比較の APMP.M.P-K7.1 と APMP.M.P-K8 の Drfat B レポート作成を進めた。圧力標準に関しては、ピストン・シリンダの長期安定性などの特性試験を繰り返し、不確かさの低減と圧力範囲の拡大へ向けて開発を進めた。中真空標準の品質システムの改訂をし、高真空、分圧及びリークの各標準の品質システムを新たに整備した。JCSS 認定制度に関する協力として、圧力分科会での委員会の取り纏め、認定審査への技術アドバイザーの派遣、技能試験への参照値の提供や報告書作成への協力、などを行った。また国際協力の一環として、タイの国立標準機関である NIMT に対して隙間制御型圧力天びんの特性評価方法などの技術移転を行い、NIMT の AS-NITE 認定取得に際して技術面での支援を行った。「真空計校正方法」の JIS 原案作成に協力した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕圧力標準、真空標準、重錘形圧力天びん、真空計、リーク標準、分圧標準

〔テーマ題目8〕質量計の試験検査（運営費交付金）

〔研究代表者〕根本 一

（力学計測科 質量計試験技術室長）

〔研究担当者〕福田 健一、藤本 安亮、高橋 豊

（常勤職員4名）

〔研究内容〕

質量計に関する法定計量業務（基準適合性の評価：型式承認試験及び基準器検査）並びに非自動はかり及び質量計用ロードセルの国際勧告（OIML 勧告）に従った性能評価試験を円滑に実施すると共に試験・検査の信頼性の確保を図った。

非自動はかりの品質管理を整備すると共に、非自動はかりの性能評価試験を円滑かつ効率的に行うためのモジュール試験（指示計及びロードセル）に関する技術開発を行い、品質管理も整備した。また、試験に使用する設備の整備及び OIML 勧告に従った試験において、品質システム ISO/IEC ガイド65、ISO/IEC17025に基づいた認定取得を行った。さらに大型の非自動はかりに対応する検出器評価のためのロードセル試験装置の整備を行った。

OIML 等が主催する国内外の会議、技術委員会への積極的参加及び関連する研修に取り組み、常に

WTO/TBT 協定に従い国際基準・規格に対応した技術基準の確保に努めた。JCSS 認定については、認定機関・産業界との連携のもと技術的な協力を行った。また、法定計量クラブはかり研究会を開催し、産業界との連携を図った。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕法定計量、型式承認、非自動はかり、OIML、基準器検査、天びん、分銅、NMIJ クラブ、法定計量クラブ

〔テーマ題目9〕音響標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕菊池 恒男

（音響振動科 音響超音波標準研究室長）

〔研究担当者〕堀内 竜三、高橋 弘宜、藤森 威

（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

音響測定器の JCSS 等校正サービスについて、品質システムの継続的運用の下で jcss8件、基準器検査24件を実施した。JCSS 登録申請事業者に対しては、4件の登録審査（新規2件、範囲拡大2件、うち2件は審査継続中）を行い、測定監査に必要な技能試験参照値を提供した。国際的には音響校正器の音圧レベル基幹比較 APMP.AUV.A-S1に参加し、不確かさ評価に必要な予備実験等を行い、バジェット表を幹事研究所に提出した。一方、インドネシアの国家計量標準研究所（KIM-LIPI）の職員に対して研修を行い、実習や講義を通じて技術支援を行った。また国内の機関に対しても同種の技術研修を行った。音響標準の校正周波数範囲拡大については、開発を着実に進めた。空中超音波領域（20 kHz 以上）に関しては、不確かさ評価を完了し、校正技術として確立させ、品質システムのプロトタイプを構築した。超低周波領域（20 Hz 以下）に関しては、基礎データの収集を継続し、校正システムを完成させた。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕音圧レベル、標準マイクロホン、空中超音波、超低周波音

〔テーマ題目10〕超音波標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕菊池 恒男

（音響振動科 音響超音波標準研究室長）

〔研究担当者〕松田 洋一、吉岡 正裕、内田 武吉

（常勤職員4名）

〔研究内容〕

17年度に依頼試験を開始した、超音波パワー標準の一次校正装置である“天秤法”による超音波パワー校正依頼試験範囲を、500 mW から15 W まで拡張した。更に天秤法で対応できない15 W 以上の強力水中超音波パワー標準確立のため、水を発熱体とする新規なカロリメト

リ法の研究開発を継続し、再現性を大幅に改善するとともに、熱のロスが少ない中空壁水槽を試作して測定精度を向上した。現行装置により80 W以上までの測定を実証した。超音波音圧標準については、ハイドロホン感度の一次及び二次校正装置の維持に努め、引き続き年間20件以上の依頼試験を行なった。更に、昨今の超音波診断分野の要求に応えるため、校正周波数範囲を0.5 MHz～40 MHzに拡大する研究開発を継続し、30 MHzまでのハイドロホン感度校正を実証した。低周波数領域の音圧計測に資するため、相互校正法を用いた50 kHz～1 MHz帯のハイドロホン感度校正装置の構築を開始した。0.5 MHz～20 MHzの周波数範囲におけるピーク負音圧、インテンシティ等の超音波音場パラメータ校正の依頼試験を継続した。次世代の強力水中超音波標準に必要な不可欠な、安定且つ堅牢な超音波計測用デバイスを開発するため、水熱合成法による超音波デバイス試作を継続し、水熱PZT圧電多結晶膜の最適成膜条件として、容器内温度160℃、圧力0.6 MPa、試料回転数250 rpmであることを明らかにした。ソノポレーション技術、ソノケミストリ等の研究開発で必要となるキャビテーション発生量定量計測装置の試作を継続し、キャビテーション発生に伴う高周波信号検出に成功した。この他、タイ国家計量標準機関に対して、超音波パワー校正に関する技術指導を行った。また、超音波音場計測クラブを通して、超音波計測技術の啓蒙、普及に努めた。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕超音波パワー、天秤法、カロリメトリ法、超音波振動子、超音波音圧、ハイドロホン、超音波音場パラメータ、水熱合成法、キャビテーション

〔テーマ題目11〕振動加速度標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕菊池 恒男

（音響振動科 強度振動標準研究室長）

〔研究担当者〕大田 明博、石神 民雄、野里 英明

（常勤職員4名）

〔研究内容〕

振動測定は航空宇宙、自動車、建設、プラント、地震等、広範囲で行われ、その測定に用いられる振動加速度計はレーザ干渉計と加振器による校正装置により校正サービスが行われている。校正サービス供給済みの振動数領域（0.1 Hz～10 kHz）に関しては、品質システムに即した維持・管理を実施した。また、インドネシア及びタイの国家計量標準機関に対して、現地での技術指導（各機関1週間）を行った。研究開発に関しては、振動校正の加振器に関連する不確かさ評価法の開発、及び、校正の自動化に向けた開発を継続的に行うと共に、振動式の校正では限界がある衝撃的な加速度領域（200 m/s<sup>2</sup>～5000 m/s<sup>2</sup>）での校正を実現するために、開発中の衝

撃加速度校正装置について、ゼロシフトフィルタリングを含めた信号処理法の開発を完了した。これらの成果を国際会議・展示会で報告し、振動加速度標準の普及に努めた。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕振動加速度、地震計、振動試験、レーザ干渉計

〔テーマ題目12〕硬さ標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕菊池 恒男

（音響振動科 強度振動標準研究室長）

〔研究担当者〕高木 智史、服部 浩一郎、清野 豊、

石田 一（常勤職員5名）

〔研究内容〕

硬さ試験は機械部品等の強度特性を簡便に評価できる工業試験法であり、鉄鋼・自動車・航空を始め、幅広い産業分野で利用されている。現在、硬さの国家標準としてロックウェル硬さとビッカース硬さを維持・供給しているが、平成20年度は校正サービスとして製品評価技術基盤機構が行うロックウェル硬さ JCSS 校正事業者の技能試験に関して参照用仲介器（硬さ標準片）の校正を実施するとともに、登録事業者の審査3件を行った（継続審査2件、新規登録1件）。これにより平成20年度末における硬さ区分の JCSS 校正事業者は9事業所になった。標準供給の要望の多いロックウェル硬さ B スケールについて、新たに持ち回り試験を行うための予備的研究を行った。ビッカース硬さについては、国際比較の報告書のドラフトを準備した。また、ナノインデンテーション試験機の押込み変位校正装置に関する研究においては試験機に設置可能な小型レーザ干渉計を開発し、その干渉信号の補正処理を行うプログラムを作成・動作確認を行い、不確かさの評価を開始した。さらに、ナノインデンテーションによる次世代半導体デバイス層間絶縁膜の評価について民間企業と共同研究を行い、その成果は国内学会・国際会議で報告された。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕金属材料、材料試験、ロックウェル硬さ、ビッカース硬さ、極微小硬さ、ナノインデンテーション

〔テーマ題目13〕シャルピー衝撃値標準維持供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕菊池 恒男

（音響振動科 強度振動標準研究室長）

〔研究担当者〕山口 幸夫（常勤職員2名）

〔研究内容〕

シャルピー衝撃試験は材料の特性である延性－脆性遷移という材料評価で他に類をみない簡便さと有用性を持つ試験法であり、破壊強度を測定する材料試験法として、

産業界で広く用いられているものである。金属材料のシャルピー衝撃試験の標準は当研究室で維持されており、依頼試験を通じて産業界に供給されている。平成20年度も標準値維持のための比較測定を行い標準機3台の整合性確認を行った。また、JIS B7740基準試験機の依頼試験を1件実施した。さらにシャルピー衝撃値に関する品質システムの確立のため試験業務を校正業務に変更する作業を行うとともに、マニュアル類を完成させた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 衝撃値、シャルピー衝撃試験、吸収エネルギー、脆性、材料試験

〔テーマ題目14〕 抵抗温度計標準の維持供給及び高度化効率化（運営費交付金）

〔研究代表者〕 丹波 純

（温度湿度科 高温標準研究室長）

〔研究担当者〕 山澤 一彰、Januarius V. Widiatmo、佐藤 公一、原田 克彦、坂井 宗雄、安曾 清（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

供給中の抵抗温度計の温度範囲-40～420℃については特定副標準器等、660℃アルミニウム点および962℃銀点においては特定二次標準器の校正を行った。水の三重点およびインジウム点について、同位体組成及び不純物の与える影響を高精度に評価する装置を製作し、不確かさ低減のための評価を行った。水の三重点の国際比較（APMP.T-K7）を副幹事国として継続した。次世代温度目盛の開発のため、962℃から1000℃付近までの高温域で、放射温度計と白金抵抗温度計の比較測定を行い、両者の一致性の評価を行った。校正業務効率化のための定点装置の整備を行った。JCSS 認定制度に協力し、技術アドバイザーの派遣等による支援を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 標準、温度、抵抗温度計、温度定点、校正技術

〔テーマ題目15〕 熱電対標準の技術開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 丹波 純

（温度湿度科 高温標準研究室長）

〔研究担当者〕 井土 正也、小倉 秀樹、増山 茂治、黄 毅（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

熱電対校正用温度定点の銀点（962℃）、銅点（1085℃）、パラジウム点（1554℃）において特定二次標準器等の校正を行った。コバルト-炭素共晶点（1324℃）の不確かさ評価を行い、標準供給を開始した。次年度に予定されている国際比較に向けて、英国 NPL と共同で、パラジウム-炭素共晶点および白金/パラジウム熱電対の不確かさ評価を行った。APMP 金/白金

熱電対の国際比較のための熱電対を製作し、予備的測定を行った。JCSS 認定制度に協力し、技術アドバイザーの派遣等による支援を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 標準、温度、熱電対、共晶点、校正技術

〔テーマ題目16〕 低温度標準の開発・維持・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 田村 收

（温度湿度科 低温標準研究室長）

〔研究担当者〕 中野 享、島崎 毅、中川 久司、櫻井 弘久、鷹巣 幸子、豊田 恵嗣（常勤職員4名、他3名）

〔研究内容〕

14 K～30℃のカプセル型白金抵抗温度計標準を供給し品質システムを構築した。アルゴン三重点（84 K）で特定二次標準器（ロングステム型白金抵抗温度計）の校正を行い、JCSS の下限温度の77 K への拡大に伴う校正事業者の審査に技術アドバイザー等による支援を行った。1990年国際温度目盛（ITS-90）を下限温度の0.65 K までヘリウム3蒸気圧温度計により実現し、0.65 K～24 K のロジウム鉄抵抗温度計の標準供給を開始した。3 K～24 K でヘリウム3気体温度計によりITS-90と熱力学温度を同時測定した結果が、両者の差の CCT-WG4による国際合意値の算出に採り入れられた。ネオンの三重点（24 K）の同位体依存性測定の国際比較と基幹比較 CCT-K1.1（0.65 K～24 K）を継続し APMP.T-K3.3（84 K）を開始した。0.9 mK～1 K の暫定低温度目盛（PLTS-2000）を実現するため、第一段冷凍部の希釈冷凍機を製作・試験し、第二段冷凍部の核断熱消磁冷凍機を設計し製作を開始した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 1990年国際温度目盛、PLTS-2000、熱力学温度、白金抵抗温度計、気体温度計、温度定点、蒸気圧温度計

〔テーマ題目17〕 放射温度標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 石井 順太郎

（温度湿度科 放射温度標準研究室長）

〔研究担当者〕 佐久間 史洋、山田 善郎、笹嶋 尚彦、清水 祐公子、福崎 知子、金子 由香、王 云芬、皆広 潔美（常勤職員6名、他3名）

〔研究内容〕

高温域においては、標準放射温度計の温度効果、面積効果等に関する性能評価を行い、標準供給として、特定副標準器の定点黒体の校正及び、依頼試験、放射温度計の所内校正、科内校正を行った。中温域（100℃～420℃）においては、新たに、160℃～420℃の温度域の

国家標準を整備し、依頼試験による標準供給を開始した。常温域においては、赤外放射温度計校正用の大口径黒体炉の開発を行い、JCSS トレーサビリティ整備に向けた技術基盤の整備を進めた。これらと併せ、JCSS 制度の運営に関し、技術アドバイザー等による支援を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 放射温度標準、標準供給、JCSS、依頼試験、標準放射温度計

〔テーマ題目18〕 金属-炭素共晶点による高温度目盛の高度化（運営費交付金）

〔研究代表者〕 石井 順太郎

（温度湿度科 放射温度標準研究室長）

〔研究担当者〕 山田 善郎、笹嶋 尚彦、阿羅 千里

（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

当部門は1999年に世界に先駆けて金属（炭化物）-炭素共晶を用いた1100℃以上の高温度標準を提案し、実用化に取り組んできた。Co-C 共晶点を中心として、セル構造の改良により長期安定性の向上を図り、実用的な標準器に要求される100回程程度の定点実現が可能であることを検証した。WC-C 包晶点に関し、鋳込み技術を向上し、4単一セルの繰り返し性が約20 mK であり、異なるセル間の温度値が50 mK 以内での一致を実現した。前年度の開始した3定点（Fe-C、Co-C、Pd-C 共晶点）の依頼試験による標準供給について、品質システムを整備し、高温熱電対の参照標準器への標準供給を実施した。

国際的には国際度量衡委員会のもとのワーキンググループ活動として高温定点プロジェクトにおいて、6つのワークパッケージのうち2つのパイロットを担当し、計画の推進に継続して貢献している。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 高温度標準、金属-炭素共晶、高温定点、不純物、放射温度計、熱電対

〔テーマ題目19〕 湿度標準の開発と供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 北野 寛

（温度湿度科 湿度標準研究室長）

〔研究担当者〕 越智 信昭、丹羽 民夫、堂山 友己子

（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

湿度標準供給の範囲拡大と効率化の研究を進めている。低湿度標準については校正手順の見直しと効率化を進めた。高湿度標準については、100℃を超える高露点発生について環流式バブリング装置による前置飽和槽の運転条件を検討し、既存装置の問題点と安定な露点発生条件を明らかにした。大気圧下での発生露点を鏡面冷却露点計により評価した。校正業務は、18件。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 湿度、高湿度、低湿度、露点

〔テーマ題目20〕 微量水分領域の標準（運営費交付金）

〔研究代表者〕 北野 寛

（温度湿度科 湿度標準研究室長）

〔研究担当者〕 阿部 恒（常勤職員2名）

〔研究内容〕

半導体製造をはじめとする先端技術分野で必要とされる、気体中微量水分の標準発生技術の開発を進めている。校正作業の効率化を図り安定した標準供給体制を確立するために、拡散管方式の微量水分発生装置について、高精度流量測定・制御システムを開発して流量測定の校正を容易にした。標準供給の範囲を1.4 ppm まで拡大した。CRDS 以外の汎用微量水分計測器の予備的な性能調査を行い、問題点を明らかにした。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 微量水分、拡散管、低湿度

〔テーマ題目21〕 気体流量・気体流速標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 高本 正樹

（流量計測科 気体流量標準研究室長）

〔研究担当者〕 石橋 雅裕、栗原 昇、森岡 敏博、

船木 達也、櫻井 真佐江

（常勤職員5名、他1名）

〔研究内容〕

平成19年度に引き続き特定標準器による校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。また、技術アドバイザーとして製品評価技術基盤機構が行う校正事業者の認定審査に参加した。

気体流量に関しては、APMP K6のパイロットラボとして、基幹比較を実施中である。

気体流速に関しては、APMP K3のパイロットラボとして、基幹比較を実施中である。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 気体流量・気体流速標準

〔テーマ題目22〕 液体流量体積標準の研究開発・維持・供給（運営費交付金）

〔研究代表者〕 寺尾 吉哉（流量計測科 液体流量標準研究室長）

〔研究担当者〕 古市 紀之、Cheong KarHooi、

長島 豊（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

平成19年度に引き続き特定標準器（液体流量校正設備）により0.005～3000 m<sup>3</sup>/h の範囲で校正、依頼試験、技能試験用参照値の供給を行った。さらに、体積標準を維持した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 液体流量標準、体積標準



**[テーマ題目23] 石油流量標準の研究開発・維持・供給  
(運営費交付金)**

**[研究代表者]** 寺尾 吉哉

(流量計測科 液体流量標準研究室長)

**[研究担当者]** 嶋田 隆司、土井原 良次、武田 一英、  
浦井 章、渡部 理夫

(常勤職員3名、他3名)

**[研究内容]**

平成19年度に引き続き0.1~300 m<sup>3</sup>/h の範囲に対して、標準供給を継続した。また、石油中流量の品質システムの整備を完了した。また、技術アドバイザーとして製品評価技術基盤機構が行う校正事業者の認定審査に参加した。

**[分野名]** 標準・計測

**[キーワード]** 石油流量標準

**[テーマ題目24] 特定計量器の適合性評価に関する研究  
開発・試験検査 (運営費交付金)**

**[研究代表者]** 根田 和朗

(流量計測科 流量計試験技術室長)

**[研究担当者]** 小谷野 康宏、島田 正樹、安藤 弘二、  
西川 一夫、大谷 怜志、薊 裕彦、  
高橋 豊、武内 昭雄、飯島 紀子

(常勤職員8名、他2名)

**[研究内容]**

平成19年度に引き続いて型式承認試験及び基準器検査を実施し、これらの試験のための設備維持を行った。自動車等給油メーターの OIML 証明書を発行した。さらに、自動車等給油メーターの品質システムの整備に努めた。

**[分野名]** 標準・計測

**[キーワード]** 特定計量器の適合性評価

**[テーマ題目25] 固体熱物性標準の整備 (運営費交付金)**

**[研究代表者]** 馬場 哲也

(物性統計科長、熱物性標準研究室長)

**[研究担当者]** 山田 修史、竹歳 尚之、渡辺 博道、  
阿子島 めぐみ、八木 貴志、

阿部 陽香、山下 雄一郎、水野 耕平

(常勤職員9名)

**[研究内容]**

熱膨張率標準、熱拡散率標準、比熱容量標準、薄膜熱物性標準の供給業務を行いつつ、計画どおり比熱容量245番の標準を確立するとともに、薄膜熱拡散率標準242-1番の標準薄膜の整備を完了した。レーザフラッシュ法による熱拡散率標準と示差走査熱量法による比熱容量標準の連携により熱伝導率標準244番 (300-900K) の新規認証標準物質 (CRM) の開発を進めた。熱膨張率・熱拡散率・比熱容量の標準に関して技術マニュアルを整備するとともに、熱膨張率、熱拡散率について内部

監査を受けるなど技術管理者として品質システムの維持管理に務めた。

また2008年5月に国際度量衡局 (BIPM) で開催された測温諮問委員会熱物性作業部会 (CCT-WG9) においてレーザフラッシュ法による熱拡散率の国際比較の進捗状況を報告した。

**[分野名]** 標準・計測

**[キーワード]** 固体熱物性標準

**[テーマ題目26] 分散型熱物性データベースに関する研究  
(運営費交付金 RIO-DB)**

**[研究代表者]** 馬場 哲也

(物性統計科長、熱物性標準研究室長)

**[研究担当者]** 山下 雄一郎、高澤 眞紀子、

宮崎 綾子、鈴木 英理子

(常勤職員2名、他3名)

**[研究内容]**

科学技術を支える基盤情報である物質・材料の熱伝導率、熱拡散率、比熱容量、熱膨張率、放射率などの熱物性データを収録した「分散型熱物性データベースシステム」の開発を進め、インターネット公開している。

2008年度は、新規に2元素化合物の比熱容量、エンタルピー、エントロピーの評価済みデータを収録し公開した。また Ajax を用いた Web 版クライアントに物質情報閲覧機能を追加して公開するとともに、積層型・分散型複合材料に関する物質情報収録機能および、テンソルデータの収録・表示機能を開発した。

**[分野名]** 標準・計測

**[キーワード]** 熱物性、データベース、分散型、インターネット、知的基盤

**[テーマ題目27] 新規材料実用化のためのデータ整備に関する研究  
(運営費交付金 部門重点化)**

**[研究代表者]** 馬場 哲也

(物性統計科長、熱物性標準研究室長)

**[研究担当者]** 山田 修史、竹歳 尚之、渡辺 博道、

阿子島 めぐみ、八木 貴志、

阿部 陽香、山下 雄一郎、水野 耕平

(常勤職員9名)

**[研究内容]**

カーボンナノチューブ (電気的・熱的特性)、ダイヤモンド薄膜 (熱伝導率、熱膨張率)、酸化物熱電材料 (熱物性・熱電特性) など新規に開発された材料に関して体系的情報を整備し、材料ユーザに提供して実用化を図るために、2008年度中はダイヤモンドなどの炭素系材料の熱物性データを収集・評価するとともに、分散型熱物性データベースに体系的に収録してインターネット公開を実現した。

**[分野名]** 標準・計測

〔キーワード〕 物性データ、物性計測、材料開発

〔テーマ題目28〕 密度標準の開発と供給に関する研究  
(運営費交付金)

〔研究代表者〕 藤井 賢一

(物性統計科 流体標準研究室長)

〔研究担当者〕 早稲田 篤、竹中 正美、倉本 直樹、  
粥川 洋平、狩野 祐也、清水 忠雄  
(常勤職員6名、他1名)

〔研究内容〕

平成20年度は、シリコン固体密度の JCSS 標準供給、密度標準液の技能試験参照値、圧力浮遊法による固体密度差の校正、流体の PVT 性質の校正などを行った。密度標準液については定期的なピアレビューを受け、継続して ASNITE-NMI の認定を取得した。液体の屈折率標準については光波干渉式の屈折率計を開発し産総研依頼試験制度による標準供給を開始し、ISO 17025に基づく品質システム技術マニュアルを作成するとともに、製品評価技術基盤機構 (NITE) が主催する JCSS 屈折率分科会の活動に協力し技術的適用指針を策定した。国際度量衡委員会に関連する活動としては、質量関連量諮問委員会 (CCM) 密度作業部会 (WGD) を国際度量衡局 (BIPM) で開催し密度標準の MRA を加速させるための校正能力 (CMC) 評価方法などについて検討した。また、6月にコロラドで開催された科学技術データ委員会 (CODATA) 基礎定数作業部会 (TGFC) では基礎物理定数の2010年推奨値を決定するためのデータとそのためスケジュールなどについて検討した。SI 基本単位の再定義方法について検討し、アボガドロ定数を決定するための国際プロジェクトについての現状報告を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 密度標準、固体密度、シリコン結晶、密度標準液、PVT 性質、屈折率、国際比較

〔テーマ題目29〕 粘度標準の開発と供給に関する研究  
(運営費交付金)

〔研究代表者〕 藤井 賢一

(物性統計科 流体標準研究室長)

〔研究担当者〕 倉野 恭充、菜嶋 健司、藤田 佳孝、  
山本 泰之 (職員5名)

〔研究内容〕

平成20年度は、細管式粘度計による粘度標準液の依頼試験業務を継続するとともに、校正の自動化を進めた。国際度量衡委員会に関連する活動としては、国際度量衡局 (BIPM) で開催された質量関連量諮問委員会 (CCM) 粘度作業部会 (WGV) に出席し、MRA を加速させるための校正能力 (CMC) 評価方法などについて検討するとともに、国際度量衡委員会 (CIPM) が主

催する粘度基幹比較 CCM.V-K2 (粘度標準液の国際比較) の報告内容 (Draft B) について協議し、その最終報告書をまとめた。非ニュートン流体のための粘度計測技術の開発を継続し、円筒落下法や MEMS を応用した粘度センサの開発に着手した。回転粘度計については不確かさの評価を継続するとともに、標準物質となる非ニュートン流体の特性評価などを行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 粘度、粘度標準、粘度標準液、細管粘度計、回転粘度計、国際比較、非ニュートン流体

〔テーマ題目30〕 原子質量標準の開発に関する研究 (運営費交付金)

〔研究代表者〕 藤井 賢一

(物性統計科 流体標準研究室長)

〔研究担当者〕 早稲田 篤、倉本 直樹、藤本 弘之  
(常勤職員4名)

〔研究内容〕

平成20年度は、アボガドロ国際プロジェクトの成果として得られた5 kg のシリコン28同位体濃縮から1 kg の球体を2個研磨し、その密度測定を開始した。X 線結晶密度法によるアボガドロ定数の測定精度を更に向上させるために、シリコン球の直径を測定する干渉計真空容器の改良を進め、アクティブな温度制御が可能な放射シールドを新たに開発し、真空中での温度制御精度を1 mK まで向上させ、シリコン球体の体積の密度の測定精度を0.02 ppm まで向上させた。これによりほぼ目標精度を達成し、その成果をコロラドで開催された精密電磁気計測国際会議で発表した。国際度量衡局 (BIPM) NMI で開催されたアボガドロ国際プロジェクト運営委員会に出席し、EU の標準物質計測研究所 (IRMM) によるモル質量測定の結果が約1 ppm シフトした原因などについて検討し、今後のアボガドロ定数の測定スケジュールについての詳細な打ち合わせを行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 アボガドロ定数、原子質量標準、キログラム再定義、固体密度、モル質量、格子定数、基礎物理定数、SI 基本単位の再定義

〔テーマ題目31〕 次世代粘度一次標準の開発に関する研究 (運営費交付金)

〔研究代表者〕 藤井 賢一

(物性統計科 流体標準研究室長)

〔研究担当者〕 倉野 恭充、藤田 佳孝、倉本 直樹、  
山本 泰之 (常勤職員5名)

〔研究内容〕

落球法による液体粘度の絶対測定を行い、現在の粘度の国際的基準となっている水の粘度の絶対値を見直し、

次世代の粘度標準を確立することを目標とする。平成20年度は、CCDカメラと追尾システムによる落下速度の絶対測定システムの開発を継続し、画像処理システムを改良し、落下速度についての予備的な測定結果を得た。また、落球の質量(約10 mg)を精密計測するための質量校正システムを継続して開発した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】粘度、粘性率、落球法、粘度の絶対測定、次世代粘度一次標準

【テーマ題目32】不確かさ評価及び同等性確認における統計的問題の研究と技術支援(運営費交付金)

【研究代表者】榎原 研正

(物性統計科 応用統計研究室長)

【研究担当者】田中 秀幸、城野 克広

(常勤職員3名)

【研究内容】

計測結果の同等性評価における不確かさの評価・利用方法の調査と体系化、既知のかたよりを補正しない場合の不確かさ評価の管理限界を設けた校正方式への適用、分布の伝播則において入力量の自由度が拡張不確かさに及ぼす影響の解析を実施した。不確かさクラブにおける事例研究会を主宰し、16事例を含む不確かさ評価事例集を公開した他、中上級者対象の2日間にわたる不確かさ講習会の開催、産総研内外での不確かさ評価の技術相談への対応、Web上での不確かさ解説の公開など不確かさ及び関連する統計的手法の普及啓蒙活動を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】不確かさ評価、同等性評価、測定のかたより、管理限界、分布の伝播

【テーマ題目33】粒径標準の開発と供給(運営費交付金)

【研究代表者】榎原 研正

(物性統計科 応用統計研究室長)

【研究担当者】高畑 圭二、坂口 孝幸、櫻井 博、

飯田 健次郎(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

気中発生した30、100及び300 nm ポリスチレンラテックス粒子の粒径分布パラメータを、電気移動度分析におけるモーメント法を用いて調べ、粒径及び粒径分布標準偏差の発生条件及び懸濁液濃度依存性を明らかにした。10-20  $\mu\text{m}$  粒径域液中粒子数濃度標準について、 $10^6$ 個/ $\text{cm}^3$ の高濃度試料の濃度校正、及びこれを希釈した市販用 $10^3$ 個/ $\text{cm}^3$ 粒子の濃度を決定する際の不確かさの主要成分の評価を行った。また600 nm-10  $\mu\text{m}$ の粒径範囲で光散乱を用いた濃度校正と顕微鏡法によるその検証が可能であることを確認した。気中粒子数濃度測定器の依頼試験に対応するとともに、その品質システムを構築し

た。

【分野名】標準・計測

【キーワード】粒径標準、電気移動度分析、粒径分布パラメータ、液中粒子数濃度標準、気中粒子数濃度標準

【テーマ題目34】実用電気標準の開発、供給と研究(運営費交付金)

【研究代表者】中村 安宏(電磁気計測科 電気標準第1研究室長)

【研究担当者】西中 英文、岩佐 章夫、藤木 弘之、

山田 達司、坂本 憲彦、昆 盛太郎、

村山 泰、木藤 量隆、林 誠二郎

(常勤職員7名、他3名)

【研究内容】

(1) 直流電圧標準

プログラマブルジョセフソン電圧標準について不確かさの評価を行い、同システムによる標準供給開始の準備を完了した。

(2) 誘導分圧器標準、変流器標準、高調波電圧電流標準、交流シャント標準

誘導分圧器標準について、3件の特定二次標準器等の校正、変流器標準について3件の依頼試験を行った。また、誘導分圧器標準について供給範囲の拡大を行った。さらに、次年度以降の供給開始に向け、高調波電圧電流標準、交流シャント標準について研究開発を進めた。

(3) AC/DC 標準

AC/DC 標準について、1件の特定副標準器の校正を行った。また、次年度以降の供給範囲の拡大に向け、AC/DC 標準および交流電圧標準について研究開発を進めた。

(4) 中容量キャパシタンス標準、インダクタンス標準

中容量キャパシタンス標準について、1件の依頼試験、インダクタンス標準について、1件の依頼試験を行った。また、次年度以降の供給範囲の拡大に向け、中容量キャパシタンス標準の研究開発を進めた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】実用電気標準、直流電圧、誘導分圧器、変流器、交流電圧、中容量、インダクタンス

【テーマ題目35】量子電気標準の開発、供給と研究(運営費交付金)

【研究代表者】金子 晋久

(電磁気計測科 電気標準第2研究室長)

【研究担当者】坂本 泰彦、福山 康弘、浦野 千春、

堂前 篤志、丸山 道隆、大江 武彦、

藤野 英利(常勤職員7名、他1名)

## 〔研究内容〕

### (1) 直流抵抗標準

直流抵抗標準について17件の特定二次標準器等の校正を行った。また、次年度以降の供給範囲の拡大に向け、研究開発を進めた。さらに、次世代量子ホール効果抵抗標準として、量子ホール抵抗アレイデバイスの作製を作製し、基礎特性の評価を行った。グラフェンの標準への応用に向けた基礎研究を行った。

### (2) 交流抵抗標準、キャパシタンス標準

キャパシタンス標準について5件の特定二次標準器の校正、交流抵抗標準について3件の特定二次標準器等の校正を行った。さらに、次世代交流抵抗標準として交流量子ホール効果抵抗標準の研究開発を行っており、冷凍機的设计・製作、ダブルシールド型サンプルホルダの開発、素子設計をおこなった。

### (3) 交流ジョセフソン電圧標準

次世代交流ジョセフソン電圧標準として、パルス駆動ジョセフソン電圧標準について研究開発を進め、商用周波数からキロヘルツレベルにわたる周波数の信号発生に成功した。プログラマブルジョセフソン電圧標準を用いた交流発生について研究開発も行った。

### (4) 直流電圧標準

直流電圧標準について、6件の特定二次標準器等の校正を行った。システムの近代化に向け検討を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 量子電気標準、直流抵抗、キャパシタンス、量子ホール効果、ジョセフソン効果

## 〔テーマ題目36〕 高周波計測標準に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 小見山 耕司

（電磁波計測科 高周波標準研究室長）

〔研究担当者〕 島岡 一博、Widarta P Anton、

飯田 仁志、堀部 雅弘、木下 基、  
島田 洋蔵、井上 武海、信太 正明、  
猪野 欽也、遠藤 道幸、長津 樹理、  
吉本 礼子、関川 晴子、見口 由紀、  
山村 恭平、川上 友暉

（常勤職員7名、他10名）

## 〔研究内容〕

新規の標準供給として50 GHz～75 GHz で60 dB までの V バンド導波管可変減衰量、40 MHz～18 GHz の N 型コネクタおよび PC7コネクタ規格での S パラメータの JCSS 校正がある。拡張では、長さ直接トレーサブルに導出する同軸線路の位相を含む特性インピーダンスとその対応できるコネクタ規格を PC7に加えて N と PC3.5に拡大した。

次年度以降の標準供給計画には、これまで未着手であった10 MHz 以下の周波数範囲の標準供給があり、主に電力標準と減衰量標準について100 kHz、高周波インピーダンス標準について9 kHz の下限周波数までの段階的準備を実施した。導波管高周波雑音の国際基幹比較 CCEM.RF-K22.W に参加し測定の実施と、不具合のある装置の代わりとなる仲介器を提供した。幹事国を務める電力標準の APMP 国際比較について APMP 会合により参加国の調整を行って、停滞状態であった比較の実施を進展させた。タイの国立標準機関 NIMT へ電力と減衰量の専門家を派遣し、標準技術の指導を行った。オープンラボの実験室公開に参加し、主に電力標準と減衰量標準の校正設備を公開した。高周波クラブを2回開催し、計測技術の普及のために昨年に引き続いてネットワークアナライザ（VNA）をテーマに外部講師による講演と計測器メーカーの見学を含む会合を主催した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 高周波、マイクロ波、ミリ波、標準

## 〔テーマ題目37〕 電磁界・アンテナ計測標準に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 島田 洋蔵

（電磁波計測科 電磁界標準研究室長）

〔研究担当者〕 廣瀬 雅信、森岡 健浩、黒川 悟、  
石居 正典、飴谷 充隆、関川 晴子  
（常勤職員6名、他1名）

## 〔研究内容〕

ダイポールアンテナについて30 MHz～2 GHz の周波数範囲におけるアンテナ係数の校正サービスおよび品質システムの整備を行った。ループアンテナについて20 Hz～30 MHz の周波数範囲における磁界アンテナ係数の校正サービスを行った。ホーンアンテナ利得について標準供給範囲拡張のため導波管プローブを用いた測定システムの開発を進めた。微小アンテナ（モノポールアンテナ）および広帯域アンテナ（バイコニカルアンテナ）のアンテナ係数標準の新規供給開始に向けて校正システムの開発を進めた。ミリ波帯ホーンアンテナにおいてアンテナ利得標準の新規供給開始に向けて校正システムの開発を進めた。TEM セルを用いた電界標準および低周波帯磁界標準の研究開発を行った。ホーンアンテナの利得標準に関しては26.5 GHz, 33 GHz, 40 GHz の周波数で KRIS (韓国標準研) との二国間比較を実施し、国際比較レポートを作成した。また、電磁界クラブ活動としてアンテナ計測技術普及のための講演会を実施した。新しいアンテナ計測技術として光電界センサを用いた測定システムの研究開発を推進した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 電磁界、アンテナ、アンテナ係数、アンテナ利得、電界、磁界

[テーマ題目38] レーザ標準に関する研究（運営費交付金）

[研究代表者] 座間 達也

（光放射計測科 レーザ標準研究室長）

[研究担当者] 向井 誠二、福田 大治、雨宮 邦招、沼田 孝之（常勤職員5名）

[研究内容]

50  $\mu$ W $\sim$ 200 mW レベルのレーザパワーについては JCSS 特定二次標準器の校正を4件、依頼試験の校正を1件、1 W $\sim$ 10 W レベルのレーザパワーについては依頼試験の校正1件をそれぞれ実施した。青色 LD 波長（404 nm）でのレーザパワー、波長1480 nm での光減衰量の標準を新規に確立し依頼試験による供給を開始した。また、2量目の品質システムの新規構築及び2量目の既存品質システムの見直しを行い、依頼試験、JCSS 校正サービスが行われている主要量目の品質システムを構築した。光ファイバ減衰量国際比較（二国間比較）を完了させ、高パワーレーザ（Euromet PR-S2）国際比較のドラフト・レポート作成に対応すると共に、波長1550 nm 高パワー域の光ファイバ減衰量（APMP.PR-S4）、可視域レーザパワー（APMP.PR-S5, Pilot）については幹事研究所としてプロトコル作成等を通じ国際比較を主導した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] レーザパワー、光ファイバ

[テーマ題目39] 光放射標準の開発と供給（運営費交付金）

[研究代表者] 齋藤 一朗

（光放射計測科 光放射標準研究室長）

[研究担当者] 齋藤 輝文、座間 達也、市野 善朗、薮 洋司、神門 賢二、木下 健一（常勤職員7名）

[研究内容]

分光放射照度の依頼試験での校正を4件実施した。分光応答度の JCSS 特定二次標準器の校正を2件、依頼試験での校正を10件実施した。分光拡散反射率の依頼試験を5件実施した。光度の特定副標準器の校正を6件、依頼試験を4件実施した。照度の特定副標準器の校正を6件実施した。全光束の特定副標準器の校正を3件実施した。分布温度の特定副標準器の校正を3件実施した。照度応答度、分光拡散反射率（紫外）、分光応答度（近赤外、InGaAs）、LED（高強度）に対応した標準開発を進めた。分光放射照度（紫外）の JCSS 化を進めた。LED（光度・全光束、APMP）の国際比較を実施した。光度（APMP、CCPR-k3.a リンク）、分光応答度（APMP、CCPR-k2.b リンク）の国際比較幹事国としてプロトコルを作成した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 測光、光放射

[テーマ題目40] 線量標準の開発、設定、供給（運営費交付金）

[研究代表者] 齋藤 則生

（量子放射科 放射線標準研究室室長）

[研究担当者] 森下 雄一郎、加藤 昌弘、田中隆宏、高田 信久、松本 健、能田 理恵子、今須 淳子（常勤職員4名、他4名）

[研究内容]

$\gamma$ 線標準に関して、Co-60  $\gamma$ 線の水吸収線量標準の開発のために、グラファイトカロリメータを用いた $\gamma$ 線の熱量測定を行った。準断熱測定法および等温温度測定法の二つの異なる測定方法による熱量測定を可能とし、両測定による測定値が満足できるレベルで一致した。一方、水吸収線量を導出するために、シミュレーションコード（EGS5）を用いて壁補正係数・深度補正係数・ギャップ補正係数の評価を行った。X線標準に関して、マンモグラフィ X線診断用の線量標準を開発し、校正サービスを開始した。軟 X線空気カーマ標準標準については照射装置を更新したため、標準の再設定を行い、以前と同等の標準場となったことを確認した。また、APMP内での持ち回り国際比較の幹事国としての業務を滞りなく行った。 $\beta$ 線組織吸収線量標準に関して、JCSS 供給を開始するとともに、 $\beta$ 線校正方法の JIS 制定ための準備を行った。10月に $\gamma$ 線、X線および $\beta$ 線のピアレビューを受け、新たに $\beta$ 線の品質システムを立ち上げた。放射線線量計の校正に関して、JCSS14件（ $\gamma$ 線5件、中硬 X線6件、軟硬 X線3件）、依頼試験22件（ $\gamma$ 線11件、X線8件、軟 X線1件、 $\beta$ 線2件）を行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 線量標準、軟 X線、中硬 X線、 $\gamma$ 線、 $\beta$ 線、放射光

[テーマ題目41] 放射能特定標準器群の維持・向上、および中性子標準の開発・供給（運営費交付金）

[研究代表者] 柚木 彰（量子放射科 放射能中性子標準研究室長）

[研究担当者] 原野 英樹、佐藤 泰、松本 哲郎、海野 泰裕、西山 潤（常勤職員5名、他1名）

[研究内容]

放射能標準に関して、計量法に基づく放射能標準の供給について、遠隔校正法による供給を開始した。放射性ガス標準（190-1）の立ち上げ、及び I-125密封小線源の線量標準（188）立ち上げに係わる作業を行った。国際比較として、Kr-85放射能に関する国際基幹比較（CCRI (II)-K2, Kr-85）を実施し、H-3放射能に関する国際基幹比較（CCRI (II)-K2, H-3）を実施中である。校正サービスについて、計量法に基づく特定二次標準器の校正3件、依頼試験2件を実施した。

中性子標準に関して、中性子エネルギー24 keV の中速中性子フルエンス (198) について、新しい中性子発生方法を開発し、標準を立ち上げた。さらに Am-Be、Cf 中性子線源による連続スペクトル中性子フルエンス標準 (201-1, 201-2) の JCSS 化を実施した。校正サービスについては、JCSS 校正1件、依頼試験13件を実施した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】放射能、特定二次標準器、速中性子フルエンス、中性子線量標準、国際比較

【テーマ題目42】無機標準物質に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】日置 昭治

(無機分析科 無機標準研究室長)

【研究担当者】野々瀬 菜穂子、三浦 勉、鈴木 俊宏、大畑 昌輝、加藤 千香子、朝海 敏昭、山内 喜通、西 緑、桜井 文子、児玉 弘美、城所 敏浩、倉橋 正保 (常勤職員7名、他6名)

【研究内容】

平成20年度には、10種類の金属標準液を認証標準物質とするとともに、Au、Si、Ge、Zr の各標準液の開発のために原料物質の純度決定および各標準液の調製法および濃度測定法の開発を継続し、さらに、W 標準液の開発に着手した。また、欧州 RoHS 指令の規制に対応した重金属分析用プラスチック標準物質の開発を継続し、PVC 樹脂1種類のペレットおよび PP 樹脂1種類のディスクについて同位体希釈質量分析法等による値付けを行い、認証標準物質として供給を開始したほか、3種類の高純度無機標準物質を新規に開発した。他部門の研究グループとも協力してアルミナ微粉末標準物質の開発を継続した。複数の CCQM 国際比較に参加し、特に PP 樹脂ペレットと鉛フリーはんだのパイロット研究の幹事ラボを務めた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】無機標準物質

【テーマ題目43】pH および電気伝導度の標準確立 (運営費交付金)

【研究代表者】日置 昭治

(無機分析科 無機標準研究室長)

【研究担当者】大畑 昌輝、Maksimov Igor、大沼 佐智子 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

Harned セル法による pH 測定システムの改良を引き続き進めた。このシステムを用いて6種類の pH 緩衝液に対しての保存安定性の測定を継続した。2種類を新たに認証標準物質として完成させた。電気伝導度セルの設計試作を開始した。参加した関連の CCQM 国際比較

(しゅう酸塩緩衝液) に関して最終的に報告がまとまり、良好な結果であった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】pH 標準

【テーマ題目44】環境分析用組成標準物質および微量分析技術に関する研究 (運営費交付金)

【研究代表者】千葉 光一

(無機分析科 環境標準研究室長)

【研究担当者】黒岩 貴芳、稲垣 和三、成川 知弘、朱 彦北、成島 いずみ、神保 康二郎、(常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

平成20年度は、ひ酸水溶液標準物質、白米標準物質 (ひ素化合物・微量元素分析用)、メカジキ魚肉粉末標準物質 (微量元素・アルセノバタイン・メチル水銀分析用) の開発を終了した。これらの標準物質は、一次標準測定法である同位体希釈 ICP 質量分析法を中心として高分解能 ICP 質量分析、ICP 発光分析法、電気加熱原子吸光分析法などの複数の分析法により値付けを実施して、トレーサビリティと国際整合性が確保された標準物質として供給している。また、分析手法の高度化として、高精度、高感度な新規分析手法の開発を行っており、化学形態別分析手法の開発、極微量での高感度分析手法や高精度分析のためのマトリックス除去法の実現を行っており、今後の標準物質開発に応用していく。一方、国際的な標準化の活動の一環として CCQM 国際比較に参加し、小麦中の総セレンおよびセレンメチオニン分析 (CCQM-K60) では良好な結果を示すとともに、メカジキ魚肉粉末中のヒ素、水銀、セレン、メチル水銀分析 (CCQM-K43.1) 基幹比較とメカジキ中のヒ素、アルセノバタイン分析 (CCQM-P96) パイロット研究の幹事ラボを務めている。CCQM-K43.1は最終報告書作成まで進み、現在 BIPM の KCDB への登録手続き中である。CCQM-P96は APMP 国際比較の APMP.QM-P11パイロット研究としても同時進行している。さらには、次期開発候補試料として調製した、ひじき標準物質を用いた全国技能試験を食品総合研究所等と共同で実施した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】環境分析用組成標準物質

【テーマ題目45】有機化学標準の開発・供給 (運営費交付金)

【研究代表者】加藤 健次

(有機分析科 有機標準第1研究室長)

【研究担当者】下坂 琢哉、松本 信洋、渡邊 卓朗、清水 由隆、青木 伸行、山崎 太一、北牧 祐子、鮑 新努、大手 洋子、堀本 能之、菅井 祐子、中村 哲枝、加藤 薫 (常勤職員8名、他6名)

## 〔研究内容〕

高純度有機標準液4種（テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、cis-1,3-ジクロロプロペン、スチレン）の開発を行った。また、温暖化ガス標準ガス、高純度メタン、二酸化硫黄等の標準ガスについて、新規開発の準備あるいは第2ロットの準備を行なった。新規標準物質に対しては、ISO ガイド34に基づく品質システム整備等を進め、生産手順、分析手順等に関する文書の作成・登録を行った。国際比較に関しては、3件の比較（CCQM-K51、CCQM-K55a、CCQM-K68）に参加するとともに、幹事所として2件の国際比較（CCQM-K66、APMP.QM-S2）を行った。この他、すでに技術開発を終えている認証標準物質、JCSS 標準ガスおよび標準液の基準物質の安定性試験を行った。また、今後開発予定の、ステロイド類、およびアセトアルデヒド等について、純度分析法の検討、設備の整備を行った。研究開発では、ガス中微量水分分析法、多成分一斉定量法、高感度ガス分析法、凝固点降下法による純度測定についての高度化を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 標準ガス、高純度物質、有機標準液

## 〔テーマ題目46〕 有機標準液の開発・供給に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 鎗田 孝

（有機分析科 有機標準第2研究室長）

〔研究担当者〕 石川 啓一郎、羽成 修康、樋口 勝彦、大塚 聡子、岩澤 良子、藤木 直美（常勤職員3名、他4名）

## 〔研究内容〕

高純度有機標準物質4種（4-*t*-オクチルフェノール、4-*t*-ブチルフェノール、フタル酸ジ-*n*-ペンチル、フタル酸ジ-*n*-ヘキシル）を開発した。その値付け分析には、ガスクロマトグラフィーや高速液体クロマトグラフィー、カールフィシャー水分滴定等によって含有不純物を定量することにより主成分純度を算出する差数法を適用した。さらに、関連する品質システムを整備した。また、来年度以降に開発完了予定の農薬標準物質等について含有不純物濃度の定量法を検討するとともに、既存の標準物質やJCSS 基準物質の安定性試験を継続して行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 有機標準液、高純度有機標準物質

## 〔テーマ題目47〕 環境分析用組成型有機標準物質に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 鎗田 孝

（有機分析科 有機標準第2研究室長）

〔研究担当者〕 沼田 雅彦、伊藤 信靖、大竹 貴光、青柳 嘉枝、松尾 真由美、藤木 直美（常勤職員4名、他3名）

## 〔研究内容〕

残留農薬分析用玄米粉標準物質を開発した。そのために、ホモジナイズ抽出法、振とう抽出法及び加圧液体抽出法と、ガスクロマトグラフィー／質量分析法または液体クロマトグラフィー／質量分析法による同位体希釈質量分析法とを組み合わせた正確な農薬定量法を開発し、値付け分析に適用した。また、リンゴジュース中の農薬に関する CCQM 国際比較に参加し、参加した他国の計量標準機関と同等のデータを報告した。一方、来年度以降に開発完了予定の多環芳香族炭化水素類分析用粉塵標準物質等について、値付けに適用可能な正確な分析法を検討した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 組成型標準物質、環境標準物質、国際比較

## 〔テーマ題目48〕 バイオメディカル計測標準の先導開発（運営費交付金）

〔研究代表者〕 高津 章子（有機分析科 バイオメディカル標準研究室長）

〔研究担当者〕 加藤 尚志、加藤 愛、絹見 朋也、藤井 紳一郎、川口 研、柴山 祥枝、恵山 栄、高瀬 和江、坂本 珠実（常勤職員7名、他3名）

## 〔研究内容〕

臨床検査医学分野において、測定結果の互換性や国際整合性の向上が求められている。そのために必要となる標準物質のうち、計量学的トレーサビリティ上位の標準物質開発を行うことを目標に、生体成分を高精度かつ高感度に測定する分析手法の開発を中心に研究を進めた。4種類のアミノ酸（イソロイシン、バリン、フェニルアラニン、プロリン）について、純度決定法となる滴定法、窒素定量法を確立した。ステロイドホルモンの一つであるコルチゾール（ヒドロコルチゾン）については、濃度測定の基準となる純物質認証標準物質の開発を行った。また、同位体希釈-液体クロマトグラフ質量分析法を用いた血清中コルチゾール測定法を確立し、臨床検査における血清コルチゾール測定の標準化への協力を行った。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 標準物質、臨床検査医学、トレーサビリティ

## 〔テーマ題目49〕 次世代 DNA 定量法の開発と標準化（運営費交付金）

〔研究代表者〕 高津 章子（有機分析科 バイオメディカル標準研究室長）

〔研究担当者〕 藤井 紳一郎、柴山 祥枝、絹見 朋也、川原 崎守（併任）（常勤職員5名）

## 〔研究内容〕

バイオアナリシス分野の計測のトレーサビリティを確

保することによる同分野の発展のため、計量学的トレーサビリティ上位の標準物質開発を行うことを目標に、核酸を精確に測定する分析手法開発を中心に研究を進めた。DNA 定量について、SI トレーサブルな方法になりうる手法として同位体希釈質量分析法およびリン定量法についてオリゴ DNA を用いた測定結果の比較を行い、良好な一致を得た。また、DNA の相対定量に関する国際比較に参加した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 標準物質、バイオアナリシス

【テーマ題目50】 薄膜・超格子標準物質の開発(運営費交付金)

【研究代表者】 藤本 俊幸、小島 勇夫  
(先端材料科 材料評価研究室長)

【研究担当者】 寺内 信哉、張 ルウルウ、林田 美咲、東 康史、内田 みどり  
(常勤職員6名、他1名)

【研究内容】

薄膜・超格子標準物質の開発および膜厚計測の校正サービスの立ち上げを目指して、X 線反射率法による精密評価技術についての基礎的実験を継続して行うと共に、微粒子分散薄膜標準の実現に向けて、透過電子顕微鏡(TEM)装置の高機能化を行い、3D-TEM 像自動取得システムを完成させた。また、これまでに供給している標準物質の維持のために安定性評価を継続的に行うと共に、期限切れを迎える標準物質については、これまでの安定性評価を基に期限延長の手続きを行った。さらに、鉄-ニッケル合金薄膜の組成計測の国際比較(CCQM-K67)に参加した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 表面分析、薄膜計測

【テーマ題目51】 マイクロビームによる材料局所分析と標準物質開発に関する研究(運営費交付金)

【研究代表者】 藤本 俊幸、小島 勇夫  
(先端材料科 材料評価研究室長)

【研究担当者】 寺内 信哉、張 ルウルウ、伊藤 美香  
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

マイクロ偏析の少ない鉄合金作製技術を基に EPMA 分析用認証標準物質の開発を継続した。平成21年度認証に向け、昨年度までに作製したパーマロイ系、および高ニッケル合金の候補物質について、EPMA を用いてマクロおよびミクロの均質性評価、および不確かさの評価を行った。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 マイクロビーム、材料局所分析

【テーマ題目52】 光電子分光および X 線吸収分光による材料評価技術の開発(運営費交付金)

【研究代表者】 松林 信行(先端材料科 材料評価研究室 主任研究員)

【研究担当者】 城 昌利、福本 夏生、今村 元泰  
(常勤職員4名)

【研究内容】

平成19年度までにナノ計測基盤技術で開発した技術を将来の標準開発に向けてさらに発展させ、光電子分光および X 線吸収分光の基本技術の研究を継続して行った。電子分光スペクトルにおける新しいバックグラウンド解析法の研究や標準スペクトルデータベースの構築を行い、その成果としての解析プログラムおよびデータベースをインターネット上で公開し、更新を行った。放射光を用いた励起エネルギー可変 X 線光電子分光による薄膜評価技術の開発および X 線吸収分光スペクトルによる吸収端ジャンプ係数を用いた定量および状態別解析手法の開発研究を行った。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 表面分析、放射光、定量分析

【テーマ題目53】 材料分析標準の研究、開発、維持(運営費交付金)

【研究代表者】 小林 慶規  
(先端材料科 材料分析研究室長)

【研究担当者】 富樫 寿、平田 浩一、伊藤 賢志、高塚 登志子(常勤職員5名)

【研究内容】

超微細空孔測定用の認証標準物質「陽電子寿命による超微細空孔測定用ポリカーボネート」(CRM5602-a)を開発した。本標準物質は平成21年度に供給が開始される。前年度に引き続き、イオン注入認証標準物質の開発のため、中性子放射化分析によりシリコン中イオン注入ヒ素の定量分析を行った。本標準物質は平成21年度に認証する予定である。その他、マトリックス支援レーザー脱離イオン化質量分析で観測されるイオンのピーク形状を求めるためのモデルを考案するとともに、中エネルギー C60イオンクラスター衝撃2次イオン質量分析法の有機薄膜分析における有用性を明らかにした。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 材料分析、イオン注入標準物質、微細空孔標準物質、質量分析

【テーマ題目54】 新しい微粒子分級技術の開発(運営費交付金)

【研究代表者】 小林 慶規  
(先端材料科 材料分析研究室長)

【研究担当者】 川原 順一(常勤職員2名)

【研究内容】

微粒子連続精密分級システムの連続密度勾配形成器に



ついて、これまで検討してきた静的拡散促進方式とは別に、動的拡散促進方式の基本設計を行った。また、完全連続方式とは別に、多数の試料面分の同時回収を可能とする半連続方式のデザインを行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】微粒子粒径標準物質、遠心分離、沈降速度法、連続処理、光子相関法

【テーマ題目55】高分子標準物質の開発供給（運営費交付金）

【研究代表者】衣笠 晋一

（先端材料科 高分子標準研究室長）

【研究担当者】松山 重倫、高橋 かより、加藤 晴久、山路 俊樹、折原 由佳利、川崎 文子（常勤職員5名、他2名）

【研究内容】

高分子関連標準物質の研究開発については、臭素系難燃剤含有ポリ塩化ビニル1種を開発し、粒径分布候補標準物質（ポリスチレンラテックス100 nm±30 nm）のFFFによる評価、さらに、界面活性剤標準物質、および高分子分子量標準物質原料の妥当性を検討した。また、データベースや ESR 標準などの調査研究を実施した。高分子特性解析技術の基盤研究と標準サービスにおいては、PGF-NMR を用いて液中に分散したナノ粒子のサイズを正確に決定し、粒子に拘束された水を定量する方法を開発し、超臨界流体クロマトグラフィーのコロナ検出器の特性評価や低分子ポリスチレンの MALDI-TOFMS の最適化を行った。また、サイズ排除クロマトグラフィー／多角度光散乱検出器法の ISO・DIS 化などの標準化活動を実施した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】高分子標準、微粒子標準、高分子添加剤、MALDI-TOFMS、FFF

【テーマ題目56】有機化合物のスペクトルデータベースシステム（SDBS）の整備と高度利用化（運営費交付金）

【研究代表者】齋藤 剛（先端材料科 高分子標準研究室 主任研究員）

【研究担当者】衣笠 晋一、前田 恒昭、山路 俊樹、滝澤 祐子、和佐田 宣英、浅井 こずえ、鍋島 真美、小野 千里（常勤職員4名、他5名）

【研究内容】

新規化合物223件について、質量分析スペクトル248件、H-1 NMR スペクトル171件、C-13 NMR スペクトル181件、赤外分光スペクトル519件をインターネットで新規に公開した。ユーザーニーズへの対応を行った他、外部機関と化合物辞書の共有化を図りアクセスの利便性を向上した。IR ピーク検索機能を公開した。また、構造

式検索の検討を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】有機化合物のスペクトルデータベース、質量分析スペクトル、赤外分光スペクトル、NMR スペクトル、インターネット

【テーマ題目57】「計量情報システムの研究・計量器ソフトウェアの評価基盤の整備」（運営費交付金）

【研究代表者】渡邊 宏（計量標準システム科）

【研究担当者】松岡 聡、水口 大地（常勤職員3名）

【研究内容】

平成21年度から開始する JIS B 7611-2 2009年度版に基づく非自動はかりの依頼試験のための準備を行った。具体的には、申請事業者が試験を行うために必要な情報を的確に整理して、試験を確実かつ容易に行うための「非自動はかり及びそのモジュールに関連する装置のソフトウェアについての提出書類の様式」および試験者が的確かつ迅速に行うことを容易にする「OIML R76-1:2006及び JIS B 7611-2と「質量計用指示計依頼試験のソフトウェアについての提出様式」との対応（チェックリスト）」および計測標準研究部門初のソフトウェア試験マニュアル QMT SS02A「ソフトウェア試験マニュアル（非自動はかり及びそのモジュール）」を作成した。また、非自動はかり試験の ISO/IEC 17025認定審査を目的として上記の文書の英語版の作成も行った（審査員を外国から招聘したので英語版が必要となった）。認定審査合格に上記の形で貢献した。それに加え、国内事業者向けに計工連主催の12月のはかり研究会にて製造事業者にソフトウェアの試験方法についての説明を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】計量器ソフトウェア評価基盤、ソフトウェア認証、機能安全

【テーマ題目58】「計量情報システムの研究・遠隔校正システムの品質保証基盤の整備」（運営費交付金）

【研究代表者】渡邊 宏（計量標準システム科）

【研究担当者】松岡 聡、水口 大地（常勤職員3名）

【研究内容】

計測標準研究部門が推進する遠隔校正システムの品質を情報処理システムの観点から保証する基盤を整備することを目的に、遠隔校正ソフトウェアの検証方法、妥当性評価方法の検討、開発を目指している。そのための準備として、平成20年度は力学計測科圧力真空標準研究室と協働で、同室で開発された圧力遠隔校正システムを事例に品質を記述する方法を検討した。具体的には、遠隔校正システムを校正機関、依頼者、支援要員、仲介器ハードウェア、ソフトウェアなどから構成されるサービスとしてとらえなおし、圧力遠隔校正サービスの要求仕様

を書き下した。また、UML (Unified Modeling Language) のアクティビティ図の枠組みで、遠隔校正サービスの手順を書き下し、記録作成のタイミング、エラー処理の内容などを明確化させた。さらに、書き下した要求仕様および手順図にある各要件と、現行の持ち込み校正および「遠隔校正を行う場合の特定要求事項 (ASNITE 試験事業者又は校正事業者認定の一般要求事項 附属書4)」にある各要件との対応関係も確認した。今後の活動として、要求仕様と手順図をもとに検証方法および妥当性確認方法の検討、開発を行うとともに、事例としてとりあげた圧力以外の他の量目へ展開していくことも検討する。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 計量器ソフトウェア評価基盤、ソフトウェア認証、機能安全

【テーマ題目59】 「化学標準のトレーサビリティ普及・標準物質を迅速に供給するシステムの研究」 (運営費交付金)

【研究代表者】 前田 恒昭 (計量標準システム科)

【研究担当者】 井原 俊英、齋藤 剛、飯島 由美子、三浦 亨、松本 文子 (常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

環境・食品等の分野における法改正に伴う規制対象物質の増加に迅速に対応するべく、産総研が特性値の付与を国際単位系にトレーサブルな方法で行い、標準物質の調製、均質性評価、安定性評価などを標準物質生産者が行う分業による標準物質の生産・供給システムを構築中である。特性値の付与に関しては、最高精度ではなく実用的に十分な不確かさ (これまでの10倍程度) を目標とすることで、1/5~1/10のコストと時間で分析が可能な定量 NMR (核磁気共鳴) による校正技術を導入し、その実証実験を行っている。平成18年度からは残留農薬試験用標準物質に適用し、これまでに20物質の値付けに成功、産総研トレーサブルな標準物質を市場に供給した。

本研究では、農薬標準品の特性値の信頼性向上の観点から、産総研が校正機関としてサンプリングされた農薬原体の SI トレーサブルな純度測定を実施し、和光純薬が標準物質生産者として均質性及び安定性評価を実施した上で標準物質の特性値を決定するというシステムを構築した。その結果、信頼性の証である不確かさが明記され計量トレーサビリティが表明できる新たな農薬標準物質を開発することができた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 標準物質、トレーサビリティ

【テーマ題目60】 「外部機関が供給する標準物質のトレーサビリティ・ソースとしての妥当性評価及び公表に関する研究」 (運営費交付

金)

【研究代表者】 前田 恒昭 (計量標準システム科)

【研究担当者】 井原 俊英、津越 敬寿、齋藤 剛 (常勤職員3名)

【研究内容】

外部機関から供給される階層構造をもった標準物質についてトレーサビリティ・ソースとしての妥当性を評価し認める仕組みを構築する研究を行った。具体的には、メタボリックシンドローム検診用検査薬の評価を行い、トレーサビリティ・ソース (トレーサビリティの基点) としての認証を行い公表することに適用して試行運用し、臨床検査薬の生産者が用いる常用標準物質の標準化に寄与した。検査室が日常用いる検査薬の標準化が進み、日本全国で測定する健康診断結果の標準化が期待される。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 標準物質、トレーサビリティ

【テーマ題目61】 特定計量器の基準適合性評価に関する業務 (運営費交付金)

【研究代表者】 上田 升三

(計量標準技術科 型式承認技術室長)

【研究担当者】 木村 守男、池上 裕雄、分領 信一、三倉 伸介 (常勤職員5名)

【研究内容】

型式承認業務は、当科が担当するアネロイド型血圧計 (電気式、機械式)、体温計 (抵抗、ガラス製)、環境計量器に当たる振動レベル計、濃度計 (大気) 及び濃度計 (pH) 等の特定計量器について、約50型式について国内法に規定する技術基準への適合性を評価し、型式の承認をするとともに、型式承認軽微変更届出約150件の審査業務を実施した。これらは、計量標準総合センターの認証システム (ISO/IEC ガイド65) に則って、当科が実施する特定計量器の型式の承認に関わる認証マニュアルに従って業務を実施しているものである。また、つくばで承認行為を実施する特定計量器の事前相談・審査約80件を処理した。

その他、OIML (国際法定計量機関) の活動による、国際文書、勧告文書の発行に関する国内の各テーマごとの作業委員会に、室に関係するテーマ等について委員会メンバーとなり、その役割も担っている。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 特定計量器の基準適合性評価

【テーマ題目62】 法定計量業務及び計量標準供給業務 (運営費交付金)

【研究代表者】 堀田 正美 (計量標準技術科 校正試験技術室長 (兼任))

【研究担当者】 田中 彰二、田中 洋、上田 雅司、西川 賢二、戸田 邦彦、浜川 剛、井上 太、矢野 省三

(常勤職員8名、他1名)

**【研究内容】**

当科が担当する基準器検査（特級基準分銅、長さ計、ガラス製温度計、圧力計、浮ひょう、ガラス製体積計）1282件及び計量器の型式承認試験（抵抗体温計、ガラス製体温計、機械式血圧計、電子血圧計）41件、比較検査（酒精度浮ひょう）45件、検定（ベックマン温度計）18件及び依頼試験（ガラス製温度計、ガラス製体積計、浮ひょう）13件を実施した。また、密度浮ひょうのAPMP内での国際基幹比較測定に参加した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 法定計量、計量標準供給

**【テーマ題目63】長さゲージへの標準供給に関する研究  
(運営費交付金)**

【研究代表者】 堀田 正美（計量標準技術科 校正試験技術室長（併任））

【研究担当者】 浜川 剛（常勤職員2名）

**【研究内容】**

リングゲージ及びプラグゲージ校正について産業界が要求する0.1 μm以下の不確かさ実現のために不確かさ向上作業を進めた。依頼試験実績は3件であった。APMP内での国際基幹比較測定に参加し、オーストラリア、台湾、日本の三か国間国際比較を開始した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 長さゲージ

**②【地圏資源環境研究部門】**

(Institute for Geo-Resources and Environment)

(存続期間：2001.4.1～)

研究部門長：矢野 雄策

副研究部門長：棚橋 学、駒井 武

主幹研究員：楠瀬 勤一郎、石戸 恒雄

所在地：つくば中央第7、つくば西

人員：75名（73名）

経費：1,190,443千円（311,440千円）

**概要：**

現代社会の営みは、多くの天然資源の消費の上に成り立っている。しかし、20世紀後半からの我々人類の生産及び消費活動の活発化は著しく、21世紀の近い将来においては天然資源の枯渇が現実的な問題になりつつある。また、化石燃料資源の大量消費による地球温暖化を始めとして、資源と環境の分野は密接に関連しており、それらの関係を見据えた対応が差し迫った課題となっている。このような状況を背景に、地圏資源環境研究部門は、持続発展可能な社会の構築に向けて、環境への負荷を最小化しつつ資源の開発や地圏の利用

を行うための研究及び技術開発を行うことをミッションとする。

ミッション達成のための具体的な研究及び技術開発として、以下の課題に取り組む。

地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土有効利用の実現のため、1) 地圏流体挙動の解明による水資源等の環境保全及び地熱や鉱物資源探査技術の開発、2) 土壌汚染リスク評価手法の開発、3) 地層処分環境評価技術の開発を進める。4) CO<sub>2</sub>の削減とエネルギー自給率の向上を可能とするメタンハイドレート等天然ガス資源の調査と資源量評価、5) CO<sub>2</sub>地中貯留に関する地下モニタリング技術及び安全評価技術の開発を行う。6) 1)～5)に係わる地球科学情報に関する知的基盤情報の整備・提供を進める。さらに深部地質環境研究コアの分担テーマとして、7) 地層処分安全規制に資する研究を行う。

これらの研究の推進にあたっては、独立行政法人の位置づけを十分に意識し、基礎研究、戦略基礎研究、応用研究、企業化研究とつながる研究発展の流れの中で、戦略基礎研究（第2種基礎研究）を中心に据え、我が国の経済産業が順調に推移するための資源及び環境分野における研究貢献を果たしていく。また、社会ニーズを把握しながら、重点研究課題とともに、資源の安定供給や地圏環境の保全に必要な萌芽的・基盤的研究にバランスよく取り組む。

**【重点研究課題】**

- I. 地圏流体挙動の解明による環境保全及び地熱や鉱物資源探査技術の開発
- II. 土壌汚染リスク評価手法の開発
- III. 地層処分環境評価手法の開発
- IV. 低環境負荷天然ガス資源の調査・評価技術
- V. 二酸化炭素地中貯留システムの解明・評価と技術開発
- VI. 物質循環の視点に基づいた環境・資源に関する地質の調査・研究
- VII. 地層処分安全規制支援の研究

-----  
**外部資金**

経済産業省 平成20年度温暖化対策基盤整備関連調査「二酸化炭素回収・貯留システムの安全性評価手法調査（二酸化炭素等の圧入が地下構造等に及ぼす影響について）」

経済産業省 平成20年度地下水賦存量調査「平成20年度地下水賦存量調査」

文部科学省 原子力試験研究費「断層内水理モデルの確立に関する実験的研究」

文部科学省 原子力試験研究費「放射性廃棄物地層処分

における長期空洞安定性評価技術の研究」

環境省 地球環境保全等試験研究費「難透水性汚染地盤を対象とする音波一動電ハイブリッド原位置方式による汚染浄化技術の研究開発」

環境省 地球環境保全等試験研究費「外部振動源による家屋内環境振動の人体感覚評価・予測に関する研究」

環境省 地球環境保全等試験研究費「都市環境騒音対策の最適選択手法と数値地図を活用した騒音場の簡易推計技術に関する研究」

環境省 地球環境保全等試験研究費「電子機器用ガラス廃棄時における有害元素の長期浸出評価」

環境省 環境技術開発等推進費「鉱物油等に起因する複合的な土壌汚染の環境リスク評価手法に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B「陸上・海底堆積物における細胞外 DNA の分布とその重要性の解明」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (A) 海外「重希土類元素およびインジウムの濃集機構と資源ポテンシャル評価の研究」

文部科学省 科学研究費補助金 (基盤 C) 水溶性天然ガス鉱床における微生物メタン生成のために利用される堆積有機物の解明」

財団法人エンジニアリング振興協会「東京湾における二酸化炭素地中貯留可能性再評価検討」

独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 メタンハイドレート開発促進事業「東部南海トラフメタンハイドレート賦存海域の地質地化学総合解釈」

独立行政法人原子力安全基盤機構 平成20年度原子力安全基盤調査研究 (その4)「震源断層評価に係る地質構造調査の高度化に関する研究」

日本鉱業協会 受託研究費「坑内精密電気探査技術の研究」

(以下2件は深部地質環境研究コアが受託および請負し、当部門と地質情報研究部門で分担実施した。)

経済産業省 原子力安全・保安院 平成20年度核燃料サイクル施設安全対策技術調査「放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に係る地質情報データの整備」

独立行政法人原子力安全基盤機構「平成20年度地下水流動解析モデルの総合的検証手法の検討」

発 表：誌上発表207件、口頭発表417件、その他110件

#### 地下水研究グループ

(Groundwater Research Group)

研究グループ長：丸井 敦尚

(つくば中央第7)

概 要：

地球の水循環系を構成する地下水について、その流域規模での量・質・流れ・変動・温度分布等を明らかにする調査研究を実施するとともに、地下水の開発・利用・管理・環境改善に関わる評価手法の開発やモデリングの高度化を行う。また、地下水を主題とする知的基盤情報を水文環境図等により公開するほか、水文・地下温度場データベースを更新する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3、テーマ題目6

#### 地圏環境評価研究グループ

(Geo-Analysis Research Group)

研究グループ長：駒井 武

(つくば西)

概 要：

土壌・堆積物・帯水層・貯留層などの多孔質媒体内の物理、化学、生物現象の把握とその制御に関する基礎研究をベースにして、土壌・地下水汚染等の環境問題を解決するための基盤技術やリスク評価手法の開発、及び研究成果の製品化を行う。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4、テーマ題目6

#### CO<sub>2</sub>地中貯留研究グループ

(CO<sub>2</sub> Geological Storage Research Group)

研究グループ長：當倉 利行

(つくば中央第7)

概 要：

環境に調和した地下の有効利用を促進するために必要な技術開発を行う。特に、地球温暖化対策としての二酸化炭素地中貯留に関わる技術の開発を行うとともに、高レベル放射性廃棄物地層処分や環境に負荷を与えない地下利用・資源開発のための技術、環境を保全し安全を評価する技術などについて研究を実施する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目5、テーマ題目6

#### 地圏環境システム研究グループ

(Geo-Environmental System Research Group)

研究グループ長：高倉 伸一

(つくば西)

概要:

岩石・岩盤力学、物理探査、地圏流体シミュレーションなど主として物理学の実験およびフィールドワークの手法を用いて、地層処分安全研究、CO<sub>2</sub>地中貯留研究、地熱等資源研究、地下利用技術研究に取り組み、地圏環境との調和を考えた地下の有効利用および資源開発に必要な技術の開発を行う。

研究テーマ: テーマ題目1、テーマ題目3、テーマ題目5、テーマ題目6

#### 物理探査研究グループ

(Exploration Geophysics Research Group)

研究グループ長: 内田 利弘

(つくば中央第7)

概要:

地圏の利用や環境保全、資源開発等のための基盤技術として、各種物理探査手法の高度化と統合的解析手法の研究を行うとともに、地層処分等における岩盤評価、地下水環境・地質汚染等における浅部地質環境評価・監視、地熱・炭化水素資源探査などの分野へ物理探査法を適用し、対象に即した効果的な探査法の研究を行う。

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

#### 地圏微生物研究グループ

(Geomicrobiology Research Group)

研究グループ長: 坂田 将

(つくば中央第7)

概要:

地圏における微生物の分布と多様性、機能、活性を評価することにより、元素の生物地球化学的循環に関する基盤的情報を提供するとともに、天然ガス等の資源開発、地圏の環境保全や利用に資する研究を行う。

研究テーマ: テーマ題目2、テーマ題目4、テーマ題目6

#### 地圏化学研究グループ

(Resource Geochemistry Research Group)

研究グループ長: 佐脇 貴幸

(つくば中央第7)

概要:

地圏における化学物質の分布と挙動、特にメタン等有用物質の生成・集積プロセスに関する地球化学的解析を通じて、地球システムにおける物質循環に関する基盤的情報を提供するとともに、資源の成因解明、開発、環境保全に資する研究を行う。

研究テーマ: テーマ題目1、テーマ題目4、テーマ題目6

#### 燃料資源地質研究グループ

(Fuel Resource Geology Research Group)

研究グループ長: 棚橋 学

(つくば中央第7)

概要:

メタンハイドレート等天然ガス資源を初めとする燃料地下資源の探査技術高度化を目指し、燃料資源探査法、燃料鉱床形成機構及び燃料資源ポテンシャル評価法の研究を行うとともに、我が国土及び周辺海域の3次元的地質調査情報に基づく燃料資源ポテンシャル把握の精度向上のための基盤的研究を進める。

研究テーマ: テーマ題目4、テーマ題目6

#### 地熱資源研究グループ

(Geothermal Resources Research Group)

研究グループ長: 村岡 洋文

(つくば中央第7)

概要:

中小地熱資源開発等、国内外の地熱資源の開発を目指して、地熱資源の分布、成因、探査、評価、モデル化、データベース化、利用技術、開発技術等に関わる総合的な研究業務を行う。また、これらの研究をベースに、地下空間利用や地圏環境問題等に関わる応用的な研究業務を行う。

研究テーマ: テーマ題目1、テーマ題目6

#### 鉱物資源研究グループ

(Mineral Resources Research Group)

研究グループ長: 渡辺 寧

(つくば中央第7)

概要:

国民生活、日本の産業にとって不可欠な各種の鉱物資源、特に産業界からの要請の強い銅及びレアアース等の希少金属資源の探査手法の開発を行う。また鉱物資源に関する基礎的情報を提供するとともに、鉱物資源のポテンシャル評価を行う。

研究テーマ: テーマ題目1、テーマ題目6

#### 地質特性研究グループ

(Integrated Geology Research Group)

研究グループ長: 伊藤 一誠

(つくば中央第7)

概要:

高レベル放射性廃棄物地層処分の安全規制に資するため、地質環境のベースラインと呼ばれる自然状態における地質環境、特に地下施設を建設する前の地質環境を把握するために必要な地質学的、水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

研究テーマ: テーマ題目7

## 地下環境機能研究グループ

(Experimental Geoscience Research Group)

研究グループ長：竹野 直人

(つくば中央第7)

### 概要：

高レベル放射性廃棄物地層処分の安全規制を支援する研究として、性能評価やセーフティケースに求められる地質学的知見を整備し、技術情報として提供し、社会の安全に役立てる。また、地質環境に備わる機能をさまざまな素材として利用する技術についても研究し、社会や産業の発展に役立てる。

研究テーマ：テーマ題目 7

### 【テーマ題目 1】地圏流体挙動の解明による環境保全及び地熱や鉱物資源探査技術の開発

【研究代表者】 棚橋 学 (副研究部門長)

【研究担当者】 丸井 敦尚、村岡 洋文、渡辺 寧ほか  
(常勤職員16名、他5名)

#### 【研究内容】

環境への負荷を最小にした国土の利用や資源開発を実現するために、地圏内部における地下水及び物質の流動や岩盤の性状をモニタリングすることが必要である。そのために、地圏内部の流体循環シミュレーション技術を開発し、これらの技術に基づき、地下水環境の解明、地熱貯留層における物質挙動の予測及び鉱物資源探査に関する技術を開発する。地下水研究においては、従来から揚水に伴う地下水環境変化が指摘されている埼玉県平野部を対象とした研究に取り組み、埼玉県平野部における地下水環境の変遷を解明するため、埼玉県平野部に設置されている地下水位・地盤沈下観測井ならびに各種水源井を対象として地下水位・地下水温の観測・長期モニタリングを実施し、地下水データの取得と評価を行った。その結果、特に地下水温データの広域分布によって東京首都圏における地下温度分布が明らかとなり、都市地下環境における地下ヒートアイランドの存在を見出した。タイでの地中熱冷房利用の実証試験装置をカンペンペットから北部のチェンマイへ移動し、約1年間の温度観測を行った。カンペンペットでの測定結果については、最終的な報告書を地質調査研究報告の特集号としてまとめた。都内のオフィスビルに初めて導入された地中熱利用システムの熱交換井内において、温度モニタリングを開始した。CCOP 活動を中心に国際貢献として各国の地下水環境、管理方法、資源利用状況、地下水関連法規について調査し、成果を発表した。地熱資源については、19年度出版の「日本の熱水系アトラス」の熱水系データベースと重力基盤深度図をもとに、容積法による全国の地熱資源量評価を行った。北海道の石狩低地帯南部の周辺で NEDO によって過去に実施された地熱開発促進調査「胆振地域」・「登別地域」について、坑井調査 (合計13本) の温度・地質・変質データに関し、表計算ソフトを

用いて簡易データベース化し、昨年度までに開発した手法を用いて各種の表示・解析を行った。鉱物資源については、重希土類元素の濃集機構と資源ポテンシャル評価を行うために、南アフリカ共和国地質調査所および独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構と南アフリカ共和国でのペグマタイト、カーボナタイトおよびアルカリ岩に関連した螢石鉱床他の希土類資源調査を実施し、重希土に富む螢石鉱床を発見した。日本のマンガン鉱石から新希土類鉱物ネオジウムウエークフィールドサイトを発見し、新鉱物として国際鉱物学連合に申請し認可された。中国南部の希土類鉱化作用を伴う花崗岩の研究、中国南部の銅、モリブデン等鉱化作用、ラオスの花崗岩のスズ鉱化作用の研究、ラオス、ベトナムにおけるラテライト型希土類鉱化作用の研究を実施した。

【分野名】 地質

【キーワード】 地下水資源環境、地熱資源、鉱物資源

### 【テーマ題目 2】土壤汚染リスク評価手法の開発

【研究代表者】 駒井 武 (副研究部門長)

【研究担当者】 駒井 武、内田 利弘ほか

(常勤職員10名、他8名)

#### 【研究内容】

わが国の地圏環境における環境リスクを評価するための解析手法として、地圏環境リスク評価システム GERAS の開発を行うとともに、日本国内の特定地域における土壤・地質環境の詳細調査により土壤特性等の解析を実施した。本年度は、土壤・地質調査により各種データを取得するとともに、暴露・リスク評価に必要な土壤パラメータの解析を行った。新たに GERAS の詳細モデルに使用する数値解析モデルを整備したほか、土壤への吸着係数や揮発係数などのパラメータを取得した。また、特に鉱物油を対象として GERAS (油バージョン) を作成し、土壤特性および地下水特性を解析することにより、これに必要なデータベースを作成した。GERAS (油バージョン) については、主要な企業や自治体、大学などに配布し、試験使用されている。今後、改善や機能の追加を行い、詳細モデル (GERAS-3) として公開する予定である。さらに、スクリーニングモデル (GERAS-1) およびサイトモデル (GERAS-2) に関して、バージョンアップを行った。GERAS-1、2については、これまでに800件を超える事業所および自治体に配布し、実際の土壤汚染のリスク管理の実務に適用されている。地下微生物を活用した資源・環境対応技術の開発として、油田微生物が原油を分解して天然ガスを生成する活動の実態とその支配要因を明らかにすることにより、枯渇油田の天然ガス再生技術開発の可能性を評価するとともに、バイオレメディエーションに有用な炭化水素分解微生物を探索する。本年度は微生物による油分解、メタン生成の地化学的特徴が認められた余目油田から採取した油層水に含まれる微生物の活性、多様性を

調べた。微生物と有害物質の相互作用に関する研究として、廃棄物の焼却灰中に含まれる微量金属の環境影響に関して微生物への毒性を指標として評価するための基礎的検討を行い、土壌汚染の浄化・評価に関する基礎的検討として、土壌・地下水汚染評価に必要なトレーサー試験で使用されるトレーサー物質であるフルオレセインの土壌吸着挙動について、恒温振盪器を用いた吸着平衡試験の結果を基にデータ解析を行った。自然機能を利用した浄化方法の研究において、揮発性有機塩素化合物で汚染された難透水層について、これまで培養試験において完全な無害化が進行していることが示唆されたが、さらに揮発性有機塩素化合物分解遺伝子の検出を行った結果、*vcrA*、*bvcA* といった、無害なエチレンまで汚染物質を分解する遺伝子が存在することが確認されたことから、難透水層において完全な無害化までの自然浄化が生じていることを示すことができ、国際微生物生態学会において発表を行った。遷移金属を含有する天然黄鉄鉱を用い、難分解性の有機塩素系化合物を化学反応によって脱塩素化し、汚染物質の無害化を図ることを目指しディルドリンを含む残留農薬の化学的にかつ土壌の生産性を保持したままの現位置浄化手法をめざし、室内分解促進試験により分解特性に及ぼす溶存酸素依存性および微量金属種の影響について検討を行った。地圏環境インフォマティクス研究として、市街地周辺地域における土壌・地質環境に関わる様々な情報を収集し、周辺地域から供給される自然起源の重金属等の存在状況および地質環境を評価するため、モデル地域(北海道夕張地域)を対象とした土壌・地質環境評価に関する研究を実施した。

【分野名】環境・エネルギー、地質

【キーワード】土壌汚染、地下水汚染、リスク評価

### 【テーマ題目3】地層処分環境評価手法の開発

【研究代表者】楠瀬 勤一郎(主幹研究員)

【研究担当者】丸井 敦尚、當舎 利行、内田 利弘、石戸 恒雄ほか

(常勤職員13名、他10名)

#### 【研究内容】

本研究では、特に沿岸域における調査評価技術を対象として、ボーリング調査や物理探査並びに地下水等のデータベースや解析評価技術といった要素技術の高度化開発及びこれら技術の適切な組合せによる体系的適用試験を行い、塩淡境界及び断層評価を中心とした沿岸域の地質環境の総合評価手法を構築することを目的としている。沿岸域において、「原子力政策大綱でいう地上からの調査」を想定したボーリングによって地質・地下水環境を調査・観測しながら、段階的かつ繰り返しによる地下水流動解析を行い、沿岸域における塩淡境界の形状把握を行い、地下水の長期的な流動・滞留状況を評価する手法を開発していく。これによって、ボーリングと物理探査との組合せた調査と、関連データベースの活用等を含め

た沿岸域における塩淡境界や断層等の把握及びその長期的な変遷の評価に係る総合的な調査評価手法として構築することを目的としている。本年度は、北海道西岸の沿岸域を想定し、地質・深部地下水環境を想定したモデリングと予備解析を実施した。この結果、沿岸域の地形や地質は海岸線にほぼ平行な単調な構造であるが、塩淡境界は旧河道に影響されて複雑な形態を呈することが判明した。地層処分場岩盤特性評価のための高分解能物理探査イメージング技術の研究においては、前年度に筑波山西方の平野部で実施した人工信号源電磁探査法3次元的数据取得実験のデータ解析を継続した。ハイブリッドメイン電磁探査システムのデータ取得について、人工的な電磁ノイズの除去のために、より長時間の時系列データを対象としてスペクトル解析を実施した方が、周波数領域での周波数分解能が高く、信号源から発生した信号と電磁ノイズとの混合が起きにくく、信号成分の抽出が可能となることを、数値計算と実データにより検討した。沿岸域塩淡境界・断層評価技術高度化開発においては、放射性廃棄物地層処分の地質環境調査技術に関する研究の一環として、北海道幌延町の沿岸域をモデルフィールドとして、陸域および浅海域を含む沿岸域における地質構造、断層構造、塩淡境界等を把握するための物理探査技術の高度化開発研究を進めており、今年度は、前年度に取得した電磁探査(MT法、TEM法)データの再解析、物理検層データ(弾性波速度・比抵抗等)から地層の水理特性を求める解釈手法の検討等を実施した。得られたMT法の2次元・3次元解析結果と既存の地震探査結果等を比較し、調査域の中央に伏在断層の存在する可能性が高いこと、及び、ガス層に対応して高比抵抗異常域が存在することを確認した。また、浅海域における電磁探査法の適用に関して、陸上送信、海底受信の測定配置にデータ解析手法が適用できるよう、2.5次元モデリングの計算コードを改良した。そして、様々な送信周波数における海水層の存在による電磁場の散乱の様子を数値シミュレーションにより考察した。

【分野名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】地圏流体、資源、環境

### 【テーマ題目4】低環境負荷天然ガス資源の評価・開発

【研究代表者】棚橋 学(副研究部門長)

【研究担当者】駒井 武、坂田 将、松林 修ほか  
(常勤職員16名、他5名)

#### 【研究内容】

メタンハイドレート資源の有効利用を目指し、日本近海のメタンハイドレート分布の詳細調査と資源量の評価を行うため、基礎物理探査「南海トラフ」、基礎試錐「東海沖～熊野灘」、カナダ沖IODP掘削試料のデータ解析、分析を進めている。IODP航海311でカスカディア・マージンで採取されたコア試料について、メタン生成・メタン消費微生物の分布と活性を評価した結果を論

文にまとめた。堆積物中のガスハイドレート分布は、砂層の有無等、メタン生成活性以外の要因に支配されていると推定された。水素+二酸化炭素からのメタン生成が主要であった。茂原ガス田から採取されたボーリングコア試料について、炭素-14でラベル化した基質を添加するラジオトレーサー実験によるメタン生成活性の測定、解析を進めた。すべてのコア試料から高いメタン生成活性が検出され、生成経路に関しては水素+二酸化炭素からのメタン生成速度が酢酸からのメタン生成速度よりも圧倒的に高い傾向が得られた。このことは同ガス田の鹹水中の古細菌の群集構造やメタンの安定炭素、水素同位体比から推定される生成経路と調和的であった。ハイドレートの室内合成実験により、アルコール類水溶液の種類・濃度がガスハイドレート相平衡条件に与える影響を調べた。プロパンまたは二酸化炭素とアルコール水溶液を用いた実験では、濃度が高いほど、相平衡条件を低温側へシフトした。また各種アルコール水溶液によるハイドレート生成阻害効果の強さは、メタノール>エタノール>エチレングリコール>グリセリン>ジエチレングリコール>トリエチレングリコールの順であった。一方、メタンとプロパノールを用いた実験では、ある濃度ではガスハイドレートを安定化させる効果もあることを示した。熊野トラフおよび上越沖における地質調査に基づき、精密地形調査、音波探査、長期温度測定を行い、メタンハイドレート分布域の地質構造および地史、特に熱史とメタンハイドレート濃集域の発達過程について考察した。南関東ガス田分布域における温泉関係のガス爆発事故が続いたことを踏まえ、今後の燃料資源の安定供給という視点のみならず、南関東平野部での安全な温泉掘削の指針策定等のため、南関東ガス田における正確な天然ガスの賦存状況の把握、地下の地質情報の再整備等が必要と考えられ、南関東ガス田における水溶性天然ガス資源の賦存状況の解明、地質学的情報の更新等を実施する。20年度は、文献調査を行い南関東ガス田の主要産ガス層である上総層群だけではなく、その上位・下位の地層である沖積層、三浦層群相当層、先新第三系等の天然ガスポテンシャルについての情報収集・整理を行った結果、上総層群のみならず、その分布域外でも温泉掘削や土木工事により天然ガスが湧出してくる可能性があることを確認した。また、上総層群よりも古い新第三系が厚く堆積した地域にも天然ガス濃度が高い部分があることが明らかとなった。

【分野名】地質、環境・エネルギー

【キーワード】天然ガス、資源

【テーマ題目5】二酸化炭素地中貯留システムの解明・評価と技術開発

【研究代表者】楠瀬 勤一郎（主幹研究員）

【研究担当者】當舎 利行、楠瀬 勤一郎、内田 利弘、石戸 恒雄ほか

（常勤職員30名、他5名）

#### 【研究内容】

大気中のCO<sub>2</sub>削減のため、大規模発生源に近い沿岸域においてCO<sub>2</sub>を地下1,000 m程度の深部に圧入する地中貯留技術が期待されている。そのため、地下に圧入されたCO<sub>2</sub>の挙動を解明して、深部の帯水層のCO<sub>2</sub>貯留、貯留技術の開発、及びCO<sub>2</sub>の移動に対する帯水層の隔離性能評価に必要なモデリング技術を開発する。また、CO<sub>2</sub>を帯水層に圧入した際の環境影響評価のためのCO<sub>2</sub>挙動に関するモニタリング技術を開発する。CO<sub>2</sub>地中貯留の実用化に際しては、貯留層のみならず、キャップロックまでを含めた、貯留システム全体についての安全性の評価が重要であり、昨年度に引き続き、キャップロックの長期安全性評価に関連して、塩酸溶液中および地下1000 mの帯水層条件を模擬したCO<sub>2</sub>飽和水中で、緑泥石の溶解実験を行った。自然電位での長期的な観測可能性の検討のため、自然電位電極の長期安定性試験を実施している。鹿児島県大霧地域において、昨年度まで4年以上の観測を実施している。このような長期の連続観測を行っているが電極の交換が必要となる状況には至っておらず、設置した電極は長期間の観測に耐えることが示唆されている。実際のCO<sub>2</sub>地中貯留が想定される大規模排出源近傍では、地表においては得られるシグナルが小さくかつノイズが大きいことも想定され、自然電位法・電気探査法等のモニタリングにおいて、坑井を利用して地下深部での電極設置に適した電極開発を目的として、岩手県の釜石鉱山坑内の実験孔KF-1及びKF-3を利用した測定を昨年度より開始した。長期間の坑井を利用したモニタリングに適する電極の選定を行う。坑井内の自然電位の連続測定を併用することにより従来の坑井テストに比して高精度で岩体の水理特性を求めうる。圧力遷移に伴う再現性の良い自然電位変化測定に成功し、フラクチャー岩体の水理特性推定における坑井内自然電位測定の有効性が確認できた。温室効果ガスであり、かつオゾン層破壊物質でもあるN<sub>2</sub>Oの循環メカニズムの解明に関連して、グローバルでの窒素収支および窒素同位体収支についてモデルを用いた解析を行った。感度解析の結果、特に対流圏N<sub>2</sub>Oの窒素同位体比に影響を及ぼすパラメータは、海洋表層アンモニアの窒素同位体比、対流圏N<sub>2</sub>Oの窒素同位体比の定常値、硝化および脱窒の際の同位体分別係数であることが明らかとなった。オーストラリアクーパーベーズンのハバネロサイトでは、ジオダイナミクス社による高温岩体地熱発電プロジェクトが進行中である。深度約4200 m、坑井間距離560 mの循環システムが造成され、循環試験で2種類の蛍光トレーサーを投入し、光ファイバーによる連続測定システムと、実験室での分析により、トレーサーの出現確認、応答曲線の解析などを行った。その結果、トレーサー投入から約4日後、流体生産量では4000 tonあたりでトレーサーが出現し始め、その後投入から9日後（約



9000 ton) でピークに達した。その後、約2ヶ月にわたるトレーサー応答曲線から、循環は良好に行われていると判断された。

〔分野名〕地質、環境・エネルギー

〔キーワード〕二酸化炭素、地中貯留、環境

#### 〔テーマ題目6〕物質循環の視点に基づいた環境・資源に関する地質の調査・研究

〔研究代表者〕石戸 恒雄（主幹研究員）

〔研究担当者〕丸井 敦尚、石井 武政、駒井 武、  
當舎 利行、楠瀬 勤一郎、内田 利弘、  
坂田 将、佐脇 貴幸、棚橋 学、  
村岡 洋文、渡辺 寧ほか  
（常勤職員20名、他5名）

#### 〔研究内容〕

地圏・水圏における物質循環は自然環境や水資源に影響を与えるとともに、資源生成や汚染物質の循環・集積にも大きな役割を果たすことから、環境問題や資源問題を解決するため、地球規模の物質循環の解明が重要である。そのため、地下空間における水文環境や物質の集積メカニズムの解明を行う。さらに物質集積メカニズムの解明に基づき、土壌汚染、地熱資源、鉱物資源、燃料資源等に関する情報を整備し、データベースを作成する。平成20年度は、以下の研究を行った。

西日本の代表地域として鳥取県地域を対象とした調査結果をまとめ、得られた地球化学情報の整備および人体リスク解析を行った。鳥取県内にはいくつかの旧廃止金属鉱山が分布する。一部の元素はこれらの鉱床分布を反映する重金属分布を示した。特にこの地域で人体への影響が懸念されるクロム、鉛であるが、人体リスク評価を行った結果、いずれも人体に影響のある濃度ではないことが明らかになった。これらの統合した解析データは、表層土壌評価基本図（鳥取県地域）として完成させ、数値地質図E-4として出版した。

高温熱水系シミュレータUSGS Hydrothermの新バージョン（v. 3.1）について各種のテストを行い、Excel VBAを用いた前・後処理プログラムを試作した。昨年度までに開発した各種公開電子地球科学データの重合平面-断面図の表示法とプレートスラブ斜め沈み込みの簡易モデル化-シミュレーション手法を利用して、九州地方の火山・地熱活動の時空間変化の機構を検討した。IEA地熱実施協定のタスクとして国際的な熱水系データベースを作成し、花崗岩地殻の熱水系と玄武岩地殻の熱水系との間でpHやB/Cl比に大きな違いがあることを明らかにした。ExcelVBAを用いて水化学データの表示・解析に不可欠なキー図・ヘキサ図（地図上）の作成プログラムを作り誌上発表を行うとともに、WWWホームページからのダウンロードを可能とした。同様に標高-地質メッシュデータの各種組み合わせ処理などについてもプログラムを作成した。本邦の代表的な酸性泉の物理化学

的利用や希元素回収の可能性を目指して、微量成分の含有量を分析するため、秋田県玉川温泉について予察調査を行い、秋田県泥湯温泉について噴気地の特徴を示した。

20万分の1地質図幅「名古屋」「八代」「中津」「静岡・御前崎」の鉱物資源情報を取りまとめ、原稿を提出した。中央アジアの鉱物資源データのコンパイルとともに300万分の1鉱物資源図の作成を進めた。また、50万分の1鉱物資源図を元に、日本の鉱物資源データのコンパイルを進めた。

天然ガスの起源の解明のため、石油や堆積岩に普遍的に存在するホパン類の起源生物の一つと推定されているアンモニア酸化細菌の脂質の濃度と炭素同位体比の測定結果を論文公表した。アンモニア酸化細菌である*Nitrosomonas*を培養して、特徴的な脂質バイオマーカーであるホパノイドの炭素同位体比を測定した結果、過去に多数報告されている化石ホパノイド（堆積岩や石油中のホパン）の炭素同位体比を合理的に説明できる。南海トラフ前弧海盆域の熱流量データの整理による熱構造解析、音波探査データの解析による地質構造の検討を行い、燃料資源地質図の編集を進めた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地質調査、知的基盤、地球科学図

#### 〔テーマ題目7〕地層処分安全規制支援の研究

〔研究代表者〕竹野 直人

（地下環境機能研究グループ長）

〔研究担当者〕竹野 直人、金井 豊、上岡 晃、  
富島 康夫、鈴木 正哉、伊藤 一誠、  
鈴木 庸平、石戸 恒雄、杉原 光彦、  
西 祐司、高倉 伸一ほか  
（常勤職員15名、他5名）

#### 〔研究内容〕

##### 1) 地質環境の隔離性能に関する研究

我が国の高レベル放射性廃棄物地層処分場を対象とした産総研独自の性能評価コードの開発を米国 SwRI との共同で行った。本コードは廃棄物容器からの放射性核種の漏出に始まり、天然バリア内の核種移行、評価対象となる生物圏における最終的な核種別の漏出量にいたるまでの処分システム全体を評価するコードである。要素計算モジュールの組み合わせにより構成されており、それらが作る中間データファイルにより処分場システムを要素別に評価する機能を持つ。現時点では処分場候補地が決まっていないため、本コードは汎用性の高い設計となっており、さまざまな地質条件に対応し、候補地の予備的な処分場としての適正評価にも対応できる。

##### 2) 地質環境のベースライン特性に関する研究

栃木県那須烏山市内の KR-1井掘削サイトとその周辺をモデルフィールドとして、水理環境の変動把握に有効な物理探査手法の評価を行っている。当サイトでは、現在でも GPS 測位と自然電位の連続観測や重力

と比抵抗の繰り返し測定が実施されている。また、気象観測や土壌水分・温度の連続観測が継続されている。自然電位変動調査では、集中した降雨の後に約1ヶ月程度継続する電位変化や、降雨に伴って発生するKR-2を中心とした電位変化を検出した。これらの変化は不飽和帯中の下降浸透流に伴って生じる流動電位やケーシング周囲における酸化還元電位の変化によるものと考えられる。重力の繰り返し調査では、7月と2月に絶対重力と相対重力の測定を実施した。同地点では時々、数 $\mu$ Gal 大きい重力値が観測されることがあり、降雨が影響を及ぼしていると考えられる。今後、GPS で認められる経年変化や季節変化との関係を検討する必要がある。比抵抗の繰り返し測定は約1ヶ月ごとに実施し、その変化を土壌水分・温度のデータと比較した。土壌水分変化の影響と考えられる比抵抗の局所的変化や経年変化は認められるが、大局的な変化は土壌温度の季節変化と調和的であり、当サイトにおける比抵抗変化には地温の影響が卓越していると思われる。

【分野名】地質

【キーワード】地球化学サイクル、イオニウム法、標準試料、イモゴライト、吸着、多深度採水、微生物分析、物理探査、モニタリング、繰り返し測定、水理環境

### ③【知能システム研究部門】

(Intelligent Systems Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：平井 成興

副研究部門長：小森谷 清、比留川 博久

主幹研究員：末廣 尚士

所在地：つくば中央第2、東、北

人員：53名 (51名)

経費：967,701千円 (676,295千円)

概要：

#### 1. ユニットの理念・目的

人間の行う様々な知的な運動や物理的操作を支援あるいは代行する、知能情報処理やロボティクス・メカトロニクスシステムに関わる技術を知能システム技術と位置づけ、その基礎原理、要素技術、システム化技術の研究開発を行い、かつその成果をさまざまな形で社会に普及させる努力を通じ、わが国産業社会の発展に貢献する。

#### 2. ユニットの研究の方向性

研究の主力はいわゆるロボットであるが、形態的な意味でのロボットに拘ることなく、システムが知能化されることで新しい効果を生み出し、産業的な

価値を生み出す技術に関わるものも重要な課題として取り組む。これは、そもそもロボットというものがきわめて融合的なシステムであってその実現に関わる体系は、機械技術、エレクトロニクス、情報通信技術、人工知能技術をはじめ、場合によっては材料技術なども含み、その研究成果がさまざまなレベルで応用可能性を持っているからである。その際、研究課題が発散することのないように、きちんとした出口・応用をイメージし、使える技術を意識した設定で展開することが重要であることは言うまでもない。また、市場創生の観点からは、将来の応用・市場を想定した先行用途の知恵出し、プロトタイプシステムの提示も重要な役割で、そのような成果もまた目標に含めるものとする。

外部資金：

文部科学省 科学技術振興調整費「環境と作業構造のユニバーサルデザイン」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト/ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発/ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト/作業知能(社会・生活分野)の開発/施設内生活支援ロボット知能の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、人間・ロボット協調型セル生産組立システム(次世代産業用ロボット分野)、コンパクトハンドリングシステムを備えた安全な上体ヒューマノイド」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、ロボット搬送システム(サービスロボット分野)、店舗応用を目指したロボット搬送システムの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、建設系産業廃棄物処理 RT システム(特殊環境用ロボット分野)、廃材分別を考慮した環境対応型解体作業支援ロボットの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「基盤ロボット技術活用型オープンイノベーション促進プロジェクト」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト／ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金特別研究員奨励費「全身の触覚情報を触原色に基づき提示することを特徴とする人型ロボットの遠隔臨場制御」

文部科学省 科学研究費補助金若手 B「人との対話に基づくロボットの逐次的行動ネットワーク構成法」

文部科学省 科学研究費補助金若手 B「組立作業教示のための作業特徴量の抽出と制御方策切り替え条件のモデル化」

文部科学省 科学研究費補助金若手 B「ヒューマンエラーと向き合う次世代ロボットのためのリアルタイムの人間信頼性評価機能」

文部科学省 科学研究費補助金基盤研究 (B)「ヒューマノイドによる物体搬送作業のための作業計画」

文部科学省 科学研究費補助金基盤研究 (C)「UML モデリングによる人と共存するロボットの安全設計と評価方法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金基盤研究 (C)「足関節他動運動訓練機器が末梢組織の循環状態に与える影響に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金特定「多自由度アクチュエータ」

日本学術振興会 (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業「回転する金型に金属板を押し付けて形成するスピニング加工をロボットにより行う際に、発生する振動を抑制する制御を研究し、軽量なロボットによる大きいサイズの加工を実現する。」

日本学術振興会 (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業「環境知能と空間機能を用いた人間志向の共生ロボットシステムのデザインと制御」

日本学術振興会 (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業「人間型ロボットのための人のような滑らかな動作計画法」

日本学術振興会 (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業「人間型ロボット動作の最適化に関する研究」

日本学術振興会 (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業「動的環境における視覚情報に適応的なパーティクル・フィルタを用いた SLAM 手法」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金「人と共存して動作する次世代生産ロボットための高速ビジョン安全領域センサの開発」

独立行政法人科学技術振興機構 重点地域研究開発プログラム (シーズ発掘試験)「球面加減速機構の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的国際科学技術協力推進事業「実環境のオンライン情報構造化を用いたロボットの運動計画および実行に関する研究」

独立行政法人科学技術振興機構「パラサイトヒューマン装着者の行動モデル獲得ならびにパラサイトヒューマン装着者による人の誘導に関する研究」

財団法人日本自動車研究所 エネルギー ITS 推進事業「自動運転・隊列走行システムのコンパティビリティと安全性・信頼性に関する研究開発」

財団法人日本産業技術振興協会 産総研イノベーションズ「間欠故障の自己診断機能をもつ6軸力覚センサ」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業「切断識別モジュールの開発」

発表：誌上发表143件、口頭発表240件、その他40件

## ヒューマノイド研究グループ

(Humanoid Research Group)

研究グループ長：梶田 秀司

(つくば中央第2)

概要：

ヒューマノイド研究グループは、ヒューマノイドロボティクスに関する基盤研究・工学的研究を行っている。従来は人間にしかできなかった作業を代替し人間と共存して働くヒューマノイドロボットを実現するため、人間の通常的生活空間内を自由に移動する機能と基本的な作業機能の実現を中期目標としている。具体的には、不整地歩行、段差歩行、狭隘部移動、腕を併用した移動・作業等の研究を行っている。また、早期の産業化を目指した研究としては、伝統芸能のデジタルアーカイブ、恐竜型ロボットの開発等も行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1

### 自律行動制御研究グループ

(Autonomous Behavior Control Research Group)

研究グループ長：横井 一仁

(つくば中央第2)

#### 概要：

ロボットの自律性・適応性・双方向性・汎用性を高めるための様々な研究をしている。特に、実環境で自律的に探査・搬送作業のできるロボットシステムの実現を目標としている。確立した理論を研究用プラットフォームであるヒューマノイドロボット HRP-2に実装し、実環境で使用できる技術の構築を目指している。

また、知能システム研究部門とフランス国立科学研究センター（CNRS）との間で設立した Joint Japanese-French Robotics Laboratory (JRL) の日本国研究拠点として、フランスを始め世界各国の研究者と共同で研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1

### タスク・インテリジェンス研究グループ

(Task Intelligence Research Group)

研究グループ長：神徳 徹雄

(つくば中央第2)

#### 概要：

知能システムに要求される知的機能を「人間を含む実世界との物理的なインタラクションを行うための技術」という視点で捉え、実世界や人間とのインタラクションを行い我々が必要とする目的を達成するための知能、とりわけ作業実行のための知能の研究を進めている。また、その人間代替作業ロボットへの応用を目指し、知的センシングや知的制御、柔軟物ハンドリング問題等に取り組み、従来自動化が困難であった産業アプリケーション分野やオフィス・家庭などの分野へのロボットの応用を追求している。

また、新しいロボットシステム構築のためのソフトウェア（RT ミドルウェア）の開発も行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 3次元視覚システム研究グループ

(3-D Vision Systems Research Group)

研究グループ長：河井 良浩

(つくば中央第2)

#### 概要：

人間が利用する情報の80%以上が視覚情報と言われている。そこで、人間の活動を支援または代行するシステムに必要な眼として複数台のカメラ（ステレオカメラ）を用い、立体を立体的に知覚することによって、多分野・多目的に利用できる3次元視覚システム VVV (Versatile Volumetric Vision) を開発している。

3次元視覚には、距離計測、形状計測、物体認識、運動追跡等の機能があるが、VVV は、多様な状況で

任意の形状の物体を対象として、これらの処理を一貫的に実時間で高精度に実行する。また、その応用システムとして、ハンドアイシステム、パーソナルロボット、環境マップ生成システム等を開発し、その高度化をはかっている。

研究テーマ：テーマ題目 4

### フィールドシステム研究グループ

(Field Systems Research Group)

研究グループ長：小森谷 清

(つくば東)

#### 概要：

屋外環境の保全や整備、人や物の移動など、屋外における人間活動の支援が求められている。地表面を含む3次元の移動技術の確立と、屋外作業の自動化や人間と機械のインタフェースの研究開発を通して、このような支援の実現を目指している。屋外環境でのナビゲーション技術、空間移動制御技術、土砂などのマニピュレーション技術、協調のための情報通信制御技術、先進車両制御技術など、要素技術から、屋外環境で使える知能システムを実現すべくシステム化の研究を推進している。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 安全知能研究グループ

(Safety Intelligence Research Group)

研究グループ長：山田 陽滋

(つくば中央第2)

#### 概要：

実用化がすでに始まり、ますます人間との距離を縮めつつあるロボットには、当然高い安全性が要求されるだろう。自動回転ドアやジェットコースターのような痛ましい事故を起こすことのないように、身近な人間-機械系の安全をどのように確保すべきか？メーカーのみならずユーザや取り巻く人々を含む社会全体が、この課題に真剣に取り組むことにより、心配されている人間-ロボット間の事故を未然に防ぐことができることだろう。当研究グループでは、RT（ロボットテクノロジー）を駆使して、このような社会全体の要請に先んずべく、生産現場での作業員による機械操作ミスの防止から、福祉現場における高齢者・障害者の生活支援機器の安全確保、さらには、介護従事者らによる安全で確実な介護や看護の遂行を目指す“安全知能”技術を開発し、関連産業を育成している。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 分散システム研究グループ

(Distributed System Design Research Group)

研究グループ長：黒河 治久

(つくば東)

## 概要：

人工システムは大規模、複雑化するにつれ、設計・構築・保守の人的・物的コストが増大する。この問題を解決する一手段として、自律分散システムがある。多数の自律的要素が共同して動作し、自己組織的に全体の構成を改変しながら、環境に応じた機能を発現する自律分散システムとして、形や動作を変えるモジュール型ロボットや、プログラム同士が相互作用して最適なネットワークを構成するソフトウェアなどを研究している。

研究テーマ：テーマ題目 3

## 空間機能研究グループ

(Ubiquitous Functions Research Group)

研究グループ長：大場 光太郎

(つくば中央第2)

## 概要：

空間にユビキタス的に分散配置された、物理的な機能と情動的な機能（空間機能）を、センサーネットワークなどの技術を用いて合理的に融合配置及びデザインする技術、また空間機能情報の獲得・提示技術などの研究開発を推進している。このことにより、空間機能の有効活用による人間生活支援、環境に分散した知的アクチュエーション・システム（ロボットなど）などの新規コンセプトを目指しながら、企業との連携により具体的な製品化を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

## AIST-CNRS ロボット工学連携研究体

(CNRS-AIST JRL (Joint Robotics Laboratory),

UMI3218/CRT)

連携研究体長：横井 一仁

(つくば中央第2)

## 概要：

AIST-CNRS ロボット工学連携研究体 CNRS-AIST JRL (Joint Robotics Laboratory), UMI3218/CRT は、フランス国立科学研究センター (CNRS) と産業技術総合研究所により設立された国際共同研究組織で、つくば事業所の知能システム研究部門内に設置されている。ロボットの自律性の高めるための研究を、主にヒューマノイドロボットをプラットフォームに使用して両国からの研究者の密な協力によって進めている。主な研究テーマは、作業や動作の計画と制御、知覚を通じた人間や周囲の環境とのインタラクション、認知ロボティクスなどである。フランス CNRS の他の研究機関、またヨーロッパを中心とした他の研究機関とも EU プロジェクトなどへの参加により国際共同研究を行っている。

JRL は、CNRS では Unite Mixte Internationale (UMI、国際混成研究所)として、産総研では連携研

究体 (CRT) という正式な組織として位置づけられている。

研究テーマ：テーマ題目 1

-----  
 [テーマ題目 1] ヒューマノイドロボットの実用化技術

[研究代表者] 比留川 博久 (副研究部門長)

[研究担当者] 梶田 秀司、横井 一仁

(常勤職員14名、他20名)

[研究内容]

ヒューマノイドロボットの実用化にむけ、基礎技術から応用システムの開発まで幅広く研究を行う。まず、ヒューマノイドロボットにより開発された動力学シミュレータソフトウェアの公開を行い、成果の社会への還元とロボット技術全般の向上を図る。ヒューマノイドロボット実用化のハードルとなっているのは、2足歩行に代表される運動制御技術の性能、信頼性、適応性に不足があるためであり、これを解消する取り組みとして、不整地歩行性能や跳躍等の動的動作性能の向上を行う。また、実用的な作業を行う上で不可欠な物体操作機能を向上させるため、多指ハンドと視覚を用いた物体把持の研究、ピボット動作による搬送作業の研究、建物ドアの開閉技術の研究、接触を伴う動作の接触点の計画法の研究を行う。さらに、ヒューマノイドロボットの新しい応用分野を切り開くため、エンターテインメント分野に目標を絞った新しいタイプのロボット開発を行う。これに伴い、ファッションショー等で要求される従来よりも人間に近いしなやかな動作を実現するための各種基礎技術も開発する。

上記の目的を達成するために、これまでに開発されたヒューマノイドプラットフォームである HRP-2、HRP-3P、HRP-3を適宜使い分け、目標のパフォーマンスを実現するソフトウェア開発を行うほか、新しい応用分野を想定した新しいヒューマノイドロボットの開発も行う。方法論としては、要素技術開発主導ではなく、ロボットシステム全体としてバランスのとれた性能を実現するため、常にシステムとしての開発を進め、必要に応じて要素技術を追加的に開発するアプローチをとる。

ヒューマノイドロボットの実用化にむけた研究開発を行った。ヒューマノイド研究の中で開発され、あらゆるタイプのロボットに利用可能な動力学シミュレータである OpenHRP3を2008年6月よりオープンソースライセンスで全世界に向けて公開を開始した。2足歩行性能向上の一環として、不整地歩行制御技術に関しては、新たに開発した安定化制御アルゴリズムを用い HRP-2により、厚さ2 cm のパネル上を事前知識なしに時速1.125 km で踏破することに成功した。HRP-3を用いたその場ジャンプについて解析し、高さ3.4 cm のジャンプを実機により実現した。多指ハンドを用いた物体把握技術を実現するため、エッジ法線・曲率のヒストグラムマッチング・RANSAC 法を用いた把握作業用の視覚処理アルゴ

リズムを開発し、携帯電話の位置姿勢認識に成功した。また、その場に置かれた物体を視覚情報に基づき HRP-3に取り付けた多指ハンド HDH-1により把持することを実現した。障害物環境下で持ち替え動作を含むピボット動作を用いた物体搬送作業計画手法を確立し、HRP-2を用いた実験により有効性を確認した。予備動作により生成される運動量を利用した建物ドアを開ける動作を実現した。環境とヒューマノイドロボットとの接触を積極的に用いた動作計画手法を確立し、HRP-2を用いて、テーブルに向かって椅子に腰かけた状態から、離脱する動作ならびに、手に飲み物をもったまま、テーブルに向き合った椅子に座る動作を実現した。

ヒューマノイドロボットのエンターテインメント分野等への実用化をめざし、人間に近い外観・形態を持ち、人間に近い歩行や動作が可能、音声認識などを用いた人間とのインタラクションが可能なサイバネティックヒューマン HRP-4Cを開発した。HRP-4Cは19歳から29歳までの日本人女性の標準体型を±10%で再現した、女性型のヒューマノイドロボットである。このロボットは2009年3月に開催された「東京発日本ファッションウィーク JFW in TOKYO」に出演し冒頭アナウンスを行った。

人間に近い動作の一環として両脚接地期におけるすべりを利用した方向転換の理論を構築し、HRP-2が摩擦係数0.13の床面上で意図的な滑りを利用して90度の方向転換を行う実験に成功した。また、モーションキャプチャにより得られた人間の歩行やターン動作を基に HRP-4Cの動作パターンを生成する技術を開発した。また、人間に近い動作パターンを効率よく生成するための動作生成ソフトウェアツールを開発し、これにより多様な顔表情を HRP-4Cで実現した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ヒューマノイド、二足歩行、全身運動制御

## 【テーマ題目2】人間共存ロボット技術の研究開発

【研究代表者】平井 成興（研究部門長）

【研究担当者】神徳 徹雄、大場 光太郎、山田 陽滋（常勤職員22名、他38名）

### 【研究内容】

モジュール化されたロボット機能要素を統合するロボット用ソフトウェア開発環境の研究開発を進め、ロボット知能ソフトウェアプラットフォーム及び検証用知能モジュールのプロトタイプを開発する。物体操作の技術基盤となる汎用的な把持機能の実現に向けて、視覚のセンシングと把持のマニピュレーションを統合したシステムを検討する。

物体操作のための環境構造ユニバーサルデザインの研究開発の成果について模擬生活空間を用いた実証を行う。RT ミドルウェアの研究開発に関しては、国際的なソフ

トウェア標準化団体 OMG で発行されたコンポーネントモデル標準仕様（RTC1.0）に準拠する実装である OpenRTM-aist-1.0の開発を進める。

国際安全規格の安全カテゴリ3の1 ms 光通信位置認識システムの改良を進める。UML（Unified Modeling Language）を使用して、より一般の安全概念を表現する。知能福祉機器の周辺環境や人との衝突回避機能を車いすをターゲットとして実装を行う。高齢者の転落検知に必要な情報を検討し、データ収集実験を行う。

ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャに基づいて3種のプロトタイプロボットの研究開発を実施する。

1) 物流支援ロボットについては、AGV（Automatic Guided Vehicle）を用い、前年度まで構築したセンサシステム、シミュレータシステムの実証実験を行う。2) 対人サービスロボットについては、昨年度開発した機能検証アームの問題点を改良して評価実験用の最終プロトタイプを開発、病院施設内でのユーザによる操作の評価実験を行う。3) ヒューマノイドロボットに関しては、脚モジュール（HRP-4L）を用いて、モーションキャプチャデータに基づく人間に近い歩行を実現する。脚モジュールの成果、および人間の運動データ解析をもとに上半身をもつ全身モデル（HRP-4）を設計・開発する。

進捗状況：

ロボット用ソフトウェア開発環境として、RTC ビルダ、RTC システムエディタ等を開発し公開した。開発環境の検証としてリファレンスハードウェアを試作、基本機能の検証を行った。汎用的な把持機能の基盤として RT モジュール化した視覚センシング要素と把持マニピュレーション要素とを統合したハンドアイシステムを構築した。物体操作のための環境構造ユニバーサルデザインのデモシステムを構築し、神奈川県住宅展示場において実証デモ実験を行った。RT ミドルウェアに関しては、OpenRTM-aist-1.0をホームページ上で公開リリースした。

国際安全規格の安全カテゴリ3の1 ms 光通信位置認識システムの最適化設計を行い、試作システムを開発した。UML（Unified Modeling Language）による安全概念のモデリングを完成させ、リスクアセスメントのためのデータベースシステムを開発した。知能化車いすの運動情報や外界センサ情報により、人間を含む環境との衝突危険度を見積もる手法を提案、実装した。高齢者の転落検知について、手すりを用いた姿勢保持における健康成人による分布力覚の基礎データを取得した。

ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャに基づいて3種のプロトタイプロボットの内、1) 物流支援ロボットについては、企業が試作した AGV のグローバルな制御法と自律ロボットのローカルな制御法を統合した複数台ロボットの実証システムを構築、実証実験により所期の性能を確認した。2) 対人サービスロボットは、問題点

を改良した最終プロトタイプアームを開発し、シミュレータによる操作評価実験を行うとともに、病院内で実機の印象評価を行った。3) ヒューマノイドロボットではモーションキャプチャデータに基づくロボットの歩行動作生成システムを開発し、脚モジュールによる基礎的な歩行と人間の運動データ解析に基づいた全身モデル (HRP-4C) の設計・開発を行い基本性能を確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット用ソフトウェア、知能モジュール、環境構造ユニバーサルデザイン、RT ミドルウェア、OpenRTM、ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャ、HRP-4C

#### 【テーマ題目3】自律移動ロボット技術の研究

【研究代表者】小森谷 清 (副研究部門長)

【研究担当者】黒河 治久 (常勤職員13名、他18名)

【研究内容】

屋外における高信頼で、かつ実用的な自律移動制御技術と情報ネットワーク技術を開発・統合して、それをベースに環境情報の収集や異常発見を行ったり、複数のロボットシステムの協調動作による環境の改変など屋外作業の自動化技術を開発したりして社会の安全と QOL の変革を実現することを目的とする。

複数台のネットワークロボットの協調による情報収集システム構築のため、無線ネットワークの形成、アドホックネットワークによる情報の伝送、ロボット間の同期、環境認識、自律移動手法の検討・評価を行う。また、センサネットワークロボットの信頼性向上のため、駆動系、制御系、通信系の技術的な検討、機能の試作、実地評価試験を行い、障害物・段差の自動認識と自動乗り越え機能を実現する。環境改変ではホイールローダ実機の制御、環境センシング、作業計画の各機能を統合し、複数の掬い取り、積み込み動作を実現して砂利堆積の移動の効率化を図る。

進捗状況：

センサネットワークロボットに関しては、基地局、ロボット2台を無線でつなぎ、基地局より中間のロボットを介して遠隔のロボットを操作、情報伝送実験を行い、無線アドホックネットワークを利用することで、無線伝送距離を拡張できることを確認した。新規にサーボモータと RS485 通信による CPU ボードを開発し、高トルク、高制御特性、高信頼の駆動系、ロボット内通信の信頼性向上を実現した。無線遠隔通信に関しては、屋外オープンスペースでも 50 m 程度の通信に止まり、アンテナの設置方法や電波強度、通信速度の課題を確認した。環境改変については、前年度までに構築したホイールローダ実機とダンプトラックを組み合わせたシステムで、自律的な作業実験を継続して、砂利堆積の自律的な掬い取り、ダンプトラックへの積み込み作業の数値目標であった作

業性の向上でサイクルタイム55秒を記録し、作業員の場合 (約30秒) と比較して2倍以内への短縮を達成した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】自律移動制御、センサネットワークロボット、アドホックネットワーク、ホイールローダ、自律的な掬い取り

#### 【テーマ題目4】高機能自律観測技術の研究

【研究代表者】河井 良浩

(3次元視覚システム研究グループ長)

【研究担当者】河井 良浩 (常勤職員9名、他6名)

【研究内容】

当該研究グループが長年独自に開発している構造解析に基づく高機能3次元視覚システム VVV の基礎研究とともに、応用研究、実用研究と連続的に相互に技術的なフィードバックのある本格研究を実施している。VVV は、分野を問わず人間の眼が必要とされる多くの作業や機械に共通的に利用でき、その支援・代行を促進することを目指している。

基礎研究として、基盤的視覚機能モジュールの体系的整備と増強をはかっている。境界表現された複数視点の観測データを統合し、3次元形状モデルとして生成する機能、及び、任意形状の対象物である自由曲面体を遮蔽輪郭線に基づいて認識する機能を開発した。正確な3次元形状情報を得るため、カメラの姿勢パラメータを自己修復する機能を開発した。また、遠距離物体の正確な形状計測を行うため、移動パラメータを基にカメラ間距離の長いステレオ画像を生成し、高精度な3次元計測ができる機能を開発した。

応用研究として、VVV を典型的な応用システムに適用して、その有効性を実証するとともに、応用システム自体の高度化をはかっている。施設内生活支援ロボット知能の開発においては、RT コンポーネント化した認識モジュールを他のモジュールと組み合わせ、音声指令に基づいて、ロボットが日用品を認識・保持し、カウンタに運ぶシステムを構築し、実証した。また、ネットショッピングにおける商品提示システムにおいて、商品モデルの3次元データを簡便に生成するシステムを開発した。

実用研究として、製造、土木、食品加工等に関連する企業と共同研究を実施し、工業部品の認識システム、形状計測システム等を開発している。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】3次元視覚、ステレオ、形状計測、物体認識、生活支援ロボット

#### ④【エレクトロニクス研究部門】

(Nanoelectronics Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：金丸 正剛

副研究部門長：安藤 功兒  
主幹 研究員：坂本 邦博、青柳 昌宏

所在地：つくば中央第2  
人 員：73名 (71名)  
経 費：1,306,774千円 (616,047千円)

概 要：

1. ミッション

我が国の産業競争力強化や新産業の創出に向けて革新的な電子技術を創出し、知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービス創出に資することを旨として以下の研究開発を行う。

- ・低消費電力性と高速性・高機能性を併せ持つデバイス・集積回路技術の研究開発
- ・情報機器とユーザ間或いは情報機器とネットワーク間のインターフェースデバイスの小型化・低消費電力化・多機能化技術の研究開発
- ・新機能材料及び新物理現象を用いた革新的デバイス技術および超伝導現象を利用した電子計測技術の研究開発

2. 研究概要

当研究部門においては、新規電子現象の解明、電子材料開発、プロセス・デバイス開発、集積化技術の開発、評価・計測技術の高度化など広範なエレクトロニクス分野で様々な研究フェーズの活動を行っており、個々の研究課題に対して産総研での位置づけを常に意識しながら研究を進めている。具体的には、それぞれの研究を当研究所が定義している「第1種基礎研究」、「第2種基礎研究」、「製品化研究」の3種類の研究フェーズに位置付けている。

第1種基礎研究は、電子現象に関する革新的シーズの創出につながる新発見、新発明、新物質創成などに関する研究を行うものであり、研究成果として学術的に非常に質の高い研究論文発表が中心となる知の創造を目指している。第2種基礎研究は、産業ニーズに答えるための研究である。当部門に關係の深いエレクトロニクス産業は成熟した産業ではあるものの、現在でも（あるいは以前よりも）極めて技術進展の早い分野であるということを常に意識し、同一分野の内外の研究機関、競合技術、代替技術と比較したベンチマークによる自己評価とともに、積極的に外部に向けて質の高い成果を発信し、産業界からのフィードバックを得ながら研究開発の方向性を見極めている。製品化研究は、技術移転のための共同研究や産総研ベンチャーにおける研究に加え、イノベーションハブとしての役割を担う連携研究体やコンソーシアムでの研究活動も製品化研究として捉えており、光・電子 SI 連携研究体、デバイス計測コンソーシアムおよびファブシステム研究会を運

営している。

当部門は15研究グループで構成され、個々の研究課題は下記の5つの研究開発領域に技術的に分類して研究を実施している。

(1) シリコンナノエレクトロニクス

従来の微細化技術のみでは実現困難な低消費電力性と高速性・高機能性を併せ持つシリコン集積回路の実現を目指し、ダブルゲート構造等を利用したシリコンデバイスのプロセス・デバイス技術、回路・設計技術、デバイス評価技術を開発する。

(2) 不揮発エレクトロニクス

電子スピンや誘電分極を不揮発メモリ機能として利用した新しい情報処理デバイスを開発し、不揮発エレクトロニクスという新分野を開拓する。

(3) システムインテグレーション技術の開発

情報機器とユーザとのインターフェースデバイスあるいは情報機器とネットワークとのインターフェースデバイスの小型化、低消費電力化及び多機能化を両立させるために低消費電力ディスプレイ技術や3次元実装・評価技術を開発する。

(4) 新機能材料や新物理現象に基づく革新的電子デバイス技術の開発

量子効果や超伝導効果を示す新しい電子材料の開発、コンピュータの演算速度及び消費電力を飛躍的に改善できる革新的な情報処理ハードウェア応用のための要素技術を開発する。

(5) 超伝導現象に基づく次世代電子計測・標準技術の開発

絶対的な高精度性を必要とする先端計測及び標準化に関する技術の実現に資するために、超伝導現象の特性を活用した電子計測デバイス及びそれを用いた標準システムの確立と普及を行う。

-----  
内部資金

ハイテクものづくりプロジェクト/プラスチック基材上への可視光透過・熱線反射コーティングの実証

ハイテクものづくりプロジェクト/ジーンズをはいてIC製造を可能にする密閉化搬送システムの開発

外部資金

経済産業省/戦略的技術開発委託費（ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発）/超低消費電力及び高ノイズ耐性を実現する新構造 MOS デバイス集積回路技術の研究開発

文部科学省/自己整合型四極子収差補正光学システムの開発（産総研テーマ：多段自己整合型球面収差補正光学系の開発）



独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／希少金属代替材料開発プロジェクト／透明電極向けインジウム代替材料開発／酸化亜鉛系混晶材料による高性能透明電極用材料の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／低消費電力プロセッサのための不揮発論理回路基盤技術の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／立体構造新機能集積回路（ドリームチップ）技術開発／三次元回路再構成可能デバイス技術

文部科学省／科学研究費補助金／若手 A／低電圧動作強誘電体ゲート不揮発 FET 作製プロセスの研究

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(A)／磁束量子を利用した量子交流電圧標準の研究

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(B)／真空紫外 RDS 測定装置の開発と新チャネル材料上に形成した絶縁膜界面の秩序状態評価／エレクトロニクス研究部門

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(B)／磁気円二色性分光法による強磁性半導体の電子構造の解明

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(B)／最高の臨界温度を示す水銀系高温超伝導体の高品質単結晶育成：超伝導機構解明への展開

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(B)／金属酸化膜／半導体界面におけるダイポール発生機構の解明と制御

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(B)／高温超伝導体の電子状態における酸素同位体効果に関する角度分解光電子分光研究

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(C)／p 波超伝導体における半整数磁束量子状態の観察

文部科学省／科学研究費補助金／基盤研究(C)／量子モンテカルロ法および第一原理計算による2次元強相関系の研究

文部科学省／科学研究費補助金／特定／MgO-強磁性ト

ンネルトランジスタの開発

文部科学省／科学研究費補助金／特定／ZnSe 障壁層を用いたスピン発光素子の開発

日本学術振興会／(独)日本学術振興会外国人特別研究員事業／科学研究費補助金・特別研究員奨励費／多層型銅酸化物超伝導体におけるキャリア不均衡調節による物性制御

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／助成金／国際共同研究助成事業（NEDO グラント）／回路設計用モデル開発基盤の構築とこれを用いたマルチゲート MOSFET モデルの開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／助成金／国際共同研究助成事業（NEDO グラント）／次世代交流電圧標準の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／助成金／酸化物交流電界発光原理の探求と素子開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構／助成金／移金属酸化物接合の電界誘起抵抗変化効果の機構解明と不揮発メモリ素子の開発

受託／独立行政法人科学技術振興機構／CREST／Flex Power FPGA チップのアーキテクチャ設計、回路設計、試作チップ設計、周辺ソフトウェアの開発

受託／独立行政法人科学技術振興機構／CREST／2次元強相関系への超並列シミュレーションによるアプローチ

受託／独立行政法人科学技術振興機構／さきがけ／強磁性金属／半導体界面制御によるスピントランジスタの創製（さきがけ）

受託／独立行政法人科学技術振興機構／産学共同シーズンバージョン／電極を用いない光学的手法による InGaAs 電子デバイス用結晶評価技術の開発

受託／独立行政法人科学技術振興機構／戦略的国際科学技術協力推進事業／多重秩序材料の情報通信技術への応用探索

受託／独立行政法人科学技術振興機構／戦略的創造研究推進事業／鉄系超伝導体の低エネルギー放射光光電子分光

受託／独立行政法人科学技術振興機構／戦略的創造研究

推進事業／超高圧 NMR／NQR 実験技術の開発

受託／独立行政法人科学技術振興機構／戦略的創造研究推進事業／鉄ヒ素系超伝導体の転移温度決定因子の解明と物質設計への適用

受託／独立行政法人科学技術振興機構／戦略的創造研究推進事業／強磁性絶縁体超薄膜を用いた新規スピントロニクスデバイスの創製

受託／財団法人埼玉県中小企業振興公社／地域イノベーション創出研究開発事業／光フロンティア領域を開拓する次世代光応用システムの開発

受託／財団法人岐阜県研究開発財団／地域資源活用型研究開発事業／【地域イノベーション】ゾーン加熱方式による美濃和紙の炭化と導電性材料への応用

受託／独立行政法人日本学術振興会／角度分解型光電子分光による低次元量子系の研究

受託／独立行政法人情報通信研究機構／ICT による安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発

受託／国立大学法人大阪大学／平成20年度研究拠点形成費等補助金委託事業／大阪大学博士課程学生および若手教員の教育研究支援

発 表：誌上発表242件、口頭発表386件、その他35件

先端シリコンデバイスグループ

(Silicon Nanoscale Devices Group)

研究グループ長：昌原 明植

(つくば中央第2)

概 要：

微細化限界を打破できる MOS デバイスとして世界で認知されている、産総研提案のダブルゲート MOS (XMOS) FET (代表的には FinFET)、および、しきい値電圧制御可能な新機能を持った4端子駆動型 XOSFET (4T-XMOSFET) を主体とした XMOS LSI 基盤技術を確立して産業界での実用化を可能とするために、独自性の高い微細 XMOS デバイス技術の開発と回路設計環境の整備を同時並行的に進めている。

XMOS プロセス技術では、微細 XMOSFET 作製技術および金属ゲート CMOS プロセス技術を構築した。更に、XMOSFET 特性ばらつき要因を包括的に調査し、金属ゲートの仕事関数ばらつきが最大の問題となることを世界に先駆け提唱した。

一方、XMOS デバイスの最適なアプリ回路についても考察を進め、最も早く微細化限界が危惧されてい

る SRAM への適用を考案した。新提案の Pass-Gate に4端子 XMOSFET を用いた Flex-Pass-Gate-SRAM の試作に成功し、本回路構成により、読み出し余裕が電源電圧に依らず通常 XMOSFET-SRAM よりも2倍以上向上することを実証した。さらに、独自に開発したコンパクトモデルを用いてアレイレベルでの動作速度予測も検討し、その優位性を確認した。

デバイス評価計測グループ

(Analysis and Instrumentation Research Group)

研究グループ長：川手 悦男

(つくば中央第2)

概 要：

研究開発の基本姿勢は、既開発技術を“深化”・発展させる中で新技術を開発し、これら既存・新規開発技術を社会的ニーズへマッチングさせ、共同研究・受託研究・ベンチャー企業への研究協力等を通じて各種実評価に供すると同時に、達成された成果の普及・産業応用への具体的展開を実施することである。走査型プローブ顕微鏡をベースとする測定では、一般に結果の定性的な解釈は容易であるものの、その定量化は極めて困難である。局所的な物性値—例えば膜厚や誘電率、あるいは易動度など—を得られれば、微細デバイスの特性を最適化する際に大きなメリットとなる。そこで外部共同研究からのシミュレーション技術と我々の実験系の組み合わせにより、定量解析のための基礎検討を行なった。導体プローブと極薄誘電体膜の間の電界分布を計算し、誘電体膜の誘電率・膜厚、及び導体プローブの形状がプローブ-誘電体膜間容量にどのような依存性を示すか調べた。光学スペクトル測定では、従来から標準試料を用いて光学測定系の検査を行った後、試料のスペクトル測定を行ってきた。標準試料は全ての波長領域で整備されていないことや、取り扱いの煩雑さのために、産業界からは代替技術の開発への要望が大きい。産総研で開発してきた STAR GEM 光学系は、絶対反射率と透過率を同時に独立に同じ精度で測定できる。この特長を利用して『スペクトルの自己診断機能』を開発した。また、ユビキタス情報ネットワーク世代電子デバイス用評価計測技術の開発の一環として、「真空内特定領域局所エッチング用プラズマガンに関する共同調査研究」を実施した。

機能集積システムグループ

(Microsystems Group)

研究グループ長：金丸 正剛

(つくば中央第2)

概 要：

情報通信・エレクトロニクス技術の一層の多様化を実現するため、情報処理ハードウェアの飛躍的な多機能化・システム化を可能にするデバイス技術を確立す

るため、シリコンを中心とする半導体技術を基盤として、新たな材料技術やデバイスプロセス技術を付加することにより、これまでにない機能を有するデバイスを開発する。具体的には、高機能フィールドエミッションディスプレイの開発を目指す。今年度は1画素に3ヶの TFT を有する FED パネル (0.8インチ24×24画素) パネルの試作に成功した。各画素のメモリー保持機能が動作することを確認し、1700 cd/m<sup>2</sup>の輝度でのパネル点灯を確認した。また、非晶質シリコンフォトダイオードと光学干渉フィルターを集積した高感度蛍光検出モジュールを開発し、チップ上でバイオ化学分析を可能にするラボ・オン・チップの実現を目指す。今年度は、集積型蛍光検出素子の高感度化に向けてバックグラウンド光電流を1桁低減させるとともに、光源として半導体レーザを実装した検出モジュールを試作した。

### 高密度 SI 研究グループ

(High Density Interconnection Research Group)

研究グループ長：青柳 昌宏

(つくば中央第2)

概要：

多種類の機能を有する複数の集積回路チップを積層実装し、チップ間において50 Gbps 以上の超高速で相互に信号伝送可能なシステム機能を実現するため、システムインパッケージ対応の3次元実装技術を開発する。3次元実装技術のコア技術として、ポリイミド多層配線、微細線路設計、実装構造特性評価、微細ピッチバンパ接合などの研究開発に取り組む。平成20年度には、電源供給系広帯域インピーダンス測定技術、微細ピッチ高周波プローブ技術、微細円錐金バンパおよび無電解めっきブリッジ接続によるフリップチップ実装技術の開発などを進めた。

高速伝送特性評価技術として、40 Gbps 級の波形測定評価技術、25 Gbps 級の評価信号発生技術を構築した。また、100 MHz 級クロック周波数の低電力動作でも50 Gbps 以上の信号伝送容量が確保できる1000個以上のシリコン基板貫通ビア電極による超多ビット並列チップ間信号伝送方式を考案するとともに、マルチコアプロセッサシステムへの応用を検討した。

### 超伝導計測デバイスグループ

(Superconducting Devices Group)

研究グループ長：東海林 彰

(つくば中央第2)

概要：

半導体や磁性体では実現が困難な高精度・高分解能・高感度計測を可能とする超伝導計測デバイスを開発し、さらにこれらのデバイスを中核とする計測システムの構築により、「電圧標準」などの産業の発展に

不可欠な基盤技術の整備や「微量有害ガスの検出」など国民の安全・安心に寄与する技術開発をグループの最大目標にしている。液体ヘリウム不要・安価・コンパクトなプログラマブル・ジョセフソン電圧標準 (PJVS) 開発においては、電圧不確かさ8桁で直流10 V の発生に成功し、開発したシステムは計量標準総合センター (NMIJ)、オーストラリア国立標準研究所 (NMIA) ならびにインドネシア国立標準研究所 (KIM-LIPI) に導入された。また、NMIJ および NMIA との3者による3年間の国際共同研究「次世代交流電圧標準の開発」を完遂し、PJVS と熱電変換を組み合わせた新しい交流電圧標準実現の鍵となる、二相の量子波形を用いた交直変換器の精密評価に成功した。総務省プロジェクト「ICT による安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発」に参加し、煙・煤・炎等により人が近づき難くかつ赤外光・可視光での検出が困難な状況における有害ガス濃度の遠隔計測を目的としたテラヘルツ波分光計の開発を進めている。これまでに、広帯域 (中心周波数の74%) かつ低雑音 (量子雑音限界の20倍以下) の超伝導ミキサと、これをフォトニック局部発振器で励起し、従来技術では3バンドを要した200~500 GHz 帯を1バンドでカバーするヘテロダイン受信器を液体ヘリウム冷却の基で開発し、亜酸化窒素ガスの放射する微弱テラヘルツ波の分光に成功した。

### 磁束量子デバイスグループ

(Flux-Quantum Devices Group)

研究グループ長：東海林 彰

(つくば中央第2)

概要：

10ビット D/A 変換器チップを高安定10 MHz クロックで駆動し任意波形を合成するための評価システムを整備した。D/A 変換器チップの出力電圧を誘導分圧器で精密増幅するための要素回路を設計、試作し、正常動作を確認した。また、回路作製プロセスの高度化のため、外部機関との連携による試作ラインの抜本的整備に着手した。

### スピントロニクス研究グループ

(Spintronics Research Group)

研究グループ長：湯浅 新治

(つくば中央第2)

概要：

高性能 MgO トンネル障壁の磁気トンネル接合 (MTJ) 素子とスピン注入型書き込み技術を用いた次世代の大容量 MRAM (スピン RAM) や次世代 HDD 磁気ヘッド (MgO-TMR ヘッド)、マイクロ波デバイスなどを実現するため、MTJ 素子の更なる高性能化とスピン注入磁化反転の低電流化・高信頼性化

のための研究開発を行う。また、スピントランジスタの重要な構成要素である、強磁性金属と磁性半導体を組み合わせた強磁性トンネルダイオード素子の高性能化のための研究を行う。さらに、不揮発性スピン光機能素子の実現を目指した強磁性体/半導体ハイブリッド光素子の開発を行う。

### 量子凝縮物性研究グループ

(Condensed Matter Physics Group)

研究グループ長：柳澤 孝

(つくば中央第2)

概要：

世界的に最高レベルにある極限環境下における単結晶育成技術および高精度測定技術により、新量子現象の発見および解明を行うと共にそれら基礎科学の成果を最先端の革新的デバイス技術まで持ち上げること为目标とした研究を行った。これらの高い技術を基にして、極低温高精度測定機器や高純度結晶育成装置を製品化した。特に、10のマイナス30乗の酸素分圧まで動作可能な極低酸素分圧下单結晶育成装置を開発し、これを製品化して共同研究先企業より販売が開始された。また、第一原理計算、モンテカルロシミュレーションを含む高度シミュレーション技術により新機能材料、新超伝導材料の開発、高伝導メカニズムの解明およびエレクトロニクス技術への応用をめざした研究を行った。鉄ヒ素系の新超伝導体のバンド構造を計算し、バンドパラメーターに対する状態密度の依存性を明らかにした。理論的および第一原理計算により高温超伝導、磁気秩序近くの非 BCS 的超伝導の研究を行った。モンテカルロ法による計算等により世界最大サイズの格子において数値計算を行い、高温超伝導体の相図を明らかにした。当グループで開発したオリジナル装置である単結晶育成炉の技術を応用することにより、アスベスト等の有害物質を溶融し無害化に応用できることを明らかにした。

### 超伝導材料グループ

(Superconducting Materials Group)

研究グループ長：伊豫 彰

(つくば中央第2)

概要：

超伝導材料に関する研究を推進している。近年は、多層型銅酸化物高温超伝導体における新現象の発見とその理解および新超伝導材料の発見および超伝導転移温度 ( $T_c$ ) の向上を目的として研究を行っている。平成20年度は、2008年2月に東工大の細野グループが発見した新鉄系超伝導物質関連の研究および多層型高温超伝導体をはじめとする多バンド超伝導体において生じる渦糸分子・位相差ソリトンの物理に関する研究を行った。主な研究成果を下記に示す。

### 1. 新鉄系超伝導材料関連の研究

細野グループは、 $\text{LaFeAsO}$  の母相の酸素サイトをフッ素で10%程度置換して  $T_c=32\text{K}$  の超伝導を発見した。それを契機に、世界中で関連物質の探索が行われた。我々は、フッ素置換の代わりに、酸素欠損を高圧合成法により導入して新超伝導物質  $\text{NdFeAsO}_{1-y}$  を発見し、最高  $T_c=54\text{K}$  を実現した。さらに、 $\text{LnFeAsO}_{1-y}$  ( $\text{Ln}$ :ランタノイド) において、仕込みの酸素量、圧力、温度などの合成条件を最適化し、 $\text{Ln}=\text{La}, \text{Ce}, \text{Pr}, \text{Nd}, \text{Sm}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}$  の高品質試料の合成に成功するとともに、 $\text{Ln}=\text{Nd}, \text{Sm}, \text{Gd}, \text{Tb}, \text{Dy}$  で、 $T_c=52\sim 54\text{K}$  となることを示した。また、高圧下で  $P$  の蒸発を抑制して、 $\text{BaNi}_2\text{P}_2$  の高品質単結晶を育成した。これらの高品質多結晶・単結晶を、中性子/X線による結晶構造解析、高圧下での輸送特性、核磁気共鳴 (NMR)、ドハース・ファンアルフェン効果などの実験に提供し、数多くの鉄系の物性解明に貢献した。特に、中性子散乱による結晶構造解析により、結晶構造中の鉄ヒ素四面体が、正四面体に近づく程  $T_c$  が高くなる傾向を世界に先駆けて示したことは、大きなインパクトがあった。

### 2. 渦糸分子・位相差ソリトンの物理

多バンド超伝導で起きる新しい量子位相幾何学の研究を進め、次の2つの成果をあげた。(1) 渦糸分子格子の相図。渦糸分子格子のダイナミクスという新概念を提出。渦糸分子の密度を外部磁場の増加によって制御すると、回転状態から、回転の臨界減速、配向ガラス状態、配向状態、ポリマー状態へ変化することを理論的に示すとともに、臨界減速によると考えられる信号を交流帯磁率に見出した。(2) 分数量子渦が、位相差ソリトンとの幾何学的相互作用によって、多バンド超伝導体の渦糸が非アーベル的統計性に従うことを理論的に示した。この統計性は超伝導直下で実現していると考えられる。

### 低温物理グループ

(Low-temperature Physics Research Group)

研究グループ長：柏谷 聡

(つくば中央第2)

概要：

銅酸化物超伝導を含む新超伝導体に関する結晶成長技術を高度発展させ、高度物性測定技術と連携を取ることにより新超伝導体の物性を明らかにし、銅酸化物超伝導の超伝導発現機構や応用可能性を明らかにする。(1) 鉄ヒ素系超伝導体において、高圧合成により新材料の開発した。またその結晶の評価を行い、基礎的な輸送特性の解析と  $T_c$  を高めるための要因を追求した。(2) 多層系超伝導体の基礎物性を解明するために、単

結晶の X 線回折による構造解析の高精度化を行い、マデルングポテンシャルの解析により、ホール分布に関する知見を得た。

- (3) 1層系超伝導  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CuO}_6$  系の単結晶を用いて高品質な固有ジョセフソン接合を作成し、量子ダイナミクスの観察を試みた。その結果、極低温領域での熱活性からマクロな量子トンネル (MQT) への転移と、MQT 温度領域での接合間の相互作用に起因すると考えられる協力的スイッチング現象の観察に成功した。
- (4) またカイラル p 波超伝導体  $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$  の微小デバイスの開発を行い、バルク結晶からマイクロサイズのデバイス作成を行う技術を確認した。実際に弱結合型のジョセフソン素子を作成し、輸送特性を評価した結果、カイラルドメイン運動に基づく新しいスイッチング現象の観察に成功した。

### 機能的酸化物グループ

(Oxide Electronics Group)

研究グループ長：阪東 寛

(つくば中央第2)

概要：

シースルーエレクトロニクス技術の基盤確立をめざして、透明酸化物半導体の薄膜、接合を形成する技術の開発を進めると同時に、高導電性酸化物、透明酸化物半導体、非鉛系圧電体など、機能的酸化物の物質開発をすすめた。薄膜接合形成にはレーザーアブレーション法等を、物質開発における単結晶育成にはフローティングゾーン法、物性発現機構の解析には角度分解光電子分光法をはじめとする研究手段を用いた。透明酸化物半導体薄膜を用いた省エネ高機能ガラス実現のため、新規材料および膜形成プロセスの改良により日射熱遮断性能の向上を図った。10層未満の機能多層膜により日射に対して熱線エネルギー反射率80%と可視光エネルギー透過率70%以上を両立する機能ガラスを開発した。成膜プロセスの低温化によりプラスチックを基材とする日射熱反射シートを試作した。銅酸化物高温超伝導体  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$  の電子構造の酸素同位体置換効果を角度分解光電子分光測定により調べ、最適キャリア濃度域において電子格子相互作用の直接的証拠を実験、理論の両面から示した。また、単層 Bi 系超伝導体において酸素同位体効果が存在することを示した。環境に優しく高性能な酸化物圧電体の開発を進め、(Na, K)  $\text{NbO}_3$  に添加物を導入した非鉛圧電セラミックスにおいて圧電特性への添加元素の効果を調べた結果、設計指針として結晶系が同じ鉛系圧電体との類似性を見出した。

### フロンティアデバイスグループ

(Novel Electron Devices Group)

研究グループ長：酒井 滋樹

(つくば中央第2)

概要：

当該年度は、フロンティアデバイス化技術の研究を行った。超伝導素子から放射される電磁波のマイクロな検出を目的に研究を開始したミリ波走査型顕微鏡を IC カード観察に適用した。SUICA カード内部の2次元像を分解能1 mm で得ることに成功しただけでなくカード内部の3次元情報も観察できた。この顕微鏡のミリ波電磁波検出をダイオードからジョセフソン素子に変えることにより電磁波の波長情報の取得も期待できるので、バイクリスタル基板に YBCO 薄膜を形成しジョセフソン接合素子の試作を開始した。固有ジョセフソン接合はテラヘルツの電磁波の放射が期待され、これを用いた超伝導聴講しの研究を継続して行っている。結晶化前の BSCCO 薄膜上に Ag を薄くカバーして熱処理すると薄膜 BSCCO 単結晶のグリーンサイズを大きくできることを見出し、その上に作製した数ミクロン角のメサ構造が超伝導超格子 (固有ジョセフソン接合) 特性を示すことも確認した。固有ジョセフソン接合用の BSCCO 薄膜の作製技術を従来の MBE 法から PLD (パルスレーザー堆積) 法に根本的に変える研究も開始した。BSCCO 薄膜の元素組成の制御が重要であり MBE 法はこの制御に優れていたが製膜の速度が遅いため必ずしも素子作製に適さないという課題があった。PLD 法でも元素組成の制御が可能との見通しを得るに至っている。さらに、積層数6から10の円環固有接合のシミュレーションを行い、強い電磁波放射に対応した位相がそろったモードが確かに起こることを確認した。

### エレクトロインフォマティクスグループ

(Electroinformatics Group)

研究グループ長：小池 帆平

(つくば中央第2)

概要：

エレクトロインフォマティクスグループは、エレクトロニクス技術の提供するシーズと情報処理技術からのニーズとを垂直統合的に分野融合させ、新たな付加価値を有し、新規市場開拓が可能な未知の電子情報技術の創出を目指して設立された研究グループである。

現在の研究テーマとして、産総研で開発された XMOS トランジスタを軸として、関連した様々な技術階層の研究開発を統合的に進めている。

具体的な研究テーマとして：

- (1) XMOS トランジスタの回路シミュレーション用デバイスモデルの研究、
- (2) XMOS トランジスタの特長を効果的に活用した回路技術 XDXMOS (Cross Drive XMOS) の研究、
- (3) XMOS トランジスタのキラーアプリケーション

となる Flex Power FPGA の研究、  
が現在進行している。

#### 強相関界面機能グループ

(Correlated Electron Heterointerfaces Group)

研究グループ長：澤 彰仁

(つくば中央第4)

概要：

シリコンテクノロジーの微細化限界が近づく中、新材料の導入により性能を高めることで微細化と等価な効果を得ることが検討されている。当グループは、新材料の候補の一つである強相関酸化物の人工格子やヘテロ接合界面の新機能を創製し、それを利用した先端機能デバイスの開発を目指している。具体的には、(1)異なるスピン自由度や電子軌道自由度を持つ物質を原子平坦面でつなぎ合わせた超格子やヘテロ界面の作製、(2)電荷移動やスピン・電荷交差相関現象などの強相関界面特性の解明、(3)強相関界面の電界スピン反転、磁気分極反転、電界誘起抵抗変化現象などを利用した先端機能デバイスの開発、(4)高性能スピン偏極走査型電子顕微鏡を活用した表面・界面磁気相の直接解析技術の開発などを行っている。これらの研究テーマにおいて、当該年度は下記の成果が得られた。

- (1) 電子ドーピングした  $\text{CaMnO}_3$  薄膜・超格子作製に取り組む、特殊な格子整合基板を用いることにより金属伝導薄膜の作製に成功し、また相競合による新奇な巨大磁気抵抗効果を見出した。
- (2) n 型半導体  $\text{SrTiO}_3$  および p 型半導体 (Pr, Ca)  $\text{MnO}_3$  を用いた抵抗スイッチング素子を酸素雰囲気中でアニールした際の特性変化を詳細に調べ、界面近傍における酸素欠陥密度の変化が抵抗状態を決定する要因であることを明らかにし、抵抗変化は電圧印加による酸化物中の酸素欠陥の移動が起源であると同定した。
- (3) スピン偏極 SEM の真空槽内において、酸素欠損などを引き起こさずに酸化物表面の吸着汚染を分解するための新技術を開発し、薄膜酸化物の最表面スピン信号の検出に成功した。開発した技術を用いることにより、La-Sr-Mn-O を含む薄膜酸化物に形成された新しいナノスケールスピン構造の発見し、その起源を解明した。

#### 強相関物性制御研究グループ

(Correlated Electron Engineering Research Group)

研究グループ長：伊藤 利充

(つくば中央第4)

概要：

強相関電子系は電子間に強い相互作用が働くために、集団で状態を変えて多彩な状態（電子相）が出現する。そこでは、スピン - 電荷 - 軌道の自由度に起因する特

徴的な物性が現われる。その多彩な相競合を活用して、電子相の間に機能的に重要な臨界状態を生成するとともに、それを制御する手法を開発する。試料作製技術に基づく強相関物質の開拓、相制御技術・極限環境生成技術に基づく新しい電子相や量子臨界異常の探索・原理探究の研究を行う。強相関エレクトロニクスの基盤となる相制御材料を開発するとともに、それらの物性制御による電子機能を開拓し、巨大応答などの革新的シーズを創出することを目指す。鉄を含む新規超伝導体の原理探究、RRAM の原理探究、強相関材料の開拓、実験技術の開発などを主な研究対象とする。

#### [テーマ題目 1] XMOS デバイス研究

[研究代表者] 昌原 明植

(先端シリコンデバイスグループ)

[研究担当者] 柳 永勲、原 史朗、遠藤 和彦、  
松川 貴、大内 真一、石井 賢一、  
塚田 順一、石川 由紀、山内 洋美  
(常勤職員6名、他4名)

#### [研究内容]

産総研開発ダブルゲート MOS (XMOS) デバイスの実用化を目指し、当研究部門の最重点課題の一つとして鋭意研究開発を進めている。その結果、これまでに8件の IEDM を始めとする著名な国際会議に継続的に論文発表を行うと共に、数多くの国際会議招待講演を受けるようになり、代表的な次世代シリコンデバイス研究拠点として当グループは認知されている。これまでに、イオン照射減速エッチング、結晶方位依存ウエットエッチング、中性粒子ビームエッチングなどの独自のプロセス技術、ならびに微細ゲート加工技術、ソースドレイン低抵抗化技術、メタルゲート技術、等の CMOS 基盤技術の開発を終え、実用化の前提となる、XMOS CMOS 回路による独自の回路機能を実証する研究段階に駒を進めている。

今年度は、従来より進めているメタルゲート技術の更なる高度化を図った。具体的には、LSTP 用に最適なミッドギャップメタルゲートとして取り上げている TiN ゲートプロセスの更なる安定化を目指した。結果として、窒素流量比で閾値電圧がある程度制御できること、対称性のよい CMOS 特性が得られることを確認した。一方、LOP 用などの高い電流駆動力を要する回路用途として開発を進めている Ta/Mo 積層メタルゲートでは、デュアルメタルゲート CMOS プロセスを確立し、結果として、n/pMOS 共に  $|0.2|V$  程度のしきい値を実現した。また、本研究を推進するに当たり、メタルゲート微細化に必須の半導体作製装置として、等方性メタルエッチャーを導入した。当該装置により微細メタルゲート試作を進めているところである。

さらに上記 TiN、Mo、Ta/Mo ゲート材を用いた XMOSFET の特性ばらつき要因を包括的に調査し、その結果、ゲート金属材料の実効仕事関数ばらつきが主要因

であることを世界に先駆け提唱した。XMOSFETのソース・ドレイン寄生抵抗のばらつきの解析にも着手し、Finチャネル厚ばらつきが、極めて大きな寄生抵抗ばらつきをもたらすこと、更にソース・ドレイン形成条件の最適化によりばらつき低減が可能であることを明らかにした。

また、当該XMOSFET作製プロセスへのHigh-kゲート絶縁膜成膜プロセス導入を行い、High-kゲート材料（具体的にはHfO<sub>2</sub>膜）が導入されたXMOSFET-SRAM試作に成功した。さらに、ゲート長20 nm実現に向け、EBリソグラフィを用いたレジスト加工プロセスの高度化を進め、これまでに、40 nmゲート長XMOSFET作製に成功した。

一方、XMOSデバイス実用において最大の課題ともいえる大規模回路設計環境整備も積極的に進めた。具体的には、当研究部門エレクトロインフォマティクスグループとの連携によりXMOSFETデバイスモデルを構築し、さらに、XMOSFET測定データからのパラメータ抽出手法および特性ばらつきを抽出する手法を確立した。また、該デバイスモデルの商用SPICEへの実装にも成功した。結果、大規模XMOSFET回路シミュレーションが可能となった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】XMOSデバイス、4T-XMOSFET、CMOS化、メタルゲート、FinFET

## 【テーマ題目2】スピントロニクス技術の研究

【研究代表者】湯浅 新治

(スピントロニクス研究グループ)

【研究担当者】安藤 功兒、湯浅 新治、福島 章雄、久保田 均、V.Zayets、長浜 太郎、斎藤 秀和、薬師寺 啓、家形 諭、J. C. Le Breton、森山 浩司、山本 美恵、白田 悦子、関 貴之、杉原 敦（常勤職員8名、他7名）

## 【研究内容】

当研究部門が独自に開発した金属と半導体中の電子スピ制御技術（スピントロニクス）、特に、MgO系MTJ素子、および半導体系磁気光学デバイス、室温磁性半導体などの研究開発を更に加速し、高度な情報発生・伝達・処理・蓄積機能を有する次世代の電子・光デバイス技術を開発する。不揮発性機能と非相反性機能に絞った研究開発を進め、スピ注入技術、電気的・光学的機能の開発・実証を行う。

これまで、トンネル障壁にMgOを用いた高性能TMR素子の開発に世界で初めて成功し、その量産プロセスの開発にも成功した。既に次世代のMRAMやハードディスク磁気ヘッドの開発の主流はMgO系MTJ素子に完全に移行しており、日米欧アジア各国を中心に熾烈な開発競争が始まっている。また、当研究部門が理論提案と

実証実験をともに行った金属・半導体ハイブリッド光デバイス（基本特許出願）に関しても、世界的な開発競争が始まっている。これらのスピントロニクス素子の実用化で日本が世界に先んじるために、産総研を研究拠点として産官学が連携して研究開発を行う。平成20年度は以下のような研究成果を得た。

- (1) 高集積スピンRAMを開発するためにはMgOトンネル障壁層を有する磁気トンネル接合素子（MTJ素子）において低電流でスピン注入磁化反転を実現し、かつ、高い熱安定性を確保することが必須となる。そのために面内系MTJ素子において強磁性体/Ru/強磁性体からなる積層構造フリー層をもつ素子が提案されている。平成20年度はこの素子において積層構造および磁気特性とスイッチング特性の関係を詳しく調べた。その結果、積層フリー層を用いたMTJのスイッチング電流、熱擾乱耐性については、未解明の部分が多く残されていた。これに対して、我々は系統的な実験を行い、明確な結論を得た。すなわち、平行結合した場合、最も高い熱擾乱耐性を示す。さらに、より高い熱擾乱耐性を実現するための指針を得ることができた。
- (2) 高集積スピンRAM実用化の一つの方策として、垂直磁化配向膜を用いたメモリ素子の実現がある。今年度は材料探索の一環として、これまでのL10型系とは全く異なるhcp系垂直薄膜の開発を行った。その結果、極めて満足なレベルの研究成果をあげた。他の競合グループでは注目されなかったhcp(001)fcc(111)配向系の垂直薄膜に着目し材料および成膜方法の探索を行った。スパッタ法単原子層交互積層とより(111)配向人工格子を形成することで、ほとんどの特性において既存垂直薄膜を凌駕する性能が得られた（特許出願準備中）。本年度は実験に集中したため英文国際誌への発表が出来なかったが、(株)東芝へプロセス技術の移転を行うなどNEDO Pjの研究には大きな進展をもたらすことができた。
- (3) スピン注入磁化反転現象において、電流に対する反転確率の振る舞いを明らかにする。電流により反転事象の発生確率がコントロール出来ることを利用し、自然乱数発生器の開発を行った。その結果、産総研のベンチャータスクフォースを活用し、磁気抵抗素子のスピン注入磁化反転を用いた乱数発生器の開発を行った。乱数生成用MgO-MTJ素子（ゼロ磁場で二値をとること、反転電流がそろっていること）の作成、およびそれを用いた乱数生成プロトタイプの作成を行い、タスクフォース成果発表会で報告（通常2年目で行うもの）およびデモンストレーションを行うことができた。
- (4) 今年度は、我々が提案しているバイポーラ型スピントランジスタの情報記憶部を担う、狭ギャップ強磁性半導体InMnAsを用いたFe/ZnSe/(In, Mn)As強磁性トンネルダイオード素子を開発した。その結果、

Fe/ZnSe/ (In, Mn) As において TMR 効果の観測に成功した。これは機ギャップ系磁性半導体を用いたトンネル素子としては世界で初めての報告である。さらに、同素子を用いたトンネル分光より、s 電子-d スピン間の相互作用が反強磁性結合であることを明らかにした。

(5) MBE 成長を用いて、単結晶 MgO (001) トンネル障壁を持つ全エピタキシャル MTJ 素子を作製し、巨大 TMR 効果の基礎物理の解明と室温 MR 比の増大を目指した。その結果、単結晶 MgO (001) トンネル障壁を持つ全エピタキシャル MTJ 素子において、障壁/電極界面に種々の電子状態を持つ異種金属超薄膜を挿入し、トンネル特性と界面電子状態の関係を明らかにすることによってスピン偏極トンネル電子の散乱過程を解明した。

(6) エピタキシャル MgO トンネル素子ではこれまで試みられた例がないスピントルクマイクロ波発振の実験を行った。その結果、パリ南大学との共同で、単結晶 MgO トンネル障壁と単結晶 Fe 電極を組み合わせたエピタキシャル MTJ 素子を用いたスピントルク誘起マイクロ波発振に世界で初めて成功し、同現象の物理機構解明のための有用な知見を得た。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] スピントロニクス、TMR 効果、MRAM、HDD

#### [テーマ題目3] 結晶育成技術および極低温計測技術の開発および新機能物質の創成

[研究代表者] 柳澤 孝 (量子凝縮物性グループ)

[研究担当者] 柳澤 孝、白川 直樹、長谷 泉、池田 伸一、吉田 良行 (常勤職員5名)

#### [研究内容]

極低酸素分圧10のマイナス32乗を達成した酸素分圧技術をよりパワーアップした。この技術を基にした酸素ポンプを試作し、共同研究先の企業キャノンマシナリーより製品の販売を開始した。

SQUID 磁束計と<sup>3</sup>He 冷却を組み合わせたシステムを構成し、温度が450 mK までの高感度磁化測定を実現する計測技術を開発してきた。この技術により磁化測定用全自動ヘリウム3冷凍システム iHelium3を開発し、ベンチャー企業アイカンタム社より製品化し、販売してきた。今年度より、アイカンタムは Quantum Design 社の子会社となり、iHelium3は Quantum Design 社より販売されることになった。マックスプランクをはじめとして国内外の多数の研究機関に納入実績をあげた。

当グループオリジナルの単結晶育成装置により、アスベスト等の有害物質を溶融し無害化できることを明らかにした。広範囲のアスベストを溶融できるよう、実用化に向けて単結晶育成装置を改良中である。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 極低酸素分圧制御技術、新機能物質、結晶育成、低温計測技術、高温材料、高導電性材料、アスベスト、溶融無害化

#### [テーマ題目4] パワー・リコンフィギャラブル機能を有する Flex Power FPGA の開発

[研究代表者] 小池 帆平 (エレクトロインフォマティクスグループ)

[研究担当者] 小池 帆平、日置 雅和、河並 崇、中川 格、関川 敏弘、堤 利幸、松本 洋平 (常勤職員4名、他3名)

#### [研究内容]

4端子 XMOS の持つ電氣的なしきい値調整機能の実現という特長を巧妙かつ有効に活用し、XMOS トランジスタの画期的なキラーアプリケーションとなることを目標としたチップとして Flex Power FPGA ((FP)2GA) チップの研究を行っている。

Flex Power FPGA ((FP)2GA) は、近年利用者の拡大に伴い市場が急速に拡大しつつあるリコンフィギャラブル LSI である FPGA (再構成可能ゲートアレイ) の基本的な構成要素である論理ブロック回路を XMOS トランジスタで構成し、回路の各部分のしきい値電圧の調節を可能として、高速性と低消費電力性を両立させることを可能とした FPGA であり、動作速度と消費電力という FPGA の最大の問題点を解決することのできるものである。

平成20年度は、改良した Flex Power FPGA 試作チップの開発を行うとともに、Flex Power FPGA 用の CAD フローを完成させ、ハードウェア記述言語で記述されたベンチマーク回路を論理合成/配置配線して作成した回路データを試作チップに書き込み、目標どおりの動作を確認することに成功した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] FPGA、リコンフィギャラブル、低消費電力、しきい値調節

#### [テーマ題目5] XMOS トランジスタのデバイスモデルの研究

[研究代表者] 小池 帆平 (エレクトロインフォマティクスグループ)

[研究担当者] 小池 帆平、中川 格、関川 敏弘、堤 利幸 (常勤職員2名、他2名)

#### [研究内容]

回路技術の研究においては、回路の複雑な振る舞いを計算機に計算させる回路シミュレータが極めて重要なツールとなり、XMOS トランジスタのような新しいデバイスを用いた回路のシミュレーションを行うためには、そのようなデバイスの振る舞いを記述したデバイスモデルを新たに開発する必要がある。そのような XMOS ト



ランジスタのデバイスモデルの提供は、XMOS トランジスタ技術を産業界に技術移転するにあたっては必須と考えられる。本テーマでは、このような XMOS トランジスタのデバイスモデルの開発を行っている。

平成20年度は、XMOS トランジスタデバイスモデルの実用化を目指して、次世代 MOS モデル候補の一つとして有名な HiSIM を開発した広島大学研究グループとの共同研究の一環として、様々な回路シミュレータへの移植の容易な、Verilog-A 言語を用いて記述して開発したデバイスモデルを改良し、デバイス研究への実用を実現した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】MOS トランジスタデバイスモデル、回路シミュレーション

【テーマ題目6】強相関電子系の物性制御に関する研究

【研究代表者】伊藤 利充

(強相関物性制御研究グループ)

【研究担当者】伊藤 利充、富岡 泰秀、井上 公、

竹下 直、富田 仁、石田 茂之、

中島 正道、山崎 岳洋、平山 憲史

(常勤職員4名、他5名)

【研究内容】

(1) 物性制御のための強相関電子系材料を探索する目的で、以下の研究を行った。フローティング・ゾーン法によってペロブスカイト型マンガン酸化物  $RE_{1-x}Sr_xMnO_3$  の良質単結晶を作製し、 $x=2/3$  近傍で電荷／軌道整列相の現れることを X 線回折によって初めて明らかにした。層状反強磁性相との競合およびその競合に対する系の乱れの効果について明らかにした。 $x$  を精密に制御することによる詳細な研究を基に電子相図を充実させ、機能最適化のためのデータベースとして整備した。このデータベースを基にして熱磁気材料としてのマンガン酸化物の特性評価を行い、Gd 金属と同等の熱磁気特性が発揮できる可能性を見出した。また、アクチュエータなどに应用可能な構造相転移型変形材料として  $CuMoO_4$  の単結晶育成・特性評価を行った。構造相転移に伴って出現する変位量(伸縮)が全長に対して10%に及ぶという巨大応答を確認した。同時に磁気的な状態変化の起源についても考察した。新たにレーザ加熱型の結晶育成装置を提案・設計・開発を行い、良好な基本動作を確認した。

(2) 強相関電子系の物性制御機能を開拓する目的で、以下の研究を行った。界面抵抗スイッチングデバイス(RRAM)の動作原理を追究した。遷移金属酸化物の2次元界面に印加する電界効果により誘起される元素原子移動の機構解明の目的で、ノイズの時間分解測定手法を開発し、元素原子移動による特徴的なスペクトルを観測した。界面抵抗スイッチングデバイスの本質は、酸素欠損の化学にあることを明らかにした。量

子臨界点近傍で増強される異常物性の探索の目的で、鉄系超伝導体の母物質に対して超高圧力を印加することにより、超伝導を発現させることに成功した。また、鉄系超伝導体に超高圧を印加することによって超伝導転移温度を大きく変化させることにも成功し、超高圧下の結晶構造の変化と密接に関係することを明らかにした。このことは、結晶構造の最適化により超伝導転移温度を上昇できる可能性を示す。鉄系超伝導体やその関連物質である  $BaNi_2P_2$  に対して精密な磁気輸送特性を評価することにより、多バンド的な振舞いが観測され、多バンド性が超伝導に寄与している可能性を明らかにした。理化学研究所や東京大学など所内外を対象に、量子臨界現象などに関する超高圧力実験の共同研究を受け入れた。小型キュービックアンビル装置に適したガasketの検討を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】強相関電子系、ペロブスカイト型マンガン酸化物、良質単結晶、電荷／軌道整列、電子相図、熱磁気材料、構造相転移型変形材料、界面抵抗スイッチングデバイス(RRAM)、電界効果、量子臨界点、鉄系超伝導、超高圧、磁気輸送特性

【テーマ題目7】新量子現象の発見および解明

【研究代表者】柳澤 孝(量子凝縮物性グループ)

【研究担当者】柳澤 孝、白川 直樹、長谷 泉、

池田 伸一、吉田 良行

(常勤職員5名)

【研究内容】

Bi2212型銅酸化物高温超伝導体の世界最大級の大型単結晶育成に成功した。これにより中性子散乱により磁気構造などの測定が可能になった。中性子弾性散乱により得られた結晶の内部の格子の整列状態の評価を行い、結晶育成中におけるネッキングの効果、及び、大型単結晶の成長を阻害する要素を明らかにした。

$iHe_3$ を用いて、単分子磁石の磁化の量子トンネル現象の観測に初めて成功した。0.45 K までの測定を可能とした。ワイドギャップ半導体 SiC にホウソ B をドーピングすることにより、 $T_c=1.4$  K の超伝導体になることを発見した(青山学院大との共同研究)。磁化率の測定からバルクの超伝導体であることを明らかにした。また、クーロンブロッケード温度計(CBT)を用いた抵抗温度計の磁場中較正方法の開発に成功した。16Tesla まで磁場による誤差のない温度測定が可能になった。

高温超伝導体のモデルである2次元 d-p モデルの相図を変分モンテカルロ計算により明らかにした。低キャリア領域では、超伝導と反強磁性が共存することを示し、層状銅酸化物に対して実験により示された相図をコンシステントであることを示した。2次元ハバードモデルに対して、変分モンテカルロ計算を世界最大サイズである

28×28の格子において行い、超伝導凝縮エネルギーのバンドパラメーター依存性を明らかにした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】新量子現象、単結晶育成、遷移金属酸化物、磁気構造、高温超伝導、特異超伝導

### ⑤【光技術研究部門】

(Photonics Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：渡辺 正信

副研究部門長：八瀬 清志、鳥塚 健二

上席研究員：土田 英実

主幹研究員：大柳 宏之、西井 準治

所在地：つくば中央第2、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば東、関西センター

人員：72名(70名)

経費：946,903千円(393,770千円)

概要：

#### (1) 当部門のミッション

21世紀を安全・安心で快適な社会とするに必要な高度情報化の推進と新産業創出に寄与するため、光の特性を最大限に生かすことによる情報・通信システムの高度化、および情報・通信システムと実世界との情報の授受の高度化に資する技術の研究開発を推進する。

#### (2) 研究開発の概要

情報通信、ディスプレイ、入出力、情報記録、センシング・計測・イメージング等の各産業分野において光技術の貢献が期待されている。一方、光技術研究部門のコア技術としては、超高速光技術、光計測・制御技術、化合物半導体や有機半導体およびガラス材料のデバイス化技術等が挙げられる。これらの内外のニーズとシーズを鑑み、光技術研究部門が重点的に取り組むべき課題として以下の3つを設定する。

#### a) 光IT技術

国としての基幹インフラであり、今後の情報産業発展の土台となる情報通信の大容量化のため、高速性や位相制御を利用した光通信信号処理技術、超小型光回路、通信セキュリティ技術等を開発する。公衆通信に加え、コンピュータ間の情報伝送や放送分野等への応用も視野に入れる。

a-1) 光位相制御を利用したスペクトル利用効率向上等の、大容量化のための新しい光信号処理技術を開拓する。

a-2) 発光素子、光スイッチ、フィルタ、増幅素子、バッファメモリ等の光デバイスおよび集積化のため

のナノフォトニクスやシリコンフォトニクス技術による超小型光回路技術を開発する。

a-3) 量子暗号通信鍵配布等、光技術による量子情報技術開発を推進する。

#### b) 光インターフェース技術

将来のユビキタス高度情報化社会を支え、急速に市場が伸びているディスプレイに代表される情報家電産業の発展に資するため、フレキシブルなディスプレイや入出力素子、光回路、光波制御素子等の研究開発を行う。

b-1) 有機・高分子系材料の特長を活かした印刷法によるフレキシブルなディスプレイ用薄膜トランジスタの開発を行う。

b-2) 受光・発光・表示素子、メモリー、光スイッチ、フィルタおよび光導波路等の有機・高分子を主体とする素子開発およびそれらを一体化した光回路作製技術を開発する。

b-3) サブ波長レベルの微細構造により、無反射・無収差等の高機能性を持つ光波制御素子作製技術を開発する。

#### c) 光フロンティア技術

次の産業創出のキーテクノロジーを生み出すため、強いシーズ技術をベースに、先端的な光技術の開拓、分野融合による新技術開拓、将来を切り開く斬新なシーズ技術創出を行う。

c-1) アト秒も視野に入れた超短光パルスの発生・制御・計測のフロンティア技術を開拓し、超高速技術を先導する。

c-2) レーザープロセス、加工技術の高度化により、大面積かつ微細な構造の形成技術を開発する。

c-3) ライフサイエンス分野との融合により、光計測・処理や加工・反応技術等を応用したメディカルイメージング・バイオセンシング技術等の開発を行う。

c-4) 将来を切り開く斬新なシーズ技術を創出する。

-----  
内部資金：

国際共同研究推進資金

「カーボンナノチューブ可飽和吸収素子の高度化と超短パルス Er ファイバーレーザーへの応用」

外部資金：

文部科学省[受託] 原子力試験研究費

「低エネルギー光子による物質制御に関する研究」

「真空紫外-軟 X 線コヒーレント超高速光計測技術の研究開発」

総務省[受託] 戦略的情報通信研究開発推進制度

「Si/SOI 基板上への量子ドット・フォトニック結晶微小光源の集積」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

[NEDO 委託]

「次世代大型有機 EL ディスプレイ基盤技術の開発 (グリーン IT プロジェクト)」

「エネルギー使用合理化技術戦略の開発/エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発/省エネ超短パルスレーザーの研究開発」

「革新的部材産業創出プログラム/新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム 次世代光波制御材料・素子化技術」

「革新的部材産業創出プログラム/新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム・超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」

[NEDO 助成金]

「フォトニック結晶ならびに光細線導波路を用いた超小型光クロスコネクタスイッチの研究開発」

「フレキシブル実装のための金属インク直描パターン非熱的焼結技術の開発」

「高性能なプリンタブル n 型有機薄膜トランジスタの開発と有機 CMOS への応用」

「真空スプレー法を用いた高分子型 EL 素子製造装置の開発」

「高緻密高絶縁性を有する酸化物薄膜のフィルム上塗布作成技術の開発」

「蒸散モニターによる農作物の高効率精密生産に向けた三次元ナノポーラスフィルムセンサーデバイス技術の開発」

「ピコリットル微小液滴反応場を利用した低分子系有機薄膜デバイスプロセスの開発」

「高感度光検出型メンタルヘルスケアチップの開発」

「三次元ディスプレイを指向した空間発光媒体の開発」

文部科学省 科学技術振興調整費

「光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点」

文部科学省 科学研究費補助金

「Si/SOI 基板上への量子ドットレーザーの集積」

「レーザー転写を用いた酸化物ガラス微小球のオンデマンド作製技術の開発」

「分子材料の二光子吸収特性の計算化学的研究」

「金属ナノ構造を用いた光通信波長帯での光制限機能に関する研究」

「ナノチューブ含有非線形導波路デバイスの新構築法の開拓と高機能化」

「光一分子強結合反応場のための微細光学素子の創成と集積化」

「電子写真法による有機半導体ナノ粒子の配列制御と素子応用」

「表面形状と光学的厚さ分布の同時測定を特徴とした波長走査干渉計」

「らせん高分子を用いた不輝発生 FET メモリの開発」

日本学術振興会 (JSPS) 科学研究費補助金・特別研究員奨励費

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

「蛍光性半導体ナノ粒子を含有する微小ガラスビーズへの抗体分子の接着と活性の保持」

独立行政法人科学技術振興機構 (JST)

[受託 (CREST)]

「3次元表示デバイスの高性能化・高解像度化に関する研究」

「磁性酸化物系における遷移ダイナミクスの解明」

「偏波に基づく多光子間量子もつれ合い技術の開発」

「光パルス合成による任意光電場波形生成とその計測」

[大学発ベンチャー]

「蛍光試薬用高輝度ナノ粒子分散ガラスビーズの開発」

独立行政法人情報通信研究機構 (NiCT) [受託]

「光通信波長帯量子制御光変復調技術の研究開発」

日本学術振興会 (JSPS) [受託]

「高効率半導体量子ドット発光素子の研究」

東京理科大学 [受託]

(先端計測分析技術・機器開発事業)

「高感度・高密度バイオ光受容素子」

発 表：誌上発表224件、口頭発表441件、その他37件

情報通信フォトンクスグループ

(Information Photonics Group)

研究グループ長：土田 英実

(つくば中央第2)

概 要：

- ・目的：情報通信ネットワークの大容量化・高度化に資すること目的として、光信号処理・計測技術、量子通信技術に関して、サブシステム化まで視野に入れた研究開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：全光信号処理ノードや超高速光伝送による通信ネットワークの大容量化・高機能化、および量子力学的効果の利用による通信のセキュリティ向上に寄与する。
- ・国際的な研究レベル：半導体デバイスをベースとす

る光信号処理・計測技術は、将来の集積化や消費電力低減の観点で独自性、優位性がある。光通信波長帯における光子検出、および量子もつれ状態の発生・検出・伝送に関して、世界最高水準の技術を有している。

研究テーマ：テーマ題目 (a-1)、テーマ題目 (a-3)

### 光電子制御デバイスグループ

(Ultrafast Optoelectronic Devices Group)

研究グループ長：森 雅彦

(つくば中央第2)

概 要：

- ・目的：次世代大容量情報通信用の超高速デバイス及び将来の量子情報通信用の革新的デバイスを開発することを目的としている。特に、新材料・新構造（量子ナノ構造・フォトニック結晶）作製技術と超高速光電子制御・計測技術を用いて、ナノフォトニクス集積デバイスの研究開発と超高周波集積デバイスの研究開発を重点研究として行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：新規光電子デバイスを用いて、通信ネットワーク・機器内インターコネクションの大容量化・高機能化、及び産業競争力強化に資する。
- ・国際的な研究レベル：ナノ構造（量子ドット、フォトニック結晶）作製技術、デバイス作製技術、超高速光計測・制御技術を用いた下記の研究を展開し、世界最高レベルの成果を得ている。

①ナノフォトニクス集積デバイスの研究開発

1-1) ナノ材料・デバイス技術：量子ドットレーザー  
量子ドット太陽電池

1-2) 光集積回路技術：フォトニック結晶集積デバイス、半導体異種材料貼合せデバイス

②超高周波集積デバイスの研究開発

2-1) ナノ FET 素子&超高周波発振素子：新型ナノ FET

2-2) 超高周波回路&アンテナ設計&超高周波計測技術開発：アンテナ一体超高周波発振器

研究テーマ：テーマ題目 (a-1)、テーマ題目 (a-2)

### ハイブリッドフォトニクスグループ

(Hybrid Photonics Group)

研究グループ長：森 雅彦

(つくば中央第2)

概 要：

- ・目的：将来の光通信システムで必要とされる高機能、かつ低コストで製造可能な光通信デバイスの基盤技術、及びそれらのデバイス化、システム化技術の開発を目的とする。特に、シリコン、有機材料等のハイブリッド集積による新構造光デバイスの開発を目指す。

・意義、当該分野での位置づけ：新規デバイスを用いて、光通信ネットワーク・光インターコネクションの大容量化・高機能化、及び産業競争力強化に資する。

・国際的な研究レベル：有機半導体光（物性・デバイス）の評価技術、作製・プロセス技術として世界トップレベルの技術を有している。また、カーボンナノチューブ可飽和吸収素子、カーボンナノチューブのポリマーへの分散化技術等は世界最高の技術である。

研究テーマ：テーマ題目 (a-2)

### 光波制御デバイスグループ

(Nano-structured Photonic Device Group)

研究グループ長：西井 準治

(関西センター)

概 要：

- ・目的：本グループは、ガラス、樹脂等の透明材料をベースにして、スカラー領域および共鳴・サブ波長領域に分類される周期構造素子や量子サイズ効果を駆使した発光素子の研究開発に取り組んでおり、情報家電や各種センサー用光入出力機器への応用を目指している。
- ・意義、当該分野での位置づけ：次世代光学素子の基盤技術開発に取り組み、情報家電や情報通信分野の光学入出力システムの高度化に貢献する。

・国際的な研究レベル

(1) ガラスインプリント法で、周期300 nm 以下の2次元錐型をガラス表面に50 mm φの面積で均一に形成し、可視域で反射率0.2%反射防止板を開発（世界最大）。

(2) 耐熱レンズモールドの表面に同心円状の鋸歯構造を形成し、色消し用屈折・回折ガラスレンズの成形に成功。

研究テーマ：テーマ題目 (b-3)

### 有機半導体デバイスグループ

(Organic Semiconductor Devices Group)

研究グループ長：鎌田 俊英

(つくば中央第4、第5)

概 要：

- ・目的：次世代ディスプレイおよび次世代ヒューマンインターフェース情報端末デバイスに必須となる、大型・軽量・極薄・柔軟・低消費電力・低生産エネルギーなどの特性を有する入出力デバイスの創製技術の開発を目指し、そのためのキーテクノロジーとなる「大型・フレキシブル・プリンタブルデバイス創製技術基盤」を開発する。

・意義、当該分野での位置づけ：従来の情報端末機器の更なる高度化に加え、新規に紙をベースとした情

報端末の電子化を可能にさせるなどして、ユビキタス情報端末機器の大量普及化を促進し、IT 技術の裾野拡大・社会への浸透普及促進に貢献する。

- ・国際的な研究レベル：世界初の有機 TFT 駆動カラーLCD の開発、世界初のフレキシブル印刷メモリアレイの開発、新規印刷バイオセンサ、全印刷無線タグの開発など、フレキシブル・プリンタブルデバイスを作製する技術は、世界最高レベルの評価を得、当該技術分野の牽引役を果たしている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-1)、テーマ題目 (b-2)

### 強相関フォトエレクトロニクスグループ

(Correlated Materials Photoelectronics Group)

研究グループ長：長谷川 達生

(つくば中央第4)

概要：

- ・目的：次世代の光インターフェースの要になると期待される先端的電子材料とそのデバイス化技術の研究開発。特に多種類の機能性半導体や、金属 - 絶縁体変換など顕著な電子現象の舞台になることが知られる強相関電子材料等を主な対象とし、材料開発、電子機能開拓、界面機能化技術の開発、プロセス技術の開発と、これらを用いた新型光デバイスの試作を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：新規材料開発、新機能開拓と、電子デバイス開発を統合的に研究する取り組みの中から、新物質を実用化技術に結びつけるために必要なサイエンスレベルでの課題を解決し、情報通信・エレクトロニクス・材料分野に貢献する。
- ・国際的な研究レベル：二成分分子化合物系の有機金属材料を用いた界面機能化・デバイス化技術を世界に先駆けて開発、有機強誘電体では常温・常圧で巨大誘電率を有する材料群を世界に先駆けて開発、100 fs の時間分解能で広帯域と高感度を併せ持った世界最高レベルの超高速分光技術、軌道放射光ビームラインの専有的利用と極限環境下での構造解析法開発により世界最高レベルの構造解析技術を有している。

研究テーマ：テーマ題目 (b-1)、テーマ題目 (b-2)、  
テーマ題目 (c-1)

### 分子スケールデバイスグループ

(Molecular Scale Device Group)

研究グループ長：金里 雅敏

(つくば中央第4)

概要：

- ・目的：分子のスケールで設計・合成した機能性分子や金属錯体の光特性を最大限に活かし、波長変換機能を有する太陽電池、蛍光標識剤を使ったバイオマーカー測定用キット、セキュリティ関連システムの

研究開発、などを行う。

- ・意義、当該分野での位置づけ：機能性分子や金属錯体を波長変換材料として捉えることにより、新たなデバイスの開発や高機能化を実現して、情報通信・化学/医療などの先進産業分野における新産業創出に貢献する。
- ・国際的な研究レベル：独自に開発した機能性分子や金属錯体をベースとする波長変換材料の創製は、世界最高水準の技術により達成されたものである。太陽電池の高機能化、新たな蛍光標識剤やセキュリティ関連システムの開発に向けて、企業との共同研究にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 (b-2)、テーマ題目 (c-3)

### 分子薄膜グループ

(Molecular Thin Films Group)

研究グループ長：阿澄 玲子

(つくば中央第5)

概要：

- ・目的：有機分子・高分子が有する光電子機能を最大限に活かし、軽量、フレキシブルで耐衝撃性等に優れ、かつ低消費エネルギーで製造・駆動が可能なディスプレイ、トランジスタ、光部品等の研究開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：有機デバイスの実用化に寄与する。
- ・国際的な研究レベル：有機電界発光 (EL) 素子と光電変換素子と一体化させた外光取り込み型有機 EL や、摩擦転写法を用いた偏光高分子 EL 素子など、他に例がないオリジナル高性能素子を実現している。また、溶媒に可溶性 n 型および p 型有機半導体を用いた薄膜トランジスタや、貴金属を含まない色素を用いた色素増感太陽電池の性能では世界トップクラスである。さらに、複数グループによる、光非線形性を利用した3次元ディスプレイ研究の中核となっている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-1)、テーマ題目 (b-2)

### レーザー精密プロセスグループ

(Laser-Induced Materials Processing Group)

研究グループ長：新納 弘之

(つくば中央第5)

概要：

- ・目的：光の特性を最大限に生かすことによって新産業創出に寄与することを目標として、石英ガラス等透明材料の微細加工プロセスなどの先端的レーザー精密プロセスを駆使した高付加価値加工手法の開発、及び新機能デバイスプロトタイプの実製を通じて、材料加工プロセスの高度化技術の研究を推進する。

- ・意義、当該分野での位置づけ：情報通信・化学／医療などの先進産業分野におけるデバイス製造に寄与する。
- ・国際的な研究レベル：当研究チームにおいて独自に開発してきたレーザー誘起背面湿式加工法による石英ガラス等透明材料のオンデマンド型迅速微細加工技術は、国際的に注目される技術である。ナノスケールでの高精度化を進めることで、その特性を生かしたマイクロ流体デバイスやその場分析型バイオ活性化微小球分析デバイスなどの高機能光学素子や分析デバイスの試作に成功した。

研究テーマ：テーマ題目 (c-2)

### デバイス機能化技術グループ

(Photonic Device Application Group)

研究グループ長：谷垣 宣孝

(関西センター、つくば中央第2)

概要：

- ・目的：高度な材料プロセス技術及び精密・高感度計測技術を駆使し、分子配向・ナノ構造を有する高分子材料の創製、機能化、光物性測定を行い、光デバイスの開発を目指す。また、光計測技術の実用化を目指し、新規計測技術・装置の開発を行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：ディスプレイなどのヒューマンインターフェイスデバイス開発に寄与する。また、新規計測技術はライフサイエンス、ナノテクノロジーへ応用される。
- ・国際的な研究レベル：摩擦転写法、蒸気輸送法、真空スプレー法などのオリジナルのプロセス技術を用いた有機デバイス開発。蛋白質と半導体の結合による高感度・高密度光受容素子の開発。また、計測技術に関しては超偏極希ガス利用の NMR・MRI 応用では世界のトップレベルであり、走査型力検出 NMR 顕微鏡など新しい方式に基づく装置開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-2)、テーマ題目 (c-3)

### 光電子プロセスグループ

(Photonic Process Group)

研究グループ長：太田 浩二

(関西センター)

概要：

- ・目的：先進的な光計測技術を駆使することで材料内での光電子過程を理解し、また得られた光電子物性向上に関する情報を、光加工及び光デバイス応用へとつなげていくことを目的とする。
- ・意義、当該分野での位置づけ：(1) 将来的な三次元（多層）光ストレージメモリ等のための基盤的材料技術として、高感度二光子吸収材料の開発とその評価、及び(2) 独自の多層膜

FZP 方式による高エネルギーX 線用集光素子の開発とその X 線顕微鏡への応用展開に取り組んでいる。

・国際的な研究レベル：

材料の二光子吸収特性の評価技術に関しては、国際的にも有数の研究機関と認識されており、国内外との共同研究を通して、将来の多層光記録に有望な化合物の開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 (b-2)

### 超短パルスレーザーグループ

(Ultrafast Lasers Group)

研究グループ長：鳥塚 健二

(つくば中央第2)

概要：

- ・目的：パルス光波合成等の新技術を開発し、未踏領域の光パルス発生、制御技術を開拓することで、超高速技術を先導する。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光パルスを利用した、計測や物質プロセスに資する技術である。主な研究内容は、(1)パルス光を電界波形のレベルで制御するパルス内光波位相（キャリアエンベロープ位相；CEP）制御とパルス圧縮・増幅の技術、(2)パルス光波合成に繋がる、異波長光の精密タイミング制御と位相制御の技術、及び(3)超短パルスレーザーの普及に向けた、レーザー高効率化とパルス利用の技術。
- ・国際的な研究レベル：超短光パルスの発生、制御技術に関するトップグループの一つ。特に、異波長パルス光間の位相制御及びタイミング制御は当所が先導して開拓してきた技術で、世界最高の時間精度を有する。また、パルス内光波位相（CEP）制御光の増幅を、再生増幅器と回折格子ストレッチャーを組合せた高出力化が可能な方式で実現した。さらに高平均出力の Yb ドープ超短パルス固体レーザーについても取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 (c-1)

### 光画像計測グループ

(Advanced Optical Imaging Group)

研究グループ長：白井 智宏

(つくば東)

概要：

- ・目的：産業上有用で新規な光画像計測技術を研究開発する。具体的には、補償光学等による光波面制御技術、画像分光技術、それらの医療診断（眼底カメラ）への応用、多層構造の光学部品の形状や機械部品の表面形状の計測、などを行う。
- ・意義、当該分野での位置づけ：光の共通基盤技術の研究開発によって新産業創出や福祉高齢社会の達成

に貢献する。

- ・国際的な研究レベル：光波面を補償したり制御する技術、波長走査干渉計の解析アルゴリズム等において国際的に競合している。

研究テーマ：テーマ題目 (c-3)

### バイオフォトニクスグループ (Bio-Photonics Group)

研究グループ長：牛島 洋史

(つくば中央第5)

概要：

- ・目的：「光情報技術」と「ナノバイオテクノロジー」の融合により、大量の情報を並列的に短時間で処理し、高密度集積化できる「光検出型ナノバイオ素子」の開発及びその関連技術の確立を目指す。
- ・意義、当該分野での位置づけ：バイオ関連物質の非特異吸着と、吸着による変性を防ぐため、シリコンをセンシング界面に適用可能な、光導波モードによる検出機構を開発した。具体的には、従来の表面プラズモン共鳴 (SPR) センサではセンシング界面が金であるため、タンパク等の変性が避けられなかったが、金蒸着膜上に積層したシリコンをセンシング界面と導波路として用いることでタンパクの非特異吸着を防ぐとともに、従来比4倍の高感度化に成功した。
- ・国際的な研究レベル：遺伝情報の抽出による診断や創薬に必須であるマイクロアレイのような、ケミカルバイオセンサーアレイの作製において、エバネッセント場を利用した高感度化技術と光や電場による表面の微細構造を制御し機能化する技術、マイクロコンタクトプリント法やペンタイプ・リソグラフ法などのソフトリソグラフィーを用いた微細パターンング技術という、国際的にもトップクラスの水準にある当所の技術を融合することで、他には見られない特徴的な研究を推進している。

研究テーマ：テーマ題目 (c-3)

#### [テーマ題目 a] 光 IT 技術

(運営費交付金、資金制度 (外部))

(NiCT 委託研究：光通信波長帯量子制御光変復調技術の研究開発、総務省 SCOPE：Si/SOI 基板上への量子ドット・フォトニック結晶微小光源の集積)、CREST：偏波に基づく多光子間量子もつれ合い技術の開発、文科省科振費：光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点、など)、及び企業と共同研究などで行っている「光 IT 技術に関する研究」)

[研究代表者] 土田 英実

(上席研究員、情報通信フォトニクスグ

ループ長)

[研究担当者] 大柳 宏之、森 雅彦、他  
(常勤職員17名、他10名)

[研究内容]

a-1) テラビット (Tb/s) 級大容量光通信技術のための光信号制御・デバイス技術の開発

第二期中の実用化を目指して40~160 Gb/s で動作可能な光信号処理技術、実装可能な160 Gb/s 以上の光スイッチデバイスの開発を進める。平成20年度は、40 Gb/s データ信号からの20 GHz 分周クロック抽出と、2×20 Gb/s データ信号への直並列変換を、単一のデバイスで同時に実現した。

a-2) ナノフォトニクス技術・フォトニック結晶技術による超小型光回路開発

新しい材料や量子構造の創製技術を確立し、次世代情報通信技術に資する未踏技術領域での光電子デバイスを実現することを目的とし、高品質な新材料や量子ナノ構造の作製技術を基に、次世代の光スイッチ、フィルタ、増幅素子、バッファメモリ等の光デバイス及び集積化のための、プロトタイプを試作、実証を行う。

平成20年度には、DFB 構造量子ドットレーザ、および、消費電力~10 mW、スイッチング速度~4 μs の超小型フォトニック結晶スイッチを実現した。さらに、異種材料接合技術を用いて Si 基板上に化合物半導体2次元フォトニック結晶および、高密度・高均一量子ドットの集積を実現した。また、積層型シリコン光導波路方向性結合器の試作に成功した。超小型高周波発信機としては、新型負性抵抗素子の電流室温動作を実現するとともに、高周波特性測定を行った。一体型オンウエハー発振器デバイスの特性シミュレーションを行った。さらに、量子ドット構造の新たな展開として、InGaAs 量子ドット太陽電池を試作し、変換効率8% (世界トップレベル) を実現した。さらに、ミクロンレベルの有機半導体マイクロリングレーザ共振器を実現し、約2桁の発振閾値低減を実現した。

a-3) 量子暗号・情報通信技術の高度化

情報通信のセキュリティ向上や大容量化に資するため、2光子量子もつれ状態の発生技術、及び光子数識別検出器の開発を行う。平成20年度は、パラメトリック変換による4光子もつれ状態発生の諸条件を明らかにし、光ファイバによる偏波もつれ状態の132 km 伝送を実現した。超伝導転移端センサを用いて、量子効率65%、繰り返し1 MHz、光子数分解能0.35の光子数検出技術を開発した。

[分野名] 情報通信分野

[キーワード] 超高速光信号処理、光3R 再生、超高速光スイッチ、フォトニック結晶、光導波路、ナノ構造デバイス、量子ドット、電界効果トランジスタ (FET)、有機レーザ、カーボンナノチューブ、光子検出、

高感度光センサ、量子暗号通信

[テーマ題目 b] 光インターフェース技術

(運営費交付金、NEDO 委託研究費  
(次世代大型有機 EL ディスプレイ基盤  
技術の開発、超フレキシブルディスプレ  
イ部材技術開発、次世代光波制御材料・  
素子化技術) 及び民間企業と共同研究な  
どで行っている「光インターフェースに  
関する研究」)

[研究代表者] 八瀬 清志  
(副研究部門長)

[研究担当者] 西井 準治、鎌田 俊英、長谷川達生、  
金里雅敏、阿澄 玲子、谷垣 宣孝、  
太田 浩二、他  
(常勤職員40名、他37名)

[研究内容]

b-1) 有機・高分子系材料薄膜トランジスタ及び表示素子の開発

有機・高分子系材料の特長を活かした印刷法による大面積・フレキシブルな薄膜トランジスタ及び表示素子等の開発を行う。ヒューマン・フレンドリーな光電子デバイスのフレキシブル、低コスト、低消費電力かつ高性能の有機デバイスの創製のため、フレキシブル・ディスプレイ、印刷法を用いて作製する有機トランジスタ、外光を取り込むことで高効率に発光する有機 EL 素子及び酸化化合物ガラスへの半導体超微粒子の分散による高輝度発光体等の研究を行う。平成20年度には、大気中で安定動作可能な n 型 TFT 素子の作製と、塗布型 n 型および p 型半導体材料を用いた相補的 MOS の試作を行った。また、プラスチックフィルム上に、 $5 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$  の低抵抗率を示すアルミニウム電極パターンの印刷形成に世界で初めて成功した。

b-2) 素子、光導波路等を一体化した光回路作製技術の開発

受光・発光・表示素子、光スイッチ、フィルタ及び光導波路等を一体化した光回路作製技術等の要素技術を研究開発するとともに、次世代光部品としての、合分波 (パッシブ) 及び光スイッチ (アクティブ) 光導波路の開発を行う。平成20年度には、配向高分子膜に鎖状色素をドーブした薄膜を用い、偏光を保ったまま擬似白色発光する電界発光デバイスの試作に成功した。

b-3) ナノスケール加工・修飾・計測技術の開発

フレキシブル情報家電用のガラス、プラスチック等透明基板のナノスケールでの加工・修飾・計測技術を開発する。平成20年度には、ガラスインプリント法で、周期300 nm 以下の2次元錐型が形成された大面積反射防止ガラス板および色消し用屈折回折レンズの成型に成功した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス分野、ナノ

テクノロジー・材料・製造分野

[キーワード] 有機半導体、有機デバイス、有機 TFT、有機 EL

[テーマ題目 c] 光フロンティア技術

(運営費交付金、資金制度 (外部)  
(JST-CREST 委託: 光パルス合成による任意光電場波形生成とその計測、  
NEDO 委託: 省エネ超短パルスレーザーの研究開発、NEDO 産業技術研究助成事業: 高感度光検出型メンタルヘルスケアチップの開発、など) もしくは民間と共同研究などで行っている「光フロンティア技術に関する研究」)

[研究代表者] 鳥塚 健二  
(副研究部門長、超短パルスレーザーグループ長)

[研究担当者] 新納 弘之、白井 智宏、牛島 洋史、他 (常勤職員21名、他12名)

[研究内容]

c-1) 超短光パルスの発生・制御・計測の研究開発

アト秒も視野に入れた超短光パルスの発生・制御・計測のフロンティア技術を開拓し、超高速技術を先導することを目的として、光波位相や光パルスのタイミング等を精密制御し、超短光パルス光源の極限性能の追求や、新しい概念に基づく計測・物質操作技術を開発する。パルス圧縮が主流である超短光パルス発生技術に、パルス光波合成の手法を導入して電界波形を制御することで、超短光パルス技術の新しい展開を図る。

平成21年度までの第2期で、異波長コヒーレント光の合成により、5フェムト秒 (fs) 以下パルスの発生を行うとともに、パルス特性精密制御技術を開発し、増幅パルスでタイミング精度3 fs、パルス内光波位相 (CEP) 精度0.2 rad を得ること、また、光イオン化等の物理過程計測で、これらの光パルス発生制御技術の効果を確認することを目指す。

平成20年度には、異波長コヒーレント光の増幅のため、タイミング同期した励起用 Yb ドープファイバー超短パルスレーザーを開発し、10  $\mu\text{J}$ 、800kHz のパルスエネルギーを得た。また、計測用の真空紫外-赤外光の sub-fs 精度ポンププローブ測定装置を開発した。

c-2) レーザー微細加工技術

レーザープロセス、加工技術の高度化により、大面積かつ微細な構造の形成技術を開発する。

平成20年度には、レーザー誘起背面湿式加工法を駆使し、ナノスケールでの高精度化を進めることでバイオ活性化微小球分析デバイスの微細構造作製条件を最適化し、散乱光による信号ノイズを75%減少させて高感度化に成功した。



c-3) 光計測・情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の開発

ライフサイエンス分野との融合により、光計測と情報処理技術を応用したバイオセンシング・メディカルイメージング等の新しい技術創出を目指して、高機能眼底カメラ、及びケミカル・バイオセンサーデバイスの研究開発を行う。

眼底カメラの高機能化については、分解能を飛躍的に向上させるための医療用の補償光学技術、及び眼底の機能情報をマッピングするための眼底画像分光（分光イメージング）技術の開発を行い、眼底カメラへの実装と計測結果に関する医学評価を目指す。

平成20年度には、臨床現場での使用が可能な走査型眼底分光装置を製作し、多くの病理眼に対する網膜酸素飽和度の計測を行うとともに、計測結果に関する医学評価を行った。装置は操作性を高めるために、使用する波長を減少させることによる高速化、容易な操作を可能とするユーザインターフェイスの実装などを行った。計測したデータを医学的見地から評価した結果、酸素飽和度の分布は、糖尿病網膜症をはじめとする血管病変と興味深い相関のある可能性が示唆された。

ケミカル・バイオセンサーデバイスについては、平成19年度までに開発した表面プラズモンによる蛍光増強による高感度イメージング法を、平成20年度は、より安価で短波長の光が利用できるアルミニウム蒸着膜を用いた系へと拡張した。反応性の高いアルミニウムの最表層に膜厚の制御された酸化膜を重ねることで安定性を高め、エバネッセント場により増強された蛍光像のみならず、反射像も同時に観察可能な、検出システムのプロトタイプを製作した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス分野、計測標準分野

[キーワード] 超短パルスレーザー、補償光学、画像分光、眼底イメージング、バイオセンサー、表面プラズモン

⑥【人間福祉医工学研究部門】

(Institute for Human Science and Biomedical Engineering)

(存続期間：2001.4～終了日)

研究部門長：赤松 幹之

副研究部門長：本間 一弘、関 芳明

上席研究員：佐川 賢

所在地：つくば中央第6、東事業所、関西センター

人員：66名(63名)

経費：712,542千円(362,130千円)

概要：

人間福祉医工学研究部門では、健康長寿で質の高い社会や生活の実現に寄与する研究開発を行う。生活者としての人間や生体システムとしての人間の科学的理解を深めることにより、高度情報化された生活環境の中で少子高齢化を迎えた社会に暮らす人々のためになることは何であるかを見極めたうえで、人間の科学的理解によって得られた知見を基にした製品を人々の生活に導入することをミッションとする。

このミッションを果たすために、安全・安心な生活環境を創出する機器、使いやすい製品を設計することを支援する技術、健康増進のための機器、患者にとって安全で負担の少ない医療機器技術、医療高度化の支援技術などの研究開発を進め、人間生活及び医療福祉機器関連産業の育成・活性化に貢献する。

課題1 人間生活における認知・行動の計測・評価技術の開発(人間生活工学分野)：

認知計測・解析技術を基盤として、低負荷でウェアラブルな認知計測技術を開発し、そのデータを用いて認知行動モデルを構築するとともに、行動分析技術を基盤として、情報機器利用行動プロセスの評価を実施し、情報獲得行動等のモデル化を行う。また、高臨場感環境に対応するために、感覚知覚機能計測技術を基盤として、複合感覚情報による生体作用評価を実施し、そうした情報による生体作用のモデル化を行う。これらのモデルを用いて、ユビキタス情報提示環境のユーザ適合性評価技術を開発するとともに、その過程において、関連するさまざまな問題解決の手法を提案する。

課題2 高齢者・障害者のための標準化研究(人間生活工学分野)：

高齢者・障害者・消費者の、安全で快適な生活環境の実現に向けた技術開発に関する研究を遂行し、人間生活関連産業の育成・活性化のための標準的技術の確立を目的とする。そのため、人間の感覚知覚の分野において、高齢者・障害者の特性を人間工学的に計測し、そのデータベースを作成するとともに、それに基づいて、高齢者・障害者のニーズに対応した製品・環境の設計技術や、消費者の安全性を確保するための技術を開発し、その技術を国内外の規格として制定・普及させる。

課題3 身体機能の回復・改善による健康増進技術の研究開発(健康福祉工学分野)：

活力ある高齢社会の実現に資するため、産総研独自の健康増進技術を構築することをねらいとして、動作や循環に係る身体調節機能を計測・評価する。さらに、これらの身体調節動態をモデル化するとともに、身体運動や睡眠がこれらの機能に及ぼす影響を解明することにより、機能回復・改善のための基盤技術を研究開

発する。

**課題4 高次生理機能計測技術と高度診断治療機器技術の開発（医工学研究分野）：**

より高精度で安全かつ効果的な診断を実現するため、疾病などに伴う組織構造及び代謝機能の変化を治療前後及び治療中に捉えるためのマルチモダリティ迅速計測及び微細生理機能計測技術、医師の第二の手として安全確実に病変部に到達・治療する高精度針穿刺・微細マニピュレーション技術及びそれら新規技術を安全に使いこなすための手術手技スキル評価・トレーニング手法を研究開発する。

**課題5 長期生体適合性を有する代替治療機器の研究開発（医工学研究分野）：**

手術だけでは対応できないまでに機能を喪失した器官に対して、その機能を人工的に代替・再生する代替治療機器が必要である。そのため長期生体適合性と耐久性を有する人工臓器及び拒絶反応無く組織接着性・組織誘導性・抗感染性を持つ高機能生体材料の研究開発を行うとともに、標準化、ガイドライン策定等の産業化支援を行う。

-----  
内部資金：

交付金 標準基盤研究 ロービジョンのための可読文字サイズの標準化 \*産総研と NITE との共同研究

交付金 標準基盤研究 映像の生体安全性に基づく安全基準の国際標準化

交付金 標準基盤研究 触覚記号の最適サイズ推定方法の標準化

交付金 標準基盤研究 超音波パルス反射法及び圧力計測法の併用による人工血管材料及び再生血管足場材料の弾性率測定方法の標準化

交付金 標準基盤研究 再生医療材料の in vitro 吸収性評価法国際標準形成に関する研究

交付金 標準基盤研究 人間工学一身体到達域に関する研究

交付金 標準基盤研究 公共空間に設置する移動支援用音案内の標準化 \*産総研と NITE との共同研究

交付金 標準基盤研究 年齢別聴覚閾値分布の標準化 \*産総研と NITE との共同研究

交付金 標準基盤研究 近赤外光診断装置の性能試験方法および装置較正用ファントムの標準化

交付金 標準基盤研究 赤外線サーモグラフィを用いた整形外科デバイスの力学的適合性試験方法

外部資金：

経済産業省 産業技術研究開発委託費 平成20年度産業技術研究開発委託費（アクセシブルデザイン技術の標準化）

経済産業省 医療機器開発ガイドライン策定事業 平成20年度医療機器開発ガイドライン策定事業（医療機器に関する技術ガイドライン作成のための支援事業）

環境省 地球環境保全等試験研究費 低周波騒音と苦情者感覚特性の現場同時計測・評価法の開発に関する研究

環境省 地球環境研究総合推進費 衣服の影響に関する研究

総務省 “「戦略的情報通信研究開発推進制度」（SCOPE）競争的資金” 重度難聴者用の聴覚コミュニケーションツールの開発のための骨導超音波知覚現象の解明

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 生体親和性インプラントの力学的性能評価法に関する標準化調査事業（平成20年度）ー整形系・血管系インプラント評価技術の標準化ー

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ナノテクノロジープログラム「ナノテク・先端部材実用化研究開発」／「自己治癒力を誘導する抗感染性カテーテルの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー使用合理化技術戦略の開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／生活行動応答型省エネシステム（BeHomeS）の研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 インテリジェント手術機器研究開発

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 輝度の時間的変動を伴う光環境の心理学的および生理学的評価に関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 前頭葉における系列行為のメカニズムの解明

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 反復接触による視覚情報処理過程の適応的変容の解明

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費 重度難聴者のための骨導超音波による音の到来方向知覚支援に関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 若手 A ヒトの心理生理反応の定量的計測による聴覚の動的処理機能解明

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 動的分類画像法を用いた詳細な顔情報処理時空間特性の可視化とその応用

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 日常生活の生理行動計測に基づくストレス評価手法の開発

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 生体と人工心臓のインタラクティブ治療制御法を核とした左心補助人工心臓の開発

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B MRI を用いた生体内超音波音場可視化技術の開発

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 日常刺激の視覚探索における記憶の働きに関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 水素吸蔵合金アクチュエータのを利用した関節稼動域訓練システムに関する生体工学的研究

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 中高齢者の膝関節痛低減に対する運動効果発現の機序に関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 視覚情報呈示により誘起される神経科学的作用に因る運動機能回復システムの開発

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 左前頭葉における非言語的遂行機能の解明：脳外科的技術による認知科学へのアプローチ

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) ノイズ刺激の追加による認知成績向上と適応的メンタルセット形成に関する研究

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 操作プロセスの脳内表象の多面的アプローチによる解明

文部科学省 科学研究費補助金 萌芽研究 第3の注意駆動原理の提案：言語的加重による知覚システムの直接制御

日本学術振興会 (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 経皮デバイスの軟組織接着を向上させるためのセメント質様構造表面層の形成

日本学術振興会 (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 長寿社会における住環境の快適性向上のための音環境の評価とアセスメント手法の開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構助成金 国際共同研究助成事業 (NEDO グラント) 大規模実世界データに基づく自動車運転行動信号処理の先導的研究

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構助成金 ハイパーミラーによる遠隔技能トレーニングシステムの研究開発

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構助成金 骨導超音波知覚を利用した重度難聴者のための新型補聴器の実用化開発

受託 独立行政法人科学技術振興機構 重点地域研究開発推進プログラム (シーズ発掘試験) 骨導超音波知覚を利用した最重度難聴者のための耳鳴遮蔽装置の開発

受託 茨城県 平成20年度いばらき研究開発推進事業 陽子線照射と免疫補助療法を併用する新たな肝癌治療法の開発

受託 社団法人日本ツーバイフォー建築協会 枠組壁工法における実需型高性能床遮音工法の開発のための「うるささ」評価法の開発

受託 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 平成20年度「新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業」 高度食味プロファイリングにおける脳内感覚処理の研究

受託 独立行政法人宇宙航空研究開発機構 短時間でストレス、疲労度、パフォーマンスの低下を自己評価できるテスト方法に関する研究 (その3)

受託 国立大学法人東京大学 三次元複合臓器構造体研究開発

財団法人大川情報通信基金 (2008年度研究助成) 内視鏡下手術の遠隔指導システムの研究開発

財団法人大川情報通信基金（2008年度研究助成） 広範囲3次元音響を用いた視覚障害者の聴覚空間認知訓練カリキュラムの開発

発 表：誌上発表293件、口頭発表396件、その他52件

### アクセシブルデザイン研究グループ

(Accessible Design Group)

研究グループ長：倉片 憲治

(つくば中央第6)

#### 概 要：

高齢社会における安全で快適な生活に関する研究を遂行し、人間生活関連産業の育成・活性化のために貢献することを目標とする。このため、人間の感覚知覚の分野において、高齢者・障害者の特性を人間工学的に計測し、そのデータベースを作成するとともに、それに基づいて ISO/IEC ガイド71に推奨された高齢者障害者配慮の設計技術（アクセシブルデザイン）を開発する。さらに、その技術を国内外の規格として制定し、アクセシブルデザインの普及を目指す。

研究領域は、聴覚、視覚、触覚の基本的な感覚知覚特性及びこれらの感覚情報から認識レベルにいたる過程の特性（言語理解、文字認識など）を対象とする。

具体的研究課題としては、音及び音声による案内技術、低周波を含む騒音特性の評価、低視覚（ロービジョン）のための視覚表示物の設計指針、IT 機器のアクセシビリティ、視覚障害者のための触覚情報表示技術などを実施する。

研究テーマ：テーマ題目 2

### マルチモダリティ研究グループ

(Multimodal Integration Research Group)

研究グループ長：氏家 弘裕

(つくば中央第6)

#### 概 要：

人間の視覚、聴覚、味嗅覚、平衡覚及び運動感覚等の情報統合機構の解明と、人間の感覚知覚統合機能に適合した VR 環境等のマルチモーダル情報提示技術の開発を目指し、以下の研究を実施する。

#### (1) 情報提示効果の予測技術開発：

複数の感覚モダリティの情報提示による感覚知覚への効果について、機能性と快適性の観点から評価手法を検討し、マルチモーダル情報提示環境の向上に資する基礎データの収集と分類を行う。具体的には、視覚内モダリティの相互作用、視覚、聴覚、体性感覚等の感覚間情報統合過程の解明を行い、情報提示効果の基礎的検討を行う。さらに、口腔内での味覚、嗅覚、触覚の相互作用を解明するとともに、順応効果や応答潜時など味覚・嗅覚機能の基礎特性の解明を行う。

#### (2) リスク低減に資する知的基盤確立：

情報提示による生体影響に関するデータ収集とモデル化を行い、これに基づく健康面への影響評価技術を開発し、ISO 等での規格化に向けた活動を展開する。具体的には、マルチモーダル環境でとりわけ問題となるサイバー酔いについて、提示情報特性による影響と人間の個人差特性による影響を明らかにして、防止技術の基礎データを収集する。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2

### 認知行動システム研究グループ

(Cognition and Action Research Group)

研究グループ長：熊田 孝恒

(つくば中央第6)

#### 概 要：

認知行動システム研究グループでは、人間の認知行動を1つのシステムととらえ、外界とのインタラクションによってダイナミックに変容する認知特性を解明し、その研究成果を社会に還元することを目的とする。

実生活場面における認知特性計測に関する研究として、日常生活空間をシミュレートした視覚刺激における人間の認知特性の研究に着手する。

高齢者・障害者の認知行動特性の応用技術に関する研究として、注意機能及び遂行機能にかかわる高次脳機能の低下や障害がマルチタスク遂行に及ぼす影響を心理物理実験及び脳機能計測により明らかにする。さらに、動作の微細な調節を担う錐体外路機能と認知行動表現系との関連に関する研究を実施し、加齢や脳機能障害を評価するためのツールの開発を推進する。

また、マルチタスク遂行時の認知行動特性の計測に関する研究として、トップダウン情報とボトムアップ情報との情報統合、マルチタスク間でのタスクスイッチングや注意資源配分などに関する研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1

### ユビキタスインタラクショングループ

(Human Ubiquitous-Environment Interaction Group)

研究グループ長：宇津木 明男

(つくば中央第6)

#### 概 要：

人間生活においては生活環境における情報化及び情報と通信の融合が進み、情報技術がオフィスばかりでなく生活の場へも浸透し、ユビキタス社会が実現しつつある。すでに、携帯電話や PDA、また ITS（高度道路交通システム）などの情報支援機器や行動支援機器、ネットワーク対応した家電機器の開発などが行われているが、その支援の恩恵を誰もが享受できるユビキタス社会を実現することが、社会的な要請となつて

いる。

この要請に応えるために、ユビキタス機器利用時の人間の認知行動特性の理解を得ること、また、それに適合した情報支援・行動支援環境を創出することを目的として、生活行動の把握技術の開発、ユビキタスインタフェースの評価技術の開発を行う。さらに、これらの認知行動特性の理解に基づいて、ユビキタス社会における人間の活動を支援することのできるユビキタスインタフェースの開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目1

### 操作スキル研究グループ

(Skill Research Group)

研究グループ長：山下 樹里

(つくば中央第6)

概要：

近年の情報技術の進歩により、言葉や画像で表現された情報は非常に速く広範囲に伝達されるようになった。これに対し、身体動作や道具の操作スキルの伝達・教授方法は旧来のマンツーマンコミュニケーションに依存しており、情報化は遅れている。このため、例えば新しく高度な治療機器が開発されてもその普及速度は遅く、かつ伝達された操作スキルの質にも格差が生じるという大きな問題が生じている。

このため、身体動作・操作の行動計測及びその分析により、操作スキルレベルの客観的評価指標抽出及び効果的なトレーニング技術の開発を行うことにより動作・操作スキルの評価、伝達、教授手法の確立を目指す。

具体的には、身体動作・操作スキル教授場面として内視鏡下鼻内手術を取り上げ、精密疑似患者モデルを用いた手術操作スキル評価技術、スキルトレーニング技術の研究を医療機関と連携して行い、内視鏡下低侵襲手術の普及と安全性向上に資する。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目1

### 環境適応研究グループ

(Environmental Control Group)

研究グループ長：都築 和代

(つくば中央第6)

概要：

安全、健康で快適な睡眠を導く睡眠環境評価技術の確立を目指し、環境負荷低減を試みるために、不均一に温熱環境制御する評価技術に関する研究を行う。人工気候室に不均一温熱環境を設定し、被験者の睡眠時の生理・心理データを収集し、不均一環境が人体に及ぼす影響を解明する。さらに、不均一温熱環境下での快適性予測モデルや3次元人体熱モデルによる不均一温熱環境評価技術を用いて睡眠時の環境制御評価に拡張する。

また、実生活環境における生活行動の計測・評価技術の確立を目指し、四季にわたって衣服量や温冷感など主観申告調査並びに人の周囲温湿度の計測を1週間程度にわたって行い、季節順化の影響について明らかにする。また、実生活場面においての低侵襲・低拘束の心電図や睡眠解析のための睡眠評価技術の現場計測についても検討する。

さらに、高齢社会における環境適応のための生活環境評価技術に関する研究として、これまでに行ってきた製品の使いやすさや駅の使いやすさなどの主観評価のデータ収集に基づき製品及び生活環境のユーザビリティ指標構成を行う。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目2

### 身体適応支援工学グループ

(Physical Fitness Technology Group)

研究グループ長：横井 孝志

(つくば中央第6)

概要：

少子高齢社会において安全・安心で質の高い生活を実現することを目的に、加齢等による心身機能低下の抑制、並びに心身機能が低下した高齢者にも適合した生活環境の構築という2つの観点から、以下の研究開発を進める。

(1) 身体適応に関する研究開発：

個々人が積極的に生活できる健康長寿の実現をねらいとして、過度な利便性や加齢等に起因する心身機能の低下を可能な限り抑え、不規則化・多様化する生活や変動している生活環境に適応できる身体適応力を維持・改善するための研究開発を行う。特に、転倒予防や巧みな身のこなしに関係する動作系の適応力、立ちくらみや身体活動状態の急激な変化に対応できる循環系の適応力に関して、運動等に対する心身の反応を計測・評価する技術の研究やこれに基づいた機能改善技術を開発する。

(2) 環境適応に関する研究開発：

高齢者にも適合した生活環境の構築をねらいとして、人間の体格や動作の特性、あるいはこれらの加齢変化に配慮した生活空間、作業空間等の設計に資する人間特性の計測を行う。さらに、計測データに基づいた人間-環境系評価の技術に関して研究開発等を進め、これらを人間工学関連の標準化あるいは設計ガイドライン策定へと展開する。

研究テーマ：テーマ題目3

### くらし情報工学グループ

(Living Informatics Group)

研究グループ長：岩木 直

(関西センター)

概要：

安全で安心できる健康的な生活を実現するためには、不規則で多様化している生活そのものを理解して、生活者の身体適応能力を維持・改善する生活空間の創出、あるいは少子高齢社会の中で皆が高い QOL を実現するための生活サポート技術の開発が必要になっている。そこで、日常生活を対象に生活者の行動・生理応答・認知応答を計測する技術の開発、得られた生活情報から生活者の状態を評価・理解する技術の開発、生活者の状態理解に基づいた人間に適した生活空間や生活サポートを提供する技術の開発を行う。

一方、健康的で高い QOL を維持・向上するためには、高齢者や障害者にとっても使いやすい製品・空間をデザインすることが必要になる。同時に、疾病等で低下した認知機能を高精度で計測・評価することが、正確な診断や効果的なリハビリテーションの実現に向けて重要である。そこで、人間が持つ共通基盤的な特性であるヒトの五感（聴覚、視覚、嗅覚、味覚、体性感覚）のみならず言語・記憶等の高次機能に関わる機能メカニズムの解明を脳磁界計測、脳波計測、VR を用いた心理物理実験などの非侵襲的手法によって進める。また、このための要素技術として、脳神経活動を高精度に可視化する技術の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 3

#### 生活支援機器グループ

(Assistive Device Technology Group)

研究グループ長：永田 可彦

(つくば東)

概要：

高齢社会においては健康長寿への欲求は高く、安全・安心な暮らしを支援し、生活の質の向上を図るための生活製品が多く利用されている。しかし、それらの生活支援機器の過度な利便性が生活生存に必要な身心適応能力の低下を引き起こすという可能性は否定できない。そのため、個々人が積極的に生活できる活力を保ちながら健康長寿を実現するには、個々人の身体能力に応じた支援機器が必要となる。

このため、人間の科学的理解によって得られた知見を基にして、生活の場面で使用できる簡易で無侵襲な体内構造・機能測定装置の開発や高齢者や障害者の身体能力に適切に対応した、斬新な駆動機構を持つ乗りやすい自転車や、手の表情が変化する能動装飾義手などの生活支援機器の開発を行う。

また、機器が人間に接する場合の適切な動作に関する知見、福祉機器開発における知財関連の知見などを活用し、産業界への円滑な技術移転を行うための技術のブラッシュアップにも積極的に取り組む。また、機器が人間に接する場合の適切な動作に関する知見、福祉機器開発における知財関連の知見などを活用し、産業界への円滑な技術移転を行うための技術のブラッ

シュアップにも積極的に取り組む。

研究テーマ：テーマ題目 3

#### 医用計測技術グループ

(Biomedical Sensing and Imaging Group)

研究グループ長：兵藤 行志

(つくば東・つくば中央第6)

概要：

高齢社会においては等しく健康の延伸と長寿の達成が社会的要請となっている。当研究部門の方針である「健康長寿で質の高い社会や生活の実現に寄与する研究開発」において、「精密診断による安全かつ効果的な医療の実現」や正確な診断を施すための「高次生理機能計測技術の開発」を推進する必要がある。医用計測技術グループは、医工連携を基軸として、脳神経系、心臓血管系、筋肉骨格系における疾病の迅速な診断および脳機能障害の検査法や的確なリハビリ診断を支援・実現するための関連技術の研究開発を進める。具体的には、MRI、光、超音波、微小電極、高分解能 X 線などの計測技術を高度化し、それらをマルチモダリティ化することによって創生される新しい診断情報の提供を実現する。また、これらの開発技術を、(1) 無侵襲診断、術中診断等の臨床医学、(2) 脳神経系の機能障害や修復過程の解明などの基礎医学、(3) 高齢者の機能計測・リハビリ効果の定量測定法の開発などの人間工学における研究の推進などに活用し、医療機器の製品化や研究ツールの実用化に直結した研究開発を実施する。

研究テーマ：テーマ題目 4

#### 治療支援技術グループ

(Surgical Assist Technology Group)

研究グループ長：鎮西 清行

(つくば東)

概要：

病変部位を安全確実にピンポイント同定・到達する手段の提供を目指して、微細侵襲技術に関する研究を進める。

微細侵襲技術の研究では、MRI 装置、プローブを移動する駆動部、駆動部及び対象を観察するための顕微内視鏡部、操作者が操作する操作部から構成される「MR 内分析用微小操作システム」に関して、「三次元複合臓器構造体研究開発」と補完的な部分の開発を行い、内視鏡と駆動部のレジストレーションを行うソフトウェア及び粗動機構を実装した。また、東北大学、東京大学との共同研究により高精度赤外温度計測装置による脳神経外科手術中の脳組織の血流状態の非接触計測に成功した。

研究テーマ：テーマ題目 4

## 高機能生体材料グループ

(Advanced Biomaterials Group)

研究グループ長：伊藤 敦夫

(つくば中央第6、つくば東)

## 概要：

人工骨や経皮デバイスの用途として、組織接着性に優れ骨形成促進等の生体組織修復機能や抗感染機能を付加した生体適合材料を研究開発する。また、産業界で開発される医療機器の円滑かつ迅速な開発・製品化を促進し、安全な治療を実現するための研究を実施する。

組織再生・抗感染性を有する生体材料として、生体吸収性ポリマーを複合化した抗菌剤徐放性を有する人工骨やシグナル物質を担持した骨折固定具を作製して評価する。

再生組織や生体組織の高分解能 X 線断層撮影を行い、静的・動的力学試験を実施する。軟組織における研究では、運動時に重要な役割を果たしている膝関節十字靭帯や軟骨について損傷メカニズムを解明するために動物関節を用いて、力学試験を実施する。

生体物質の分子間相互作用解析については、医薬品であり、生体材料分野にも適応が期待されるタンパク質結晶を結晶化させる条件を検討する。また骨形成を促す人工タンパク質の開発を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 5

## 人工臓器グループ

(Artificial Organ Group)

研究グループ長：丸山 修

(つくば東、つくば中央第6)

## 概要：

再手術をなくし社会復帰を可能にする、長期の生体適合性と耐久性を有し、安心安全に使用できる人工臓器の実現を目指す。

具体的な目標としては、流体力学適合性、血液適合性、循環生理学的適合性、長期耐久性、かつ早期診断機能を有する人工臓器を実現するための、技術開発と技術評価を行う。特に流れの可視化実験法、耐久性評価法、模擬血栓試験法、循環生理計測法など広く応用できる基盤技術の確立を図りながら、最終的には、回転型の体内埋込み型人工心臓および体外循環血液ポンプについて生体適合性と高耐久性を検証し、長期に使える人工臓器を実現する。また、脳梗塞などの脳血管疾患によって失われた身体機能を回復させるための効率的なりハビリテーション手法を開発することを目指して、その脳内メカニズムを解明するのに必要な、電極技術、信号処理技術および実験動物モデルを構築する。

研究テーマ：テーマ題目 5

## [テーマ題目 1] 人間生活における認知・行動の計測・評価技術の開発

[研究代表者] 熊田 孝恒

(認知行動システムグループ)

宇津木 明男 (ユビキタスインタラクシ  
ョングループ)

岩木 直 (くらし情報工学グループ)

氏家 弘裕

(マルチモダリティ研究グループ)

[研究担当者] 熊田 孝恒、瀧田 正寿、

河原 純一郎、武田 裕司、

永井 聖剛、渡邊 克己、

宇津木 明男、北島 宗雄、

高橋 昭彦、竹内 晴彦、佐藤 滋、

中村 則雄、横山 一也、佐藤 稔久、

森川 治、岩木 直、浜田 隆史、

渡邊 洋、添田 喜治、梅村 浩之、

中川 誠司、吉野 公三、氏家 弘裕、

蘆原 郁、遠藤 博史、小早川 達、

藤崎 和香 (常勤職員27名、他23名)

## [研究内容]

## 1) 生活行動の把握技術：

ユビキタスコンピューティング環境においては、環境内における人間行動の適切な理解に基づいた行動支援が必要である。本研究では、人間の行動意図を、行動の結果として現れる操作系の時系列データを分析して得るための技術開発を行うことを目的とする。

平成20年度は、運転行動データベースを用いて走行経路上の場所に依存した運転行動の確率分布を推定し、これから統計的方法により逸脱的運転の事例の抽出を行った。抽出された逸脱運転事例に対し、動画データ等を用いて交通状況や道路構造等の環境要因の分析を行い、逸脱運転行動を誘発した原因の推定と分類を行った。この結果を用いて警告システムの改善を行った。

## 2) ユビキタスインタフェースの開発：

ユビキタスコンピューティング環境においては、環境への働きかけのしかたが、人間のそのときの活動状況に適合し、適切に行えるようにする必要がある。そこで、未開拓の情報コミュニケーションチャンネルである把持に着目し、把持を利用したコミュニケーション技術の開発を目指す。

平成20年度は、前年度で得られた研究計画に基づき、今後必要とされるセンシング技術および情報提示技術の技術シーズ・市場ニーズに関して情報収集を行った。この調査結果をもとに、視覚障害者用歩行支援技術として触力覚を用いたナビゲーション・システムの仕様検討を行い、障害物を触力覚情報で提示するプローブ研究を行った。

## 3) ハイパーミラーを用いたトレーニング手法開発：

教師と学習者を重畳表示する学習方式の有効性を検

証するために、他者とのコミュニケーションをとることが不得手である自閉傾向のある児童に自己像を見せ、反応を観察し、自己像に対する興味と自閉症傾向の関係について検討した。その結果、自閉傾向の見られる子どもは健常児と比較して、(1)画面には自己と他者が放映されているにも関わらず、他者の映像にはほとんど興味を持たず、自己像にばかり注意を向ける傾向があった。(2)画面を触ろうとしたり、画面のうしろを見に行こうとした。(3)課題を無表情で機械的に行っていったという特徴がみられた。

#### 4) 骨導超音波補聴器の開発：

従来型補聴器すら使用できない重度難聴者は、日本国内に約85,000人存在する。骨導超音波を利用した、重度感音性難聴者であっても使用可能な新型補聴器(骨導超音波補聴器)の開発に取り組んだ。

平成20年度は、変調法や音声特徴を考慮した内部音声信号処理方式や両耳装用方式、および新構造の骨導振動子の開発に取り組み、補聴器の明瞭性の向上を確認した。また、それぞれヒトを対象とした非侵襲的電気生理計測によって、骨導超音波知覚には蝸牛が関与するものの、受容器細胞や蝸牛基底膜の働きには可聴音との差異が存在する可能性があること、蝸牛神経以降のメカニズムは可聴音とほぼ同様であることを見いだした。さらに、安全基準の設定を目指して、骨導超音波呈示による受容器や神経系のエネルギー被曝量の推定のためのコンピュータ・シミュレーションおよびファントム計測実験を開始した。また、骨導超音波実験の従事者の聴力推移を調べ、すべての被験者において有意な聴力低下が観察されないことを確認した。さらには、補聴器の実用性能評価を目的として、重度感音性難聴者を対象とした長期モニタリングを行った。

#### 5) サイバー酔い防止技術の開発：

マルチモーダル情報提示環境においては、身体運動に関わる情報の非整合性などから、いわゆるサイバー酔いの不快症状が発生しやすい。これを未然に防止し、快適なマルチモーダル情報提示環境を構築する必要があり、そのための技術開発を目指す。

平成20年度は、映像酔いを軽減するための手法として、映像の輝度低下、映像サイズの減少、映像の一時的静止、映像のスタビライズ(映像の安定化)の生体影響への効果を検証するために、のべ61名の実験参加者を得て、生体影響計測を実施した。視聴した映像は、既存の研究で酔いやすいと思われる視覚運動特徴を含む複数の映像パートで構成し、映像の動きの特に大きい時間帯を選び、その中で、局所的に動きの大きい映像(各々最大でも3秒程度)に、上述の手法をそれぞれ適用した映像と、適用せずオリジナルのままの映像とを作成した。また、生体影響計測項目には、心理的計測について、映像視聴中の1分ごとの不快感主観評価及び、視聴前後でのシミュレータ酔いアンケート

トとした。その結果、いずれの手法にも映像酔い軽減の効果が認められるが、対策の効果の大きさがそれぞれ異なり、2種類の心理的計測の結果から共通するのは、映像の一時的停止、輝度低下、スタビライズの順に効果が大きいことが示された。従ってこれらは、映像酔い軽減手法として、実際の映像に局所的な適用であっても一定程度有効である。

#### 6) 3次元物体知覚のモデル化と脳活動計測

ユビキタス環境における情報提示評価のためには、ユーザの行動により変容する知覚についての理解が必要である。そこで、インターフェース装置を通じた操作行動と3次元物体認知の相互作用とその変容を検討するための心理物理学の実験と脳機能計測・解析実験を行い、得られた結果に対してコンピュータ・シミュレーションを用いたモデル化と、高次視覚野における脳活動ダイナミクスの可視化を行う。

平成20年度は、3次元入力装置等のインターフェースを能動的に操作することによって、視覚的にフィードバックされる環境の知覚、とくに物体表象の変容を、タッチパネルを介した空間移動・物体操作が3次元物体の形状知覚過程に与える影響について調べた。この結果、装置の操作に慣れるにしたがって、インターフェース操作による外界(CG)の変化の予測性を向上する方向に、被験者の知覚が変容することを明らかにした。さらに、これらの結果が、ベイズ推定を用いた運動信号を考慮した3次元構造復元モデルによりモデル化できることを示した。また、複数の非侵襲脳機能計測データの統合的利用による脳活動ダイナミクス解析および神経ネットワーク解析を用いて、動きを手掛かりとした3次元形状知覚の神経基盤の可視化を行い、物体の認知を担う腹側視覚情報処理経路(後頭部視覚野→側頭葉下部)から、視覚情報の空間的処理を担う背側視覚情報処理経路(後頭部視覚野→頭頂葉)へのフィードバックが重要な役割を果たしていることを示した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 生活行動、行動モデル、情報獲得、ユビキタスインタフェース、力感覚提示、聴覚機能、骨導超音波、サイバー酔い、3次元知覚

[テーマ題目2] 高齢者・障害者のための標準化研究

[研究代表者] 倉片 憲治

(アクセシブルデザイン研究グループ)

氏家 弘裕

(マルチメディアリティ研究グループ)

都築 和代(環境適応研究グループ)

[研究担当者] 倉片 憲治、佐川 賢、関 喜一、

伊藤 納奈、佐藤 洋、氏家 弘裕、

小早川 達、渡邊 洋、都築 和代



(常勤職員9名、他12名)

**[研究内容]**

1) アクセシブルデザインの開発に関する研究：

聴覚、視覚、触覚の加齢特性及びロービジョンの特性を計測し、アクセシブルデザイン技術の基盤データを作成した。聴覚については基本聴覚特性（閾値及び音の大きさの感覚）、騒音中の音声等の聴取能力及び方向定位能力、並びに低周波の不快感評価、視覚に関しては文字判読に及ぼすコントラストの影響、触覚に関しては浮き上がり文字の断面形状の影響、及び視覚障害者における認識可能な文字サイズ、認知に関してはIT機器を使う際に要求される探索作業、以上のそれぞれについて高齢者・若年者各50名以上のデータを得た。ロービジョンに関しては、文字の読みに関する実験を行い、約60名のデータを得た。また、色の類似性領域やコントラスト感度特性に関する約70名の対象者のデータを分析し、色の類似性能力に関するJIS/TR1編の原案作成を行った。さらに、有効視野のデータを分析し、JIS/TR1編の原案作成を行った。これらの研究成果をもとに、ISO/TC159/WG2にてアクセシブルデザイン普及のための技術ガイド ISO/TR 22411を制定した。また、報知音に関する規格原案2件及び色の評価方法に関する規格原案1件の審議をISO/TC159/SC5/WG5にて行った。IT機器のアクセシビリティに関する規格案 ISO/IEC 24786の審議をISO/IEC/JTC1/SC35/WG6にて継続した。

2) 映像の生体安全性に関する研究：

映像視聴に伴う好ましくない生体影響を軽減するために、人間工学的研究開発に基づく映像ガイドラインの国際規格化を目指している。

平成20年度は、前年度までに構築した映像酔い生体影響評価モデルを、映像酔い軽減に寄与する映像制作支援システムへの組み込みを図るために、酔いを軽減する主な手法の効果について、酔いやすい視覚運動を含む映像視聴時の生体影響計測の結果のモデルへの組み込みを行った。また酔いの軽減の主な手法として、映像の輝度低下、映像サイズの減少、映像の一時的静止、映像のスタビライズ（映像の安定化）を検討した。また、ガイドラインの国際規格化に向けて、スタディグループ（ISO/TC159/SC4/SG）を運営し、映像の生体安全性に関する国際標準化の具体的な戦略を検討し、最終報告書原案をとりまとめた。

3) 温熱環境における高齢者・障害者等の標準化研究：

自動車内で子どもが置き去りされ、熱中症等で亡くなる事故が多数報告されている。そこで、温熱環境の安全性評価のために、子どもの体温調節を測定する実験を実施し、皮膚温、直腸温、心拍数等の計測結果を収集した。このデータを成人データと比較しまとめた。また、分析結果より、子どもの体温調節反応に基づく安全性評価を実施した。

**[分野名]** ライフサイエンス

**[キーワード]** 高齢者障害者、ロービジョン、聴覚特性、触覚認識、映像酔い、中等度温熱環境

**[テーマ題目3]** 身体機能の回復・改善による健康増進技術の研究開発

**[研究代表者]** 都築 和代（環境適応研究グループ）  
横井 孝志

（身体適応支援工学グループ）

永田 可彦（生活支援機器グループ）

**[研究担当者]** 都築 和代、小木 元、森 郁恵、  
横井 孝志、大塚 裕光、小峰 秀彦、  
菅原 順、永田 可彦、稗田 一郎、  
岩月 徹、吉野 公三

（常勤職員11名、他7名）

**[研究内容]**

1) 温熱環境制御による睡眠改善：

人工気候室に不均一温熱環境を設定し、被験者の睡眠時の生理・心理データを収集し、不均一温熱環境が人体に及ぼす影響を解明した。さらに、不均一温熱環境下での快適性予測モデルや3次元人体熱モデルによる不均一温熱環境評価技術を用いて睡眠時の環境制御評価に拡張するための研究を実施した。

平成20年度は、人工気候室において温熱環境を一定に保ち、室温より数度低い温度の風が吹き出す装置をベッドに取り付け、そこで高齢女性被験者に睡眠をとらせて、その際の体温調節反応、睡眠構築及び心理データを収集し、寝床内の温度・気流が及ぼす影響を検討した。その結果、皮膚温の変化は、寝床内温度の影響を受けたが、身体内部である直腸温の変化は終夜睡眠中徐々に低下した。現在、睡眠深度への影響の詳細は分析中であるが、睡眠効率は改善した。今後体温調節と心電図との関連などを検討し、実験数を増やして、変動する睡眠温熱環境の研究を加速させるための知見を得ることができた。

2) 運動による身体適応支援技術の研究開発：

個々人が積極的に生活できる健康長寿の実現を狙いとして、過度の利便性や加齢等に伴う心身機能の低下を可能な限り抑え、不規則化・多様化する生活や変動している生活環境に適応できる身体適応力を維持・改善するための研究開発を行う。

平成20年度には、若年者を対象として運動習慣の有無と循環調節機能との関係を、主に血圧反射機能や中心動脈の硬さに着目して検討した。その結果、若年者における運動習慣は中心動脈の硬さよりも血圧反射機能に大きく影響することがわかった。これは若年者ではもともと血管が柔らかいためであり、運動習慣は脳などを含めた神経的な適応を引き起こし、これによって循環調節が変化すると考えられた。

また、有酸素運動トレーニングに伴う動脈硬化度改

善のメカニズムを検討し（テキサス大学、筑波大学との共同研究）、有酸素運動トレーニングに伴ってエンドセリン受容体感受性が減弱し、それによって頸動脈コンプライアンスを増大させる可能性が示された。

簡易動脈硬化度計測については、株式会社志成データおよび北里大学と共同で患者（糖尿病）を対象に病態下での検証を行った。その結果、糖尿病の病態下においても我々の開発した手法で動脈硬化度を評価できる可能性を得た。これまで得た成果をもとに開発した機器について、医療分野で用いる血圧計として薬事申請を行っているところである。承認後、早ければ平成21年度中に病院向けに販売を開始する。

### 3) 心臓血管系の数理モデルに基づくストレス評価技術の開発：

日常生活の中でストレス、疲労、加齢が生体に与える影響を把握することは、心身の健康の維持・増進に重要である。そこでこれらの影響をヒトの生理応答から評価する手法の開発を行うため、ストレスに対する心拍血圧変動応答を説明する心臓循環器系モデルのプロトタイプを開発し、実験データからその妥当性の評価を行う。

平成20年度は、10名の被験者の日常生活中心拍変動、気分状態変動、生活活動度変動、長期間（2ヶ月間）連続計測し、個人に適合化した生理信号を用いた心理評価技術の開発のためのデータを蓄積できた。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 睡眠、体温調節、温熱環境、動作調節、循環調節、運動処方、ストレス、数理モデル、心臓血管系、気分状態

### [テーマ題目4] 高次生理機能計測技術と高度診断治療機器技術の開発

[研究代表者] 鎮西 清行（治療支援技術グループ）

兵藤 行志（医用計測技術グループ）

山下 樹里（操作スキル研究グループ）

[研究担当者] 鎮西 清行、小関 義彦、鷲尾 利克、

兵藤 行志、中谷 徹、三澤 雅樹、

谷川 ゆかり、新田 尚隆、

山下 樹里、森川 治、熊谷 徹

（常勤職員11名、他10名）

### [研究内容]

#### 1) 微細侵襲技術に関する研究：

MRI 対応微細操作システムにおけるレジストレーション（微小機構と顕微内視鏡、MRI 画像の座標合わせ）を行う方式を考案し、位置精度を評価することを目標として、同システムによる MRI 内での微細操作と、その MRI 画像とのレジストレーションの技術開発を行った。光学式位置計測装置と内視鏡画像を併用する方式を考案し、その精度評価を行ったところ、平均0.4 mm、最大1 mm の誤差であった。実用上は

この誤差は操作者が微調整することで対策可能である。MRI 画像との対応付けを実現する前段階として、温度変化による誤差への対応が重要であることが判明したため、その対策として温度特性の良い材料への変更などを進め、改良機によって位置決め精度の向上を定量的に確認して、定量的な評価を進めている。

#### 2) 内視鏡下手術手技スキル評価手法の研究：

手技スキル習得における内視鏡視野変換の影響を明らかにするため、視野方向の変化が手術操作のパフォーマンスに与える影響を実験的に計測した。手技スキル計測に用いる精密疑似患者鼻腔モデルを開発するため、患者医用画像データを収集した（新規6例）。データの一部を産総研研究情報公開データベース（RIO-DB）として公開するため、公開用サムネイル画像の形式を定め、試験公開用ホームページを試作した。より医療の現場に即した遠隔指導を実現するため、遠隔手術手技指導システムを筑波大学の手術室とスキルスラボの間に構築した。

#### 3) 医用計測・診断技術：

医用計測技術の開発と高度化を図り、企業における製品化に直結する実用化を目的に、迅速診断や生体機能診断に寄与する技術開発を推進した。MRI によるエラストグラフィ技術では、加振下での組織弾性分布を可視化する簡便かつ新たなパルスシーケンスを開発し、基礎実験によりその性能を検証した。2重共鳴MRI の可能性を理論的に検討し、水素とキセノンに関してシミュレーションにて実証した。近赤外光計測では成人前腕を対象として筋運動に伴う酸素代謝変化の断層画像再構成を行い、生体深部における筋代謝計測の可能性を検証した。超音波による無侵襲計測技術では、企業との共同研究により、血管内皮機能評価向けの血行力学・血管径同時計測システムを試作し、その基礎性能を検証した。また、生体材料用 X 線検査装置を開発し、骨軟骨エレメントの品質評価法および高分子足場材の3次元微細構造可視化を実現した。これらの計測技術を発展・融合した新しい医用計測技術を検討した。

さらに、微細生理機能計測を目的に技術開発を進めた。細胞レベルの高精度画像解析のために、像修正を用いる方法でデジタルホログラフィ顕微鏡の画質向上を図った。また、光学的 in vivo 代謝計測技術としてのファイバ分光法を改良・応用し、生体試料によるデータを解析して in vivo 計測における有効性を検証した。一方、X 線を用いた新規微粒子での機能イメージングの基礎的検討が進んだ。

他方、工業会や関連公共団体と連携して工業規格原案作成を行った。“近赤外光診断装置”は、社団法人電子情報技術産業協会（JEITA）規格案の作成を、装置構成・評価方法の検証をとおして継続した。“熱弾性応力測定法”は、社団法人日本非破壊検査協会規

格 NDIS3425:2008として、また“赤外線サーモグラフィによる非破壊試験の標準用語”は NDIS3005:2009として制定された。他方、組織再生度計測方法の標準化を目的に、MRI および超音波による人工血管材料及び再生血管足場材料の計測・評価基準、マイクロ X 線 CT による骨補填材の新生骨量評価方法に関する基礎的検討が進んだ。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 微細マニピュレーション、針穿刺、摩擦モデル、距離画像カメラ、手術手技スキル評価、MRI、超音波、分光計測、近赤外光診断装置、熱弾性応力測定法、X 線 CT、再生医療、新生骨

[テーマ題目5] 長期生体適合性を有する代替治療機器の研究開発

[研究代表者] 伊藤 敦夫 (高機能生体材料グループ)  
丸山 修 (人工臓器グループ)

[研究担当者] 丸山 修、金子 秀和、西田 正浩、  
小阪 亮、伊藤 敦夫、小沼 一雄、  
十河 友、岡崎 義光、林 和彦  
(常勤職員9名、他21名)

[研究内容]

1) 組織再生・抗感染性生体材料：

抗生物質徐放性人工骨はポリマーを薬剤徐放担体としても長期間抗菌効果に有効な薬剤濃度を持続するため超低薬剤量で治療効果を発揮し、かつ新生骨形成をサポートすることを確認した。亜鉛、フッ素、マグネシウムを付加した人工骨は、これらの元素の付加によって溶解速度が低減することを確認した。人工骨へ付加した亜鉛が破骨細胞の吸収を抑制するのは、人工骨吸収時に亜鉛が破骨細胞内に取り込まれる段階ではなく、吸収後に破骨細胞から亜鉛が放出されたあとの段階で、吸収抑制のトリガーがかかることが示唆された。また人工骨や経皮端子に適量の FGF を付加すると骨新生を刺激することが確認された。さらに FGF 付加経皮端子のウサギを用いた *in vivo* 評価モデル(組織学的定性評価、抜去トルク測定の基準)が確立された。免疫機能を誘導する高機能アジュバントの臨床研究が開始された。

2) 生体材料の標準化に関する研究：

Zr-2.5Nb 合金の金属組織は、 $\alpha$ 相 (hcp) と  $\beta$ 相 (bcc) からなり、引張強度は、600 MPa、破断伸びは、25%であることが明らかとなっている。500℃付近の熱処理により表面に酸化ジルコニウムの被膜が生成する条件と生成速度の関係を電子顕微鏡観察により明らかにした。500℃、10時間の時効処理により5  $\mu$ m以上の酸化物層が生成することがわかった。酸化物層の表面は、単斜晶ジルコニアで多結晶ジルコニアセラミックスと同様な硬度 (Hv:1300) を示していた。金

属界面に向かって正方晶の存在することが微小 X 線回折により明らかとなった。また、酸化皮膜中の酸素濃度分布を測定した結果酸化物層内ではほぼ一定であることがわかった。酸化物層の界面のマイクロクラックが詳細な観察から存在することが示唆され、今後、傾斜機能になっているのか調査する必要性が明らかとなった。さらに、疲労特性の調査が重要となることが考えられた。

3) 生体組織・生体材料の評価：

ラットの大腿、脛骨を用いて高血圧による力学および骨密度変化を明らかにしてきた。下肢の骨より咀嚼によって多様な変化を示す、顎骨について同様に高血圧による力学特性と骨密度変化を明らかにした。前年に引き続き、高齢化により重要な役割を担うリハビリ、とくに長期、臥床による関節拘縮に対して種々の治療法に効果を力学的に評価した。三次元複合臓器構造体研究開発において基盤となる種々のコーラゲンスポンジ材料の力学的特性を明らかにした。また、pQCT (末梢骨 CT) ・マイクロ X 線 CT 装置にて生体材料等の多孔構造解析評価を行った。

4) 生体物質の分子間相互作用解析：

高品質タンパク質結晶作成に関する基盤研究として、マルチアングル光散乱計を用いて分子集積機構の解明を行った。高分子量タンパク質を対象として平成18年度までに行った研究から、タンパク質分子の集積は会合体の内部構造を時間的に再構成して進行すること、及び最終生成物の種類(結晶 or アモルファス)は、分子固有の物理量である Hamaker 定数により決定されることを見いだした。医薬品として重要な低分子量タンパク質を対象とした平成19年度の研究では、高分子量タンパク質に対して得られた知見が、低分子量タンパク質にも共通して適応されることを確認した。しかし、低分子量タンパク質では「結晶化を許容する Hamaker 定数の範囲」が相対的に広く、このため分子が僅かな変性を受けていても単結晶が生成しうることが示された。微小変性を受けたタンパク質は、活性に大きな変化が認められなくても、*wild-type* に比べて生体内での機能持続に差が出ることで予想されるため、単結晶育成を持って精製が完了したと断ずることはできず、注意が必要である。

5) 人工心臓・センサ統合システムの開発：

長期生体適合性と耐久性を有し、安心安全な人工臓器を実現するため、非接触の動圧軸受を備えた溶血と血栓の少ない左心補助用動圧浮上遠心血液ポンプを開発した。動圧浮上遠心血液ポンプの軸受隙間で生じる溶血を軽減するため、動圧軸受の形状解析ソフトウェアを開発し、軸受形状の最適化を行うことで、市販ポンプと同程度の血液適合性を実現することが出来た。さらに、一ヶ月の体外循環用遠心血液ポンプとしての製品化を目指し、市販されるポンプドライバで駆動可

能な動圧浮上遠心血液ポンプのプロトタイプを開発し、非接触駆動を実現した。また、診断機能を有する人工臓器の実現のため、曲がり管を利用した小型質量流量計を開発した。数値流体解析により、連続流と拍動流に対して計測感度が最大となる計測位置を求め、プロトタイプを試作した。体循環系を模擬した模擬循環回路を用いて評価試験を実施した結果、試作した小型質量流量計は、市販の大型流量計と比べて、十分な計測精度と応答性能を有することを確認した。

6) 人工臓器の高精度流れ評価および耐久性評価システムの構築：

企業が開発中のピポット軸受を有する回転型人工心臓において、軸受の改良に伴うせん断応力場と抗血栓性の向上に対する機序を明確化した。また、溶血特性および抗血栓性の向上を目指した流れ場およびせん断応力場を明らかにするための流れの数値解析において、種々の解析格子形状および解析手法と、解析精度との関係を検討した。数値解析結果と可視化実験結果との速度誤差を確定するための実験では、従来開発してきた可視化計測システムに、高精度の市販画像解析ソフトウェアを組み込むことを試みた。溶血成績に関わる回転せん断負荷装置内の表面粗さと流れ場との関係を、流れの可視化計測結果により検証された数値解析により明らかにする実験では、壁近傍のせん断応力の増加は、内筒の形状から影響を受け、また、表面粗さの付加面積に比例することを確認した。一方、せん断応力の増加分に対する検討から、溶血成績に関わるせん断応力は、ある閾値以上のみの総和であることを推測した。

企業が開発する回転型人工心臓の拍動流中での耐久性を評価するシステム構築に関して、一方向弁の弾性弁から剛性弁への改良を施すことで、目標とする動物実験の拍動流量の条件設定を長期間継続することができた。また、拍動流中での耐久性評価を最長202日間に渡り実施し、計測データを収集することができた。また、作動流体の水分蒸発や漏れ、作動流体や装置に生じる汚れ、コンプライアンスタンクの水位上昇、ダイヤフラムの破れ、駆動部の摩耗、および溶液の着色の種々の問題点を明確化し、純水の補給、定期的な液交換・調整、および各種部品交換で対処する方法を確立した。

7) 人工臓器の血液適合性評価法：

体外循環用モノピポット型遠心血液ポンプの溶血特性を調べた結果、市販の遠心血液ポンプとほぼ同等の成績を有していることが明らかとなった。模擬血栓試験法の開発では、血栓形成位置が動物実験による結果と一致しただけではなく、試験血液の生化学特性の一部も、動物実験で使用する新鮮血液と一致し、動物実験事前評価としての信頼性が向上することがわかった。表面粗さと溶血の実験では、デキストランで増粘した

血液を使用したところ、増粘していない血液を使用した場合の実験結果と比較して、小さい表面粗さ域で溶血量が増加し、この粗さ域でせん断応力が増加することから、溶血とせん断応力は密接に関連していることが示唆された。溶血試験用模擬血液の合成、およびラットを使用した *in vivo* 材料抗血栓性評価法については、これまでの実験結果を精査し、今後の実験計画を検討した。

8) 脳血管疾患によって失われた身体機能回復技術の開発：

脳梗塞などの脳血管疾患によって失われた身体機能を回復させるための効率的なリハビリテーション手法を開発することを目的として、その脳内メカニズムを解明するのに必要な、電極技術、信号処理技術、実験動物モデルを開発している。低侵襲多点微小電極の開発では、電極間隔0.25 mm 以下のアレイ電極を作成して活動電位の計測や局所的な電気刺激に適する電極間隔について電気生理学実験により検討した。その結果、振幅の違いによって末梢神経線維活動電位波形を神経線維ごとに精度良く分類したり、単一の神経線維を電気刺激するためには、電極間隔をより狭くする必要のあることを明らかにした。また、計測した神経線維活動電位波形をテンプレートマッチングによって分離・抽出する信号処理プログラムを開発し、計測波形から神経線維活動電位を分離・抽出できることを実証した。脳血管疾患によって失われた身体機能を獲得するための効率的なリハビリテーション技術の開発では、片側大脳皮質損傷ラットを用いた逆転学習実験を実施し、学習過程の一種であるリハビリテーション過程が感覚学習と運動学習からなることを明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人工骨、生体材料、インプラント材、人工臓器、人工心臓、血栓防止、溶血防止、生体適合性、血液適合性

⑦【脳神経情報研究部門】

(Neuroscience Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究ユニット長：田口 隆久

副研究部門長：久保 泰、栗田 多喜夫

主幹研究員：梅山 伸二、今村 亨

所在地：つくば中央第2、第6、つくば北

人員：58名 (56名)

経費：582,319千円 (300,432千円)

概要：

脳の研究は、科学的に大きな価値を持つばかりでなく、社会的、経済的にも大きな成果が期待されている。

人間のあらゆる行動の基礎となっている脳の機能と機構を解明することで人間の根本的な理解が可能となり、それに基づいて新しい産業技術基盤が確立されると期待されている。フロンティア創造型の科学技術立国を目指すわが国においては、国として積極的に推進すべき重要課題である。先進各国でも脳研究を国として支援している。この分野は学問的に極めて若い分野であり、未成熟の技術的要素も多いが、今後は急速な研究の進展が予想される。

本部門では、脳の構造と機能を理解するとともに、それに基づいて、安心・安全で質の高い生活を実現するための技術基盤の確立を目指す本格研究を展開することにより、関連産業の振興に資することをミッションとする。すなわち、脳の物質的な構造と仕組みの理解からは、脳神経系のイメージング技術の開発や疾患診断・治療技術の開発等によりバイオ産業や医療福祉産業の振興に、また、脳における情報表現と情報処理の理解からは、人間と相性のいい脳型の情報処理技術の開発等により情報関連産業の振興に貢献する。

本部門の研究分野は、対象とする脳の特殊性・複雑性から他の科学分野に比べ未だ萌芽的段階にあるため、21世紀に残されたフロンティアサイエンス研究の重要な分野の一つとされており、その推進のためには、いわゆる第1種、第2種いずれの基礎研究においても、異分野の融合がキーポイントとなっている。そこで本部門では、ミッションの達成にあたり、既存の専門分野にとらわれず研究に取り組む若手の研究者の育成を図るとともに、グループ、ユニットの枠組みをこえた内外の先端的な研究者との積極的な交流を推進する。また、国際的な学術雑誌等における成果発信はもとより、インターネット等を利用した情報発信や民間企業との共同研究等を通じた社会への貢献を図る。

本部門は、脳の構造と機能を、DNA、タンパク等の分子のレベルから、認知行動やコミュニケーション等脳の高次機能に至るまで、それぞれのレベルでハード面からの生命科学的アプローチと、ソフト面からの情報科学的アプローチを組み合わせた研究を展開し、それに基づく技術基盤の確立を目指している。

-----  
外部資金：

文部科学省 科学研究費補助金（特別研究員奨励費）  
「知的好奇心の本質と処理機構の解明—認知神経科学的観点から—」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 A）「視床枕をめぐるアクティブビジョンの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「側頭葉におけるノイズ画像認知の神経機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「側頭葉にお

ける記憶形成の情報処理メカニズムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「リーマン幾何的最適化法の信号処理への応用」

文部科学省 科学研究費補助金（若手 B）「学習中の大脳—小脳システムの可塑性の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（A））「海馬バインディングの脳認知科学研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（B））「視覚的注意の発達と発達障害に関する神経計算論的モデルの構築」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（B））「電子顕微鏡画像を用いたタンパク質構造変化の自動解析技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「シナプス及びシナプス局在タンパクの動態解析」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「パターン認識のための探索的モデル選択法に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「色覚障害者の視覚特性に基づき自然画像の視認性を改善する色覚バリアフリー化技術」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「局所不変特徴量を用いた画像の対応付けに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「視運動性刺激の脳内情報処理メカニズムの解明」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「骨格筋細胞膜修復におけるディスフェルリンの生理的意義の解明」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「シナプス分子輸送の2光子吸収を用いた光標識による解析」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「歩行運動中枢を構成する脊髄抑制性ニューロンの同定と生理学的解析」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「分散・統合データ解析に対する情報幾何学的アプローチ」

文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究（C））「ロー

カルフィールドポテンシャルの時間周波数解析による脳内情報読み取り技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「電子線を用いた単粒子構造解析法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「イオンチャネル詳細構造解明に向けた単粒子解析技術の開発と複合体の構造解明」

文部科学省 科学研究費補助金（特定）「脳損傷後の機能回復：分子からシステムまでの統合的研究」

独立行政法人科学技術振興機構 CREST 「[1]FFRP 立体構造の決定、解析。 [2]古細菌 FFRP の分子識別機能の解析。」

独立行政法人科学技術振興機構 CREST 「上肢機能の代償にとまなう遺伝子発現の *in situ hybridization* による解析」

独立行政法人科学技術振興機構 重点地域研究開発プログラム（シーズ発掘試験）「エンド／エキソヌクレアーゼ活性を用いる DNA 修復法の開発と PCR 反応への応用」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的科学技術協力推進事業「ハイパフォーマンス計算環境における単粒子画像3次元解析ソフトウェアの開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「脳神経系膜たんぱく質分子の1分子動画計測」

独立行政法人科学技術振興機構「蛋白質電顕画像を用いた自動 *in silico* 擬似結晶構造解析法の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「脳内を縦横に結ぶ意思決定リンク」

独立行政法人科学技術振興機構「高次視覚機能獲得過程に関する行動実験と単一細胞活動記録」

文部科学省 原子力試験研究費「放射線被曝による生体障害の予防・治療のための細胞増殖因子とその利用技術に関する研究」

文部科学省「発癌性物質や酸化ストレスに応答する生体防御系センサーの構造」

文部科学省「アルツハイマー病治療薬創出に向けたγセ

クレターゼの構造解析」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エコイノベーション推進事業「脳内意思解読技術に関する技術シーズの確認」

国立大学法人東京大学 先端計測分析技術・機器開発事業「電子顕微鏡用の試料固定が可能な高解像光学顕微鏡システムの開発」

発 表：誌上発表152件、口頭発表192件、その他11件

#### 脳遺伝子研究グループ

(Molecular Neurobiology Group)

研究グループ長：亀山 仁彦

(つくば中央第6)

概 要：

脳神経系のネットワークの形成・可塑的变化の分子レベルでのメカニズムの解明を目的として、マウス、線虫などモデル動物の遺伝子操作や、培養細胞への遺伝子導入などの手法により、分子を動物個体内、生きた神経細胞内で可視化してその機能の解明を目指しています。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 脳機能調節因子研究グループ

(Molecular Neurophysiology Group)

研究グループ長：久保 泰

(つくば中央第6)

概 要：

脳神経系の機能は、恒常性維持といった生命体にとって基本になるものから、記憶、学習、認知などの高次神経機能まで多岐にわたります。これらの機能の基本は、受容体やイオンチャネルなどを介した神経細胞間相互の情報伝達であり、その活動の精密な調節・連携により発揮されているといえます。当研究グループでは、神経情報伝達にかかわるタンパク質の構造・機能およびその活動調節機構を分子生物学・生物工学的な手法により分子・細胞レベルで明らかにする研究を行っています。そのひとつとして、機能タンパク質に特異的に作用する生理活性ペプチドを種々の生物資源から網羅的に探索・同定し、その特性を解析しています。また生理活性ペプチドの構造や活性などに関して蓄積した知見から、さらに有用なペプチドをタンパク質工学的に創出する技術開発も行っています。さらに、神経や細胞の分化に関与する転写因子などの遺伝子やタンパク質群の探索とそれらの発現調節・制御機構に関する研究も行っています。

研究テーマ：テーマ題目 1

### シグナル分子研究グループ

(Signaling Molecules Research Group)

研究グループ長：今村 亨

(つくば中央第6)

#### 概要：

当研究グループでは、質の高い健康長寿の生活を実現するために、シグナル分子を中心としたユニークな取り組みで研究を行っています。そして得られた知識を活用して、様々な生命現象を評価・制御する技術を開発しています。

シグナル分子は、人間や動物の体内で作られ、体を構成する細胞の増殖や分化を制御している重要な分子群の総称です。例えばそのうちの一群である細胞増殖因子は、胎児の脳神経系や筋肉など各種臓器の形成、成体での血管新生や障害組織の再生、皮膚再生や毛髪成長など、様々な動的恒常性を制御していることが分かってきました。さらに、代謝の調節や学習記憶など脳の高次機能などにおける役割も明らかになってきました。これら細胞増殖因子を含む各種シグナル分子とその制御因子を応用することにより、神経変性、メタボリックシンドローム、ガン、皮膚潰瘍、放射線障害、脱毛、火傷、などの問題を治療・解決する医薬となるものが期待されています。そこで当研究グループでは、各種情報に基づいて、シグナル分子とその制御分子と推定される候補分子を選択し、これら分子が細胞・個体レベルで果たす生理活性とそのシグナル伝達メカニズムを解明することを基礎面での目標とし、得られた知見を活用して様々な生命現象や生理活性物質を評価・制御するテクノロジーを開発することを応用面での目標としています。

研究テーマ：テーマ題目 6

### DNA 情報科学研究グループ

(Information Biology Group)

研究グループ長：鈴木 理

(つくば中央第6)

#### 概要：

脳に見られる高度な細胞ネットワークも、その起源は単細胞生物にも備わる環境適応能力にあると考えられます。環境適応は、転写ネットワークを介した細胞の自己改変により達成されます。

当研究グループは、ゲノム DNA 配列の情報科学的な解析と生体高分子（タンパク質、DNA）相互作用の分子構造学的解析を出発点として、ミクロソーム（生体高分子）からマクロソーム（細胞ネットワーク）が形成される原理とその起源の理解を目標として研究しています。

研究テーマ：テーマ題目 1

### 構造生理研究グループ

(Structure Physiology Group)

研究グループ長：佐藤 主税

(つくば中央第6)

#### 概要：

神経細胞の構造と機能の制御機構を、主に電子顕微鏡技術を利用して、分子・細胞・神経回路網レベルで研究しています。光学顕微鏡で細胞を観察する際、分解能は200 nm までが限界ですが、電子顕微鏡は2Åにも達する高い分解能を誇ります。しかし従来の方法ではタンパク質は、微かに薄い像としてしか写りません。しかし、薄い像でも膨大な数の電顕像を組み合わせれば、高分解能の3次元構造を計算できます。我々は、この単粒子解析技術を、情報学を駆使して開発し、神経興奮の発生や、Ca<sup>2+</sup> シグナル、痛みの伝達、アルツハイマー症などに関係する様々な膜タンパク質の構造決定に成功しました。さらに、もう少し大きな細胞内の微細構造を観察するために、半導体製造で用いるSiN 薄膜越しに液体中の細胞を直接 SEM で見る全く新しい電子顕微鏡を、(株)日本電子と共同開発しました。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 認知行動科学研究グループ

(Cognitive and Behavioral Sciences Group)

研究グループ長：杉田 陽一

(つくば中央第2)

#### 概要：

行動科学・神経生理学・計算論的脳科学など多様な方法を用いて、表情など複雑な視覚刺激の認識、音声認識、異種感覚間相互作用、選択的注意、記憶と学習などの高次脳機能の学際研究を行っています。

研究テーマ：テーマ題目 4

### システム脳科学研究グループ

(Systems Neuroscience Group)

研究グループ長：高島 一郎

(つくば中央第2)

#### 概要：

高次脳機能の神経科学的研究を行い、脳をシステムとして理解することを目的にしています。運動指令脳内メカニズムの解明と構築、学習発達における神経伸長因子の役割、視覚情報の処理機構、感覚情報の統合、脳における時間・空間表現などの脳内メカニズム解明を目指します。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 4

### ニューロテクノロジー研究グループ

(Neurotechnology Research Group)

研究グループ長：長谷川 良平

(つくば中央第2)

## 概要：

本グループでは、医療、福祉、教育、IT 産業など、様々な分野において社会貢献を行うことを目標として、脳機能の基礎的理解から応用まで幅広い研究開発を行います。特に、脳と機械を直結するブレイン-マシンインターフェース (BMI: Brain-Machine Interface) の開発が、中心的テーマの一つです。

研究テーマ：テーマ題目 4

## 脳機能計測研究グループ

(Brain Function Measurement Research Group)

研究グループ長：梅山 伸二

(つくば中央第2)

## 概要：

生体の脳が、外界からの刺激を受け、どの場所でのように反応しているかを見ることは、脳機能の解明や病気の診断、また脳機能回復訓練の効果などを判定する上で非常に重要であり、このため fMRI, fNIRS, EEG などの様々な計測手法が開発されてきました。本グループでは、特に近赤外脳機能計測技術 (fNIRS) について、その計測原理の解明やノイズやアーティファクトに強い計測手法の開発を行い、より信頼度の高い脳機能計測技術の実現を目指します。

研究テーマ：テーマ題目 3

## 情報数理研究グループ

(Mathematical Neuroinformatics Group)

研究グループ長：赤穂 昭太郎

(つくば中央第2)

## 概要：

脳の神経回路は従来の情報処理技術では不可能な柔軟で複雑な情報処理を行っています。

当研究グループでは、脳の情報表現や学習・適応のアルゴリズムがどうなっているか、なぜ神経回路のような構造が情報処理をする上で有用なのか、といった問題を通じて、脳の計算原理を数理的に理解することを目指します。

研究テーマ：テーマ題目 5

## 視覚情報処理研究グループ

(Visual Information Processing Research Group)

研究グループ長：市村 直幸

(つくば中央第2)

## 概要：

密な時空間情報を計測可能な視覚は、機械や生体における外界認識のために重要な役割を果たします。当研究グループでは、高度な状況判断が可能な情報処理機械の実現を目標とし、視覚センサや画像特徴抽出、投影モデル、物体認識等の研究を推進しています。

研究テーマ：テーマ題目 5

## ブラディオン医用機器開発連携研究体

(Bradeion Project Collaborative Research Team)

研究体長：田中 真奈実

(つくば中央第6)

## 概要：

当連携研究体は、平成9年、大学における学術研究から成果の一般還元、約束された展望を現実化する研究開発のために文科省より移籍した田中が、目的遂行型プロジェクトを完遂するために設立された。その内容は、具体的には癌マーカーを用いた早期診断法の樹立と新薬開発である。学術研究とは性質を異にするため、構成員は研究者のタマゴではなく、即戦力の専門技術者の集合体である。それぞれ得意分野を異にする専門家が結集し、実質的癌対策に挑む。

研究テーマ：テーマ題目 6

## [テーマ題目 1] 脳神経細胞機能分子を対象とするバイオマーカーに関する研究

[研究代表者] 久保 泰

(脳機能調節因子研究グループ、DNA 情報研究グループ)

[研究担当者] 鈴木 理 他 (常勤職員7名)

## [研究内容]

- ・生理活性ペプチドの分子骨格を利用した新たな試験管内分子進化技術の開発に成功した。これにより、膜タンパク質を対象としてそれを特異的に認識するペプチドを作り出すことが可能になり、任意の診断・治療創薬ターゲットや受容体、イオンチャンネルに特異的なペプチド性リガンドを作ることができるようになった。
- ・転写因子 (FFRP、FL11) と標的 DNA の複合体、さらに、FL11の異なる会合体二種を結晶化、立体構造を決定し、FL11の転写調節機構を解明した。FFRP が結合する DNA 配列を同定する生化学的方法 (セレックス) を確立し、これを適用して3種の FFRP の結合 DNA 配列を決定した。FL11-DNA 複合体の決定と、その構造に照らした結合 DNA 配列の解析により、4種の FFRP が同様の機構で DNA 配列を認識することを結論した。
- ・中枢及び末梢神経系において重要な働きをするセロトニン受容体3のリガンドと特異的に結合するタンパク質を遺伝子工学的手法により調製した。これをセンサーとして、天然物からセロトニン受容体3のアンタゴニストを分離することができた。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 生理活性ペプチド、神経細胞分化、cDNA ライブラリー、単粒子解析

## [テーマ題目 2] 可視化による神経ネットワーク構築・動作機構の研究

[研究代表者] 亀山 仁彦



(構造生理研究グループ、脳遺伝子研究グループ)

[研究担当者] 佐藤 主税 他 (常勤職員12名)

[研究内容]

- タンパク質の結晶化が要求されない電子顕微鏡を利用した単粒子解析法を Neural Network や Simulated Annealing により改良することで70%以上の自動化と高分解能を実現した。本技術により脳・神経において重要な TRPC3 channel と P2X2 channel などの様々なイオンチャンネルの詳細構造をクライオ電子顕微鏡を用いて決定した。また酸化ストレスの感知に重要な TRPM2 channel の構造を負染色法でおおまかに決定した。
- ヒトにおいて遺伝性神経疾患をもたらす原因遺伝子の相同遺伝子が、モデル生物においても神経ネットワーク形成異常を来すことを見出した。マウスに蛍光タンパク質を融合させた2種類のシナプスマーカー遺伝子を発現させて脳スライスでの観察を行った。光刺激による培養細胞の系を構築するためシナプス部位への局在配列をもった光刺激により開口するチャンネル分子プラスミドを作成した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 神経ネットワーク、光学イメージング、単粒子解析法

[テーマ題目3] 脳機能の修復支援技術に関する研究

[研究代表者] 梅山 伸二

(システム脳科学研究グループ、脳機能計測研究グループ)

[研究担当者] 肥後 範行、山田 亨

(常勤職員3名)

[研究内容]

- 大脳皮質運動野損傷後に積極的なリハビリ訓練を行った個体では、行わなかった個体に比べて手指の巧緻動作の回復が促進することを明らかにした。一方、訓練の有無にかかわらず粗大運動は回復し、脳損傷後の機能回復にはリハビリ訓練を必要とする過程、必要としない過程の両方があると考えられる。さらに運動機能の回復にともない、神経可塑性に関わる分子群の発現が運動関連領域において上昇することを明らかにした。
- 受光プローブの近傍への参照プローブ導入により、体動及び課題遂行に伴う全身性の血流変化によるアーティファクトの除去が可能であることを明らかにした。また、体動に伴うプローブコンタクトの不安定性を改善するため、L字型プローブとそのホルダを試作、その効果を確認したが、光減衰度が大きすぎることが明らかになった。これらの成果を踏まえ、高度化計測システムの実現に向けて計測装置の設計およびプローブの改良設計を行い、改良型プローブと赤外光射出部分の試作を行った。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 神経冠幹細胞、リハビリテーション、NIRS

[テーマ題目4] BMI 技術による脳機能補償に関する研究

[研究代表者] 長谷川 良平

(システム脳科学研究グループ、認知行動科学研究グループ、ニューロテクノロジー研究グループ)

[研究担当者] 杉田 陽一、高島 一郎 他

(常勤職員14名)

[研究内容]

- 動物対象の侵襲的 BMI の開発においては、電気刺激による行動誘発実験と通電による脳組織の熱破壊を同一個体で連続して実施する実験系を確立した。また、多次元脳情報の処理過程を視覚化した「脳情報地図」を作成し、単一試行活動からの脳内意思予測を行うアルゴリズムを開発した。ヒト対象の非侵襲的 BMI の開発においては、多チャンネル律動性脳波のリアルタイム解析システムの構築および、生体信号によって制御する対象となる福祉機器モデルの開発を行った。
- 感覚運動変換の研究では、頭頂・後頭連合野の一部であるサル大脳皮質 MST 野の神経活動の不活化により、対側の腕を用いたときの腕修正運動のみが減少し、眼球運動では、同側に向かう刺激に追従する眼球運動のみが減少することを明らかにした。連合学習の研究では、視対象と報酬の連合の形成後、視対象、視対象の記憶、および報酬シグナルを、一部の重複はあるが異なる側頭皮質の細胞群で、コードすることを明らかにした。また、脳画像データベースの機能を拡張するとともに、共同研究を通じて他の生物種のデータを入手した。
- fMRI による測定から、皮質視覚応答領域の広範な領域で、物体色に応答していると考えられる活動が記録された。単一細胞活動を記録したところ、第1次視覚野で既に物体色推定が行われていることが示唆された。これは、従来の色覚説とは大きく異なる。また下側頭溝の顔応答領域を fMRI で同定した上で、単一細胞活動記録を行い、個々の細胞の応答特性に関して解析を進めた。さらに、fMRI でヒト脳活動を記録し、側頭葉頂部が抽象的な概念の記憶の想起に深く関わっていることを明らかにした。

[分野名] ライフサイエンス・情報通信

[キーワード] 脳科学、感覚認知、脳機能解析、BMI

[テーマ題目5] 人間の情報処理のモデル化技術に関する研究

[研究代表者] 赤穂 昭太郎

(情報数理研究グループ、視覚情報処理

研究グループ)

【研究担当者】市村 直幸 他  
(常勤職員12名)

【研究内容】

- 数多くのセンサの分散統合処理において、情報幾何的ベイズ推定のアルゴリズムが、スパイクデータの統計解析など脳データの解析に応用できることが分かり、予備的な実験による有効性を確かめた。順序を用いた協調フィルタリングによる推薦システムを拡張した。新たな学習の枠組みとして、少数の管理されたデータと大量の管理されないデータが与えられたときの、「飼い慣らし学習」と名付けた汎化性の高い学習アルゴリズムを提案した。
- 特徴選択に基づく識別器の構成について、アンサンブル学習における識別器の汎化性向上のための手法として、クロスバリデーション誤差による識別器選択方法、および、RANSAC 法に基づく訓練データ選択方法を提案した。局所不変特徴量については、認識対象の抽出方法を改良し、これを超並列処理と組み合わせることで計算速度を大幅に向上させた。また、球面エポワ幾何学の推定において、評価関数の有効性について定量的に検討した。さらに、固定監視カメラでの移動物体検出を目的とした背景差分アルゴリズムを提案した。

【分野名】ライフサイエンス・情報通信

【キーワード】学習アルゴリズム、画像認識

【テーマ題目6】シグナル分子に関する研究

【研究代表者】今村 亨  
(シグナル分子研究グループ)

【研究担当者】岡 修一、鈴木 理 他  
(常勤職員7名)

【研究内容】

- 外因性の細胞増殖因子 FGF18が、毛包休止期と毛包成長期の異なるステージで毛包に与える効果を解析するための動物レベル、細胞レベルの実験系を確立した。これらにより、FGF18が毛包成長に重要な遺伝子の発現レベルに与える影響は、両ステージ間で異なることを示した。また神経細胞と表皮細胞の両者に共通する細胞分化マーカーについての解析を開始した。
- FGF21の活性発現に必須な FGF21補助受容体による制御機構とそこに関わる因子についての解析を進め、補助受容体の共存下で発揮される FGF21の FGF 受容体活性化作用は受容体サブタイプ特異性があること、FGF21/FGF 受容体/補助受容体が複合体を形成しても FGF 受容体の活性化が起こらない場合があること、などの新知見を得た。また各組織における関連分子の発現に関する情報を得た。
- 種々の細胞増殖因子、主に分子改変により天然型分子より優れた特性を示す細胞増殖因子について、これま

で構築した種々の障害評価系を用いて放射線障害に対する予防治療効果を評価し、これを通じて放射線障害を軽減するための最適プロトコルを開発する研究を実施した。

- 診断用 DNA チップの標準化に関して、臨床機器メーカーなどと共同で臨床検体の質保証を行うための要件のリストを作成した。
- 試験管内免疫法での抗原刺激時間を48時間に設定し、その後遠心操作により不要細胞を除去し、活性化免疫細胞を収集・増殖させることにより、抗原特異的抗体産生細胞を誘導した。タンパク質抗原 (KLH) を用いた試験管内抗体作製法により生産された抗体が、KLH に対して高い特異性・親和性を持つことを ELISA 法により確認した。試験管内において抗体産生細胞が効率的に誘導されたときには、B 細胞特異的遺伝子 Prdm1の発現量が上昇することを見いだした。
- DNA チップ法を用いた環境安全評価システムの改良を進め、技術移転を効果的に行うことにより企業の製品化を支援する研究を実施した。また、天然物由来の生活習慣病治療効果に関して、有効成分を精製・単離し、細胞内シグナル伝達に関する解析により細胞増殖など細胞レベルの機能を解明する研究を実施した。

⑧【ナノテクノロジー研究部門】

(Nanotechnology Research Institute)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：南 信次

副研究部門長：阿部 修治、水谷 亘

所在地：つくば中央第2、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば東、関西センター、九州センター

人員：84名 (82名)

経費：1,876,564千円 (755,599千円)

概要：

ナノテクノロジー研究部門における研究は、物質・材料のナノ構造制御とそれに基づく新たな物性・機能の実現を基本立脚点とし、それら各要素間の体系的な理解に基づいて工学的応用を実現することを目標としている。産業・社会において期待されているナノテクノロジーの広範な応用分野に鑑み、当研究部門においては、特定の技術分野に限定することなく、構成メンバーのバックグラウンド・専門性・強み・研究施設・装備等を重要な拠り所とし、広範な産業応用を目指して強力な研究推進を図っている。

ナノ構造の構築と制御は、ナノテクノロジーの根幹をなす研究要素である。概括的に述べれば、「出発素材」を、特異な「場」にさらすことによって、新たなナノ構造が形成される。ここでいう「出発素材」とは、

原子、分子、イオン、高分子等であり、「場」とは、温度、圧力、真空、表面・界面、電磁場、電磁波、プラズマ、剪断応力、雰囲気・媒体、流れ、分子間力、反応場、電荷移動等々、様々なものが想定される。研究者のアイデア、直感、経験、装備に基づき、「出発素材」を選定し、それを制御された「場」にさらすことによって、様々な新規現象とそれに基づく新たなナノ構造が構築される。

工学的に应用可能な物性・機能は、物質・材料のナノ構造に由来して発現する。ナノ構造と物性・機能との相関関係を解明することはナノテクノロジーにおける、もう一つの重要な研究要素である。更に、その結果を、「出発素材」の選択や「場の制御」にフィードバックすることによって、機能や特性の更なる向上を達成することができる。このような研究サイクル（以下ナノサイクルと呼ぶ）を、幾多の困難を克服しつつ、ねばり強く継続することが、ナノテクノロジーの工学的応用を実現するために必須のプロセスである。

上記のナノサイクルを遂行するに当たっては、常に、目指す産業応用分野を強く意識し、合目的に研究を進めることが重要である（応用への coherence = A coherence）。また、一方では、上記の研究サイクルの実行を通じて、基礎科学をも包含した物質・材料の体系を構築することに貢献することが求められる（基礎への coherence = B coherence）。このように、A、B 二つの coherence を強く意識しつつ研究展開を図ることが、産総研におけるナノテク研究の理想像であり、また、ナノテク分野において「本格研究」を具現するための道である。

上記のナノサイクルを推進するに当たって必須となるのが、有機・無機合成技術、プロセス技術、計測技術、理論・シミュレーション等の基盤技術である。当研究部門は、これらの基盤技術においても豊富な人材を抱えており、それぞれの研究目的に即して、有効な部門内連携を実現できる態勢となっている。これは、広範な分野の研究者を擁する当研究部門の大きな強みである。

研究成果の PR は、企業との連携に基づくイノベーションを実現するために必須の活動である。そのため、本年度においても、多くのプレスリリースを行うとともに、ナノテク2009等の展示会に積極的な出展を行った。また、10月に行われた産総研オープンラボ（研究室の公開）においても、11件の出展を行った。

更に、本年度は、ナノテク部門独自の新たな取り組みとして、化学技術戦略推進機構（JCII）の共催を得て、対象を民間企業に絞った「産総研ナノテク部門連携促進フォーラム」を実施し、19件の成果発表（口頭、ポスター）を行った（10月9日）。事前参加登録者が当初の予想よりも大幅に上回ったため会場を変更したが、それでも最後には断らざるを得ないほどであっ

た。約120名の参加者のうち約100名が企業関係者であり、ナノテクノロジー研究部門の研究活動と研究成果を民間企業へ普及する上で大きな効果があったと考えている。アンケート結果（回収数70）も好意的であり、技術移転に（大いに）期待が持てるが57%、本催しが（大いに）意義有りが94%という支持率を得た。また、ポスター発表においては、（非公式ではあるが）企業からの共同研究の申し入れがあったほか、企業サイドから様々なアドバイスを得ることもできた。

ナノテク部門では、企業との連携活動を円滑かつ積極的に展開するために、部門内部の組織として「NRI イノベーション・オフィス」という連携活動の拠点を設けている。主な活動は 1. 特許相談による特許強化、2. 共同研究などの産学官連携支援、3. ライセンスなどによる技術移転の支援であり、研究者のニーズに基づく企業との連携活動をサポートしている。特に、特許相談による特許強化においては、企業の知財部門経験者の協力により、他の研究ユニットにおいては行われていない、出願前相談を行い、発明の肝となる技術の明確化、商品化を見据えた請求項の構築を行い、将来ライセンス可能な特許出願に努めている。また、企業との共同研究打ち合わせ等に同席し、真の企業ニーズと産総研の支援プログラムとのマッチングを図ることにより、円滑な連携活動を支援している。以上のように、知的財産の生産から、企業との連携、企業への技術移転、ライセンスという出口までを一貫して支援することにより、効率的な企業との連携活動を行っている。

#### 内部資金

国際共同研究推進資金 「形状基板による半導体自然放出光の新しい制御技術の研究」

#### 外部資金

総務省「超高感度広波長域量子細線フォトディテクタレイの開発の研究」

経済産業省「超稠密金属ナノギャップ不揮発性メモリの研究開発」

総務省「超高感度広波長域量子細線フォトディテクタレイの開発」の研究

#### 文部科学省（科学研究費補助金）

「ナノプロセッシング・パートナーシップ・プログラム」（NPPP）

「弾性高分子表面の自己組織化微小しわパターンの外場への応答」（若手 B）

「表面修飾ホウ素ナノ粒子の開発とその中性子捕捉療法への応用に関する研究」（原子力試験研究費）

「金属と小分子との反応に関する研究：金属単原子からクラスターへ」（基盤研究（B））  
 「乱雑磁場中の磁壁運動の理論、数値的研究」（若手 B）  
 「次世代共役ポリマーの革新機能の理論・シミュレーション」（特定）  
 「微小活性種場と液相の界面を利用した難生成ナノ粒子の創製」（基盤研究（B））  
 「結晶性高分子ブレンドのナノ構造制御に関する研究」（基盤研究（C））  
 「ワイドレンジ2色可変 SFG 分光装置の開発と極限界面計測技術への展開」（基盤研究（C））  
 「低熱伝導率系熱電材料を用いた環境調和型高出力発電モジュールの開発」（特別研究員奨励費）  
 「マイクロ流体中での高次構造変化と触媒なき反応速度調整効果」（若手（A））  
 「創発化学の自己組織化的デザイン」（新学術領域研究（研究領域提案型））  
 「シリコンベース素子を用いたスピン注入効率の最適化」（特定）  
 「カイラリティの揃った単層カーボンナノチューブ単電荷結合デバイスの開発」（特別研究員奨励費）  
 「脂肪由来細胞を用いた骨・軟骨3次元組織の構築に関する研究」（萌芽研究）  
 「メソフェーズ系電子材料における分子の動的階層秩序制御と電荷輸送機能に関する研究」（特定）  
 「強磁性体ジョセフソン接合を用いた量子コンピュータの理論」（若手（B））  
 「摩擦電磁気現象の根源的解明とトライボプラズマ応用技術の開発に関する研究」（基盤研究（A））  
 「ナノ薄膜層状伝導システムの創生とコヒーレント伝導制御」（基盤研究（A））  
 「糖鎖修飾シロリムスリポソームを用いた血管形成術後再狭窄予防の研究」（基盤研究（C））  
 「カーボンナノチューブ冷陰極イオン検出器の開発と極限計測応用」（特別研究員奨励費）  
 「マイクロチャンネルを用いた高温高圧水溶液の全自動 pH 測定システムの開発」（若手（A））  
 「ブルー相などの3次元秩序を有する液晶系の秩序構造とダイナミクスに関する数値計算」（特定）  
 「ナノチューブ内に束縛された原子・分子の構造制御と物性研究」（基盤研究（A））

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（受託研究）

「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／再生・細胞医療の世界標準品質を確立する治療法および培養システムの研究開発」  
 「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／次世代技術開発／アンモニアボラン利用燃料電池の開発」

「新エネルギー技術研究開発／新エネルギーベンチャー技術革新事業（風力発電その他未利用エネルギー）／廃熱を有効利用する熱発電技術の開発」  
 「固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／次世代技術開発／局所的触媒反応機構解明と長期的触媒特性改善のための研究開発」  
 「革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト／革新的断熱技術開発／発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材および連続製造プロセスの開発」  
 「ナノテク・先端部材実用化研究開発／「自己組織化ナノパターンニング法によるナノ狭窄磁壁型 HDD 磁気ヘッド素子の開発」」  
 「ナノテク・先端部材実用化研究開発／深紫外線発光ダイオードの研究開発」  
 「ナノテク・先端部材実用化研究開発／遷移金属酸化物を用いた超大容量不揮発性メモリとその極微細加工プロセスに関する研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（助成金）

「自己組織化マイクロリンクルを利用した微小体積液体のマニピュレーション」  
 「水銀フリー殺菌源のためのダイオード型低エネルギー電子源の開発」  
 「カーボンナノチューブの金属・半導体型大規模分離技術の開発」  
 「マイクロ流体の特殊な流れとその操作性を利用した自発的会合体の精密調製と製剤技術への展開」  
 「大電力密度電子デバイスの実現に向けた n 型ダイヤモンド半導体の低抵抗化ならびにオーミック接合技術の開発」  
 「簡便に合成可能な新規電解質ゲル化剤およびそれを用いた高性能ハイブリッドゲルの開発」  
 「熱交換機能付き熱電モジュールの製造に関する研究」  
 「カルコパイライト型半導体による Cd フリー蛍光標識の開発」  
 「金属錯体ナノ粒子インクと多様な印刷・製膜技術による新機能エレクトロクロミック素子の創製」  
 「シグナル物質担持アパタイトによる多重感染防止システムを備えた経皮デバイスの開発」  
 「塗布型デバイス構築用単一電子構造カーボンナノチューブ凝集体の開発」

日本学術振興会（科学研究費補助金・特別研究員奨励費）

「高性能ナノコンポジット希土類永久磁石薄膜の開発」  
 「細胞接着因子及び遺伝子担持アパタイト層による、骨形成を促進する骨補填剤の開発」

「階層的マイクロ／ナノ構造アレーをもつ生体膜倣表面の作製と物性」

「インターコネクトナノ材料の合成とその応用」

「新規1次元複合ナノ構造体の調整と熱電応用」

「新規水素貯蔵材料の研究」

「希ガスマトリックス中での金属と小分子との反応の研究：金属短原子からクラスターへ」

「新しい多孔質金属錯体による高性能水素貯蔵材料の研究」

日本学術振興会

「液晶性半導体分子設計のためのディスコチック液晶の基礎研究」

独立行政法人科学技術振興機構（CREST）

「1. 金属／遷移金属酸化物界面の電子状態制御 2. 界面における強相関相転移を利用したスイッチ機能の開発」

「半導体ナノ構造を用いた量子状態転写・検出・操作の理論解析」

「第二世代カーボンナノチューブ創製とデバイス開発」

「ナノ界面・電気状態制御による高速動作有機トランジスタ（界面制御と短チャネル素子）」

独立行政法人科学技術振興機構（独創的シーズ展開事業「大学発ベンチャー創出推進」）

「JST 大学発ベンチャー創出推進（軟骨再生医療のためのGMP対応自動回転培養システムの構築）」

「高感度赤外光 FET および赤外 DFB レーザーによるハイブリッド分光・撮像モジュール」

独立行政法人科学技術振興機構（産学共同シーズイノベーション）

「自動車動力系利用のための高温動作光素子開発」

独立行政法人科学技術振興機構（重点地域研究開発プログラム（シーズ発掘試験）

「高効率紫外赤外線遮蔽用ポリマーナノコンポジット膜の開発」

独立行政法人科学技術振興機構（戦略的創造研究推進事業）

「構造の解析と設計及び触媒探索」

「自然ナノ構造材料の開発とモジュール製造技術の構築」

「マイクロ空間場によるナノ材料の超精密合成」

独立行政法人科学技術振興機構（さきがけ）

「金属ナノギャップによる抵抗スイッチ効果の発生メ

カニズム解明」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 動物衛生研究所

「放出選択的ドラッグデリバリーのための無機カプセル材料の研究開発」

国立大学法人東京工業大学（平成20年度研究拠点形成費等補助金委託事業）

「グローバル COE プログラム「材料イノベーションのための教育研究拠点」

発表：誌上発表295件、口頭発表777件、その他85件

ナノ構造物性理論グループ

（Nanomaterials Theory Group）

研究グループ長：阿部 修治

（つくば中央第2）

概要：

ナノスケールの現象を人為的に制御するため、ナノ構造物質の量子機能や光機能を物性理論的手法や計算科学的手法を用いて解析した。量子機能については、高温超伝導体を用いた量子コンピュータの概念設計を行い、量子ダイナミクス解析の手法により、ナノ構造を有する高温超伝導体では通常の金属超伝導体よりも高い温度領域でコヒーレンスが出現し、量子コンピュータの実現に有利であることを示した。また、半導体ナノ構造中の電子スピンの量子力学的状態を磁気カー効果を用いて光学的に検出できることを理論的に示し、電子スピンと光子の間の量子状態転写の原理検証を行った。光機能に関しては、分子性固体の新機能を予測するため、分子の周辺環境の効果を取り入れる新しい計算手法の開発に着手し、有望な試行結果を得た。

研究テーマ：テーマ題目4

ナノシミュレーショングループ

（Nanosimulation Group）

研究グループ長：米谷 慎

（つくば中央第2）

概要：

理論・シミュレーションを先導的に用いた、先進的・実用的なナノ材料・デバイス・プロセスの実現を目指した研究を、実験と連携しながら進めている。

題目2「自己組織化の学理とボトムアップ型ナノ材料・プロセスの開拓」に関連して、リュブリャナ大学（スロベニア）Zumer 教授との共同研究を、相手先招聘による滞在研究として行なった。具体的には、液晶を分散媒とした液晶コロイド系におけるメソスコピックな秩序構造の性質に関して、セルによる閉じ込めが粒子間相互作用に与える影響を調べた実験に基づき、

その解析的な考察を行ない、結果を論文として報告した。また、キラリティを持った液晶系の秩序構造についても数値計算に基づいた研究を行ない、セルによる閉じ込めが秩序構造に与える影響について、予備的な成果を得つつある。

また液晶の自己組織化を応用した新規有機結晶薄膜形成プロセスに関する研究を、部門内の実験家と協力して行った。この研究では、有機薄膜トランジスタ材料としてよく知られたペンタセンを溶液プロセスで薄膜化するための溶媒として液晶材料を用い、液晶の自己組織性を利用したペンタセン薄膜内におけるペンタセン分子配向の制御を目指している。簡単な理論による相溶性予測と、予備的な分子シミュレーションにより溶媒液晶材料を選択し、そのペンタセン溶液のリオトロピック液晶性と、塗布・蒸発によるペンタセン結晶薄膜形成を確認し、これらについて実験家と共同で学会発表を行った。

また、題目4「ナノテクノロジー基礎理論の開拓とナノ機能シミュレーションへの展開」に関連した研究として、高分子/基板界面における相互作用モデルを構築し、基板界面近傍におけるガラス転移温度測定をシミュレーションにより行なう手法を開発した。基板界面に近づくにつれて、局所領域のガラス転移温度が上昇するという実験結果が九州大学・長村研究室で得られているが、粗視化モデルの単位から実験の単位に変換する手法を構築し、実験と比較を行なったところ、実験結果と対応する結果が得られた。また、基板への粘着・剥離プロセスの解析を目的として、粘弾性体粒子の粘着・剥離のシミュレーション、及び実験を東京大学・土井研究室と共同で行った。シミュレーションでは、粗視化モデルを構築し、押し込み引き剥がし速度・架橋密度を変えた際の粘着・剥離挙動について、応力、接触面積、接触角をパラメータとした解析を可能とした。

この他にも、研究題目：ブルー相などの3次元秩序を有する液晶系の秩序構造とダイナミクスに関する数値計算（研究番号 F284）に関連して、(1) 連続体理論に基づくコレステリックブルー相の数値計算、(2) 3次元秩序構造を有するスメクチック Q 相の分子シミュレーションおよび、(3) 表面の凹凸を起源とする液晶のアンカリングに関する研究を行った。これらに関しては別項を参照されたい。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4

### ナノ機能合成グループ

(Nano-Function Materials Group)

研究グループ長：清水 洋

(関西センター)

概要：

関西地域のナノテクノロジー研究開発の尚一層の促

進と新産業創出に貢献すべく、また国際的な視野の中で新たな情報発信拠点として材料創製及び機能システム創製のための独自の研究を行う。金属酸化物による新規かつ実用性に優れた熱電材料とモジュール化技術の研究開発、ナノ細孔を持つシリカ粒子のコントロールリリースを目指した高機能化並びに多機能化の研究開発及び液晶性材料の新規なエレクトロニクス応用を目指した分子の動的秩序制御に関する研究開発による新産業の創出及びその支援という昨年度の研究目的に加えて、本年度は更に、金ナノ粒子やナノカーボンから金属酸化物に至る種々の材料系における機能性ナノ集合構造の構築と応用技術の開発、革新的水処理技術の開発を目的とした研究活動を実施している。熱電発電の研究開発では、新規な n 型高性能材料を原子配列層のナノ空間制御により開発している。ナノ細孔シリカ粒子では高機能化のために細孔中や出口付近の機能付与のため細孔内部壁の化学修飾技術の開発に取り組んでいる。また、液晶性材料の新機能開拓を目指して、電子的・イオンの電荷輸送現象の解明及びその分子配向制御法等のデバイス化技術の開発を実施している。金ナノ粒子ではセンサー実用化技術の開発、革新的水処理技術の開発では難分解性排水処理用微生物の DNA レベルの分解機構の解明、新型ナノチューブの機能発掘並びに金属酸化物の各種ナノ構造に応じた触媒等の応用技術の開発を行なっている。

研究テーマ：テーマ題目6、テーマ題目2

### 近接場ナノ工学グループ

(Near-Field Nano-Engineering Group)

研究グループ長：時崎 高志

(つくば中央第2)

概要：

ナノメートルサイズのデバイスでは、デバイスの極近傍にのみ存在する近接場が機能の本質を決定する。本グループでは、分子、光、電子などの作る近接場を制御して、新しい高機能デバイスの開発に結びつけることを目的としている。

高性能光電子デバイス応用に向けては、V字型溝基板上に作製された発光ダイオードの高効率発光の起源に迫るため、角度分解フォトルミネセンスによる発光強度の空間分布測定および有限時間差分領域法による理論シミュレーションを行い、光取り出し効率増大現象がエバネッセント光の干渉によることを明らかにした。

ナノカーボンや有機分子材料を用いた次世代電子デバイスでは、精密な電極形成と高効率の電流注入の確立が必須である。本年はナノカーボン的一种であるグラフェンを用いたデバイスの基礎研究として、SiO<sub>2</sub>上に形成されたグラフェンフィルムの原子薄膜の枚数を簡易かつ精密に確定する方法を見出した。この方法

を基に、グラフェンデバイスの電流注入機構の解明を進めた。

近接場計測法の開発においては、上記デバイスの評価を目的に、極低温・強磁場で動作可能な走査型近接場光学顕微鏡 (SNOM) の改良を進めた。走査領域を超える範囲を観測するため、試料台に粗動装置、及び精度100 nm の位置検出装置を取り付け、その精度を確認した。一方、局所的な光入射と射出光の位置相関評価が可能なデュアルプローブ SNOM では、両探針における射出・集光量の比を取ることで、一定の条件下では近接した二点でほぼ独立に SNOM 計測を行えることを、シミュレーションおよび実験から示した。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目5

### ナノ科学計測グループ

(Research Group for Nanoscientific Measurements)

研究グループ長：村上 純一

(つくば中央第5)

#### 概要：

本グループでは、ナノ粒子・高分子、表面・界面等を研究対象とし、これらの物質のナノ領域での構造・物性・機能の解明、そのための種々の分光法の高度化、新規分光法の開発を目的として研究を行っている。今年度、ナノ粒子関係ではまず、担持タングステンナノクラスターによって活性化された窒素分子がクラスターに共吸着した水分子の水素と反応し、室温でヒドラジン、アンモニアに変換されることを明らかにした。金と硫黄の相互作用に関する研究については、サイズ選別した金クラスター陽イオンとメタンチオールとの反応をイオントラップ法により観測し、吸着確率のクラスターサイズ依存性を明らかにした。金ナノ粒子の構造ダイナミクスに関する研究では、液固転移を経て生成した金ナノ粒子の中で、正20面体構造 (Ih) を示す3-12 nm 程度の粒子の TEM 像詳細に解析し、蒸気から生成した場合の粒子の同構造に比べ、構造の不完全性が非常に大きいことを明らかにした。さらに、金属コロイドを高分子表面に固定化した材料が無電解メッキの優れた触媒として機能することを見出した。高分子関係では、TEM のクリーニング装置の開発を行い、エネルギーフィルターTEM 法と組み合わせ、高分子鎖を分子レベルで解析することに成功した。また、SEM による接着剥離面の高分解能観察により、界面での分子鎖絡み合いに関する情報を得ることが可能となり、ナノフラクトグラフィーとして新しい高分子界面の解析手法となることを明らかにした。更に、ポリプロピレンの結晶化過程で生じる高分子鎖の折り畳み構造が固体高次構造の構造形成過程に及ぼす影響を固体高分解能 NMR 法により検討し、結晶内部のパッキングの秩序構造の分率は従来に報告された値より

はるかに低い量であることを明らかにし、秩序構造の程度は、より上位の階層構造、物性と密接に関連していることが示唆された。更に、分子論的な考察より局所的な秩序構造とダイナミクスのカップリングが物性、構造の安定化に密接に関与していることを明らかにした。表面・界面については、触媒活性の高い (011) 表面の解明に集中して研究を行った。ペロブスカイト構造を持つチタン酸ストロンチウム表面については、これまで不明であった欠陥起因の構造を明らかにした。SFG 分光法を用いた界面構造の研究においては、独自に開発したワイドレンジ2色可変 SFG システムを用いてナノチューブや有機デバイス界面について測定を行い新たな知見を得た。低振動数領域の SFG 測定では昨年引き続き硫酸水溶液表面及びイオン液体表面の研究を進めた。更に有機デバイス界面の解析では、有機 EL の陰極界面での電荷移動によると考えられる特異な振動を見出し、界面の電子スペクトルの変化を詳細に検討した。また、測定可能波長を紫外領域に伸張するべく装置の改良を行った

研究テーマ：テーマ題目5

### 先進ナノ構造グループ

(Superior Nanostructure Group)

研究グループ長：秋永 広幸

(つくば中央第2)

#### 概要：

物質をナノ構造化することによって、合目的に設計された機能の発現と制御を可能とし、そのようなナノ材料の開発成功例を積み上げていくことを活動指針とし、この過程で、「先進」と呼ぶに相応しいナノ構造と、そのナノ構造に触発された新しい研究分野あるいは研究概念を創造していくことを本グループの長期目標としており、ナノエレクトロニクスとナノプロセシングの2つのサブテーマを掲げている。前者においては、ナノ構造化することによって電子の持つスピン物性や強相関効果が顕著になることを利用して、大量の電子情報処理を、低コスト・低エネルギー消費で実現するためのメモリ機能や電磁場に対する高い感度を備えたナノエレクトロニクス材料を設計・開発し、更にその全く新しい材料形成・計測技術の構築を目指している。現在までに、遷移金属酸化物における抵抗スイッチ効果を用いたメモリ動作の実証、そして開発したメモリ素子の高速・低消費電力動作実証等に成功している。後者では、産総研ナノプロセシング施設を、産学官の研究者に広く提供することにより、そのアイデア実現を加速する機動的ナノテクノロジー研究開発支援と人材育成を実施している。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目7

### ナノ流体プロセスグループ

(Nanofluidics Research Group)

研究グループ長：古屋 武

(つくば中央第5)

概要：

ナノ材料を幅広い産業分野へ応用していくためには、ナノ材料・ナノデバイス製造のためのプロセス技術が必要となる。また、ナノ材料・ナノデバイス製造プロセスは、ナノ構造を精密に制御可能であるだけでなく、プロセスのグリーン化を見すえたものでなければならない。本研究グループでは、ナノ材料の設計指針やナノデバイス製造プロセスの最適操作条件の提示を可能とするため、広い意味での物性に基づいた材料開発・プロセス開発を進めている。そのため、これまで利用されることのなかった「圧力」をプロセス操作パラメータとして導入し、さらに、マイクロ流路や超臨界流体などの非従来型プロセス技術と溶媒を利用することにより、これまでのプロセス技術の限界を超えた、新しいプロセス技術開発を目的としている。

研究テーマ：テーマ題目 1

マイクロ・ナノ空間化学グループ

(Micro- & Nano-Space Chemistry Group)

研究グループ長：前田 英明

(九州センター)

概要：

本グループでは、マイクロリアクター技術を基礎とするマイクロ空間技術にナノテクノロジーを融合させ、異分野融合性の高い新規研究・技術領域を創出することを目標とするとともに、新たな機能を有する高性能の微小流体デバイスの開発及びその応用・展開技術の確立を通して、化学産業のみならず、環境、医療、製薬、バイオ関連、食品産業、化成工業等への貢献を目指している。本年度は、無機・金属・有機ナノ粒子の合成と特性制御、マイクロ空間反応場を用いた化学・生化学反応の高度制御とマイクロ分析チップの開発、並びにマイクロ流体シミュレーション技術の開発に関する検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目 1

分子ナノ物性グループ

(Molecular Nanophysics Group)

研究グループ長：水谷 亘

(つくば中央第2、第4、第5)

概要：

分子スケールの微細構造を作製し、それを対象あるいは利用した物性測定と解析を行う。新規技術の創造とその育成を通して新たな応用につなげる研究開発を行っている。

萌芽的技術として、酸化亜鉛透明電極上に堆積した微量物質の電子状態・配向解析、高分子 EL 素子の貼

り合わせによる作製技術、シリコン原子を骨格とするオリゴシランの低コストな製造方法などの開発を行った。

水分散性プルシアンブルー型錯体ナノ粒子インクを利用したエレクトロクロミック素子の開発では、電気化学特性やイオン添加によって塗布膜の安定化を実現した。また、試作した調光ガラスは100万回の繰り返し耐性を達成した。

ナノギャップ電極を用いた抵抗スイッチ効果に関しては、雰囲気ガスの依存性を検討した。その結果、抵抗スイッチは真空下だけでなく不活性ガスで封止した環境でも安定動作することがわかった。また、ナノギャップ電極の集積化技術も行った。

実用化を目指して開発を進めている微小面での金属イオンなどを検出する分子センサーでは、企業との共同研究を推進し、現場での使用を目的としたモバイル型のセンサーの大きさをさらに半分にした試作品を構築した。

研究テーマ：テーマ題目 3

自己組織エレクトロニクスグループ

(Self-assembled nano-electronics Group)

研究グループ長：片浦 弘道

(つくば中央第4)

概要：

カーボンナノチューブやナノワイヤー等のナノメートルサイズ新物質の生成機構の解明、高度精製、電子的・光学的性質を調べることにより、ナノサイズ物質特有の新たな機能を見出し、デバイスとして応用するために必要な、基礎から応用にわたる総合的な研究を行っている。今年度は、単層カーボンナノチューブを金属型と半導体型に分離精製する技術の改良と、さらにそれらを用いた電子デバイス開発を行った。分離技術では、ゲルを用いた分離法を改良して、真に大量生産が可能な技術を開発した。この技術は完全に産総研オリジナルである。半導体型ナノチューブを用いて、非常に簡単な手法で薄膜型トランジスタを作製する技術を開発した。この手法では、特殊な処理を一切することなく、作製したトランジスタ全てが高性能で動作した。ナノチューブを用いたトランジスタの100%収率での動作は、世界で初めての快挙である。

研究テーマ：テーマ題目 3、テーマ題目 6

ソフトナノシステム研究グループ

(Soft Nanosystem Research Group)

研究グループ長：菅原 孝一

(つくば中央第5)

概要：

生体由来の材料や生体システムが持つしなやかな構造特性や特異性、可塑性、興奮性及び広義の自己組織



化能を基盤とするソフト・ナノテクノロジーの研究開発を行う。本年度は以下の研究成果を得た。(1) 分子システム：スチレンや MMA との共重合体や PVA など、主鎖構造を変えた新規高分子の特定部位に感光性基を導入することに成功した。高分子固体酸、マイクロ波、重水を用いた重化合物合成では新たに数種の触媒を合成し、調製条件の最適化を行った。液中でロッド状構造を形成する高分子の液晶性を検討し、液晶性ゲルの調製を試みた。3分子反応系の数値モデルを用いて、階層構造の自己組織化過程におけるエントロピーの収支バランスの検討を開始した。(2) コロイドシステム：高分子ゲル内でのバイオミネラリゼーションは相転移を伴うプロセスであることを強く示唆する結果を得た。コロイド分散系の研究では、板状コロイド粒子も球状コロイド粒子と同様に、交番電場下で鎖状配列構造を形成することを明らかにした。(3) 高度分析・操作技術の開発：高分子や液体などのソフトマター系の動的な特性を局所的に計測するための新規なカンチレバー型プローブシステムを開発した。誘電泳動力と流体力学的な力の相互作用に由来する界面動電現象を利用する赤血球の濃縮およびフローソーティング技術にさらなる改善を加えた。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

#### 分子スマートシステムグループ

(Molecular Smart System Research Group)

研究グループ長：吉田 勝

(つくば中央第5)

概要：

次世代の情報技術 (IT) では、分子間相互作用を有効に利用する機能性分子組織体に対する期待が大きい。分子組織体の構造を制御することで、新たな機能を発現することが可能である。また、分子組織体は自発的な構築が可能で経済的であり、得られたものはしなやかで刺激に対して劇的に応答する特徴がある。さらに刺激によって生じる組織構造が変化した複数の状態を速度論的に安定化できる可能性がある。これらの特徴は、情報を扱う機能材料として優れた点といえる。本研究グループでは、次世代 IT として期待されているペーパーライクディスプレイ、多重メモリ、微小機械の実現を目指して、化学反応や分子間相互作用の利用による情報の感知、変換、保存、再生を行う新しい分子組織体の構築を目的とする。併せて、そのために必要な新しい分子組織体の探索と分子組織体と光、熱、電場、磁場との相互作用に関する基礎的研究を行う。グループの研究スタンスの特徴は、有機化合物の設計・合成から、組織体構築、基礎物性測定、機能評価、デバイスの試作までを一貫して行うことである。

研究テーマ：テーマ題目2

#### ナノ構造制御マテリアルグループ

(Nanostructured Materials Group)

研究グループ長：清水 博

(つくば中央第5)

概要：

高分子材料が広範な産業分野に浸透し、それら材料の性能や機能に対する産業ニーズが極めて多様化している昨今、単一の高分子ではそのようなニーズに応えることが困難となり、異なる性質をもつ高分子同士や無機材料等と高分子とをナノレベルで複合化するブレンド、アロイ、コンポジット作製技術の構築が重要な課題となっている。そこで当グループでは独自に開発した高せん断成形加工技術の応用展開として「高せん断流動場や反応誘起場等の特殊場を用いたナノ構造制御技術の開発」ならびにその加工技術を用いて「CNT、金属酸化物、無機粒子等フィラーの選択的・特異的性質を利用する高分子フィラー分散系ナノコンポジット材料の開発」を行うことを目標としている。また、多様なナノコンポジット材料を創製するには、新規ナノ粒子の開発が必至であり、今年度から新たに「光機能等の優れた物性をもつ無機ナノ粒子の開発」をテーマとして加えた。

研究テーマ：テーマ題目6

#### 高密度界面ナノ構造グループ

(High Interface Area Nanostructure Group)

研究グループ長：越崎 直人

(つくば中央第5・第4)

概要：

ナノ粒子・ナノコンポジット・ナノワイヤーなどから構成された高密度界面ナノ構造をもつ新規構造体を調製するためのマイクロプラズマプロセス法、液相レーザーアブレーション法、配列ナノ粒子テンプレート法などの調製技術の高度化、およびさまざまなアプローチにより調製した新規ナノ構造体の電導特性・ぬれ性・センサ特性・電界放射特性・生体親和性・DDS特性などの機能の測定・評価技術の開発や性能向上を目指して研究を進め、以下のような成果が得られた。

- 液相レーザー照射法により、高温・高硬度材料である炭化ホウ素ナノ粒子の作製とサイズ制御が可能であることを実験的に明らかにした。
- Au ナノ粒子が超高密度に  $\text{Al}_2\text{O}_3$  マトリックス中に分散したナノ構造を同時スパッタ法により作成し、表面プラズモン吸収を利用した蛋白質センシングが従来法と比較して5倍以上高感度であることを検証した。
- 配列ナノ粒子テンプレートとガス中レーザーアブレーションを利用して酸化チタンマイクロ・ナノ階層構造を作成し、優れたぬれ性や電界放射特性を示すことを明らかにした。

- ・大気圧高周波プラズマ技術による金ナノ粒子合成プロセスにおいて、直径数 nm、6~10 nm、15~20 nm の金ナノ粒子を造り分ける技術の開発に成功した。
- ・プラズマクリーニング技術の開発に関して手のひらサイズの高圧電源を利用して、空気や窒素などの安価なガスでの微小プラズマジェット発生技術の開発に成功した。
- ・高感度レオメーター用に新規に開発した二重円筒を使うことにより、従来の二重円筒よりも少量の血液試料量で、材料の血液適合性をより高精度に評価できることを明らかにした。
- ・タンパク-アパタイト-人工材料ナノ複合体、及び抗菌剤-生分解性高分子ナノ複合体を作製し、経皮デバイスやその補助材料としての有用性を実証した。
- ・タンパク-遺伝子-アパタイトナノ複合層表面において、場所特異的に遺伝子導入を行えること、遺伝子導入の時期を制御できること、及び細胞分化を誘導できることを実証した。
- ・血管狭窄を予防に DDS を応用する研究開発は動物レベルでの血管狭窄予防に成功した。

#### ナノバイオ・メディカルテクノロジーグループ

(Nano-Biomedical Technology Group)

研究グループ長：植村 壽公

(つくば中央第4)

概 要：

ナノビラーの物理的パラメータの違いにより間葉系幹細胞から3次元軟骨組織への分化効率が異なることを見出し、軟骨分化に適切なパラメータを決定した。魚鱗由来のコラーゲンの生体適合性を調べ、化粧品、培養器材、生体材料としての応用可能性を探る目的で、魚鱗由来のコラーゲン上で細胞培養実験を行ない新しい細胞培養皿の可能性として有用な結果を得た。コラーゲン・ハイドロキシアパタイト・コンドロイチン硫酸多孔体を合成評価し、軟骨再生にきわめて有用な細胞足場材料になりうることを示した。量子ドットの間葉系幹細胞への高効率導入法を開発し、ラット、ウサギを用いた骨・軟骨再生試験を行い長期安定な追跡実験が可能となった。

新規の神経細胞移植用医療材料の開発にむけて、PC12細胞をモデルとして使い、材料のベースとなる多孔性高分子膜の種々の最適条件を決定できた。細胞の接着・非接着を自在に制御できるアルブミンフィルムを用いて基板上やマイクロ流路デバイス内に複数種の細胞から成るパターンを作製することができた。

研究テーマ：テーマ題目 8

#### 高温量子エレクトロニクス研究グループ

(High Temperature Quantum Electronics Research

Group)

研究グループ長：山崎 聡

(つくば中央第2)

概 要：

高温下でも量子効果が顕著にあらわれるダイヤモンド半導体などを対象に、高温での量子統計現象の機構を解明しながら、それを利用する新しい原理のデバイスのための基盤技術開発とプロトタイプデバイスの試作を行う。

材料合成技術・ドーピング技術・計測技術の地道な基盤研究を通し、ダイヤモンド半導体の特徴として、1)  $10^{18}\text{cm}^{-3}$ を超える高密度励起子状態が実現可能であること、2) 水素終端することにより伝導帯底よりも真空レベルが低い負性電子親和力を持つこと、3) 原子レベルで制御された表面状態が実現可能なこと(完全平坦表面および理想的なシングルステップ構造を持つ表面)、を示すことができた。これらの特異な性質を利用したデバイス開発を行っている。

1) の高密度励起子状態は実験的に確認する必要があるためカソードルミネッセンス装置の整備を行った。また、同時に高密度励起子を利用し、深紫外線発光ダイオードの開発を進め、30  $\mu$ ワットの出力に成功した。この LED の特徴は、励起子を使った新原理発光素子であること、発光波長がダイヤモンド励起子発光波長である235 nm であり、現在実用化されている360 nm 以上の可視光 LED では実現できない、小型殺菌源などの新しい市場を拓けることがある。この成果はこれまでの常識であった「間接遷移型半導体の発光素子は実現できない」という常識を覆す結果である。また、2) の負性電子親和力を利用することにより、pn 接合を作製し、そのデバイスからの電子放出を確認した。イオン源としてのデバイス開発を行っている。研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 2、テーマ題目 3

#### スーパーインクジェット連携研究体

(Collaborative Research Team of Super Inkjet Technology)

連携研究体長：村田 和広

(つくば中央第5)

概 要：

ミニマルマニュファクチャリングコンセプトの実現のために、マイクロメートルスケールのパターンニング方法として、従来の1/1,000以下の超微細液滴を精密に基板上に配列できる超微細インクジェット(スーパーインクジェット)技術の開発を行っている。この技術は、省資源・省エネルギーの環境対応型技術であるだけでなく、従来の製造プロセスと異なり、少量多品種生産に適した技術である。

本技術の実用化のために、ベンチャーセンターの支

援を受けベンチャータスクフォースによる超微細インクジェット技術の高度化・実用化を進めている。研究開発用超微細インクジェット装置の構築と周辺プロセスの整備を行い、応用用途の開拓を中心に研究を進めた。また、2005年4月にはベンチャーを設立し、5月には産総研技術移転ベンチャーの認定を受けた。

また、本技術を応用し、高度偽造防止印刷や、超微細タグなどの実現を目指し、界面ナノアーキテクニクスセンターと共同で、同センターが開発した高輝度蛍光体の精密配置技術の開発を進めている。本研究の中で、手のひらサイズの超小型スーパーインクジェット装置も開発した。

研究テーマ：テーマ題目1

### 【テーマ題目1】オンデマンドナノマニュファクチャリング技術の研究

【研究代表者】村田 和広

(スーパーインクジェット連携研究体)

【研究担当者】村田 和広、前田 英明、古屋 武、  
中村 浩之、上原 雅人

(常勤職員5名、他15名)

#### 【研究内容】

ナノテクノロジーは材料の究極利用技術であり、材料の配置は機能性の配置と同義であるとの観点から、高性能ナノ材料の精密合成、精密計測、精密配置など、材料の製造技術と、その配列化、デバイス化までの幅広いスペクトルの研究開発により、従来型技術のロードマップとは異なる技術体系の構築を目指す。このために、ナノ流体プロセス、マイクロ空間化学、超微細インクジェットの3つの観点からの研究を推進する。

＜ナノ流体プロセス＞

- a) マイクロメートルサイズ以下の大きさをもつポリマーの発泡セル内部を、熱伝導率の低い低密度シリカで充填した構造を持つ発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材の開発を行っている。新たに開発した高圧相平衡測定装置を用いて、ポリマー／シリコンアルコキッド／超臨界二酸化炭素反応系の高圧相平衡測定を行った。その結果、超臨界二酸化炭素／シリコンアルコキッドと親和性の高いポリマー系を見出した。この系について、6-30 MPa, 313-473 K での相図を概成し、均一混合可能な条件を示した。
- b) 昨年度開発した体積可変型試料飽和溶解装置を用いて、パラジウムピリジン錯体触媒の超臨界二酸化炭素への溶解度測定を行った。系統的な測定を行い、40℃、10～25 MPa の圧力範囲において、パラジウムピリジン錯体の溶解度はモル分率で $10^{-6}$ 以下であることを確認した。これにより、体積可変型試料飽和溶解装置を用いた、超臨界二酸化炭素中の極めて低い溶解度の測定方法を確立した。

＜マイクロ空間化学＞

粒子合成反応に最適なマイクロリアクター技術を粒子析出過程および析出反応場の精密解析ツールとして応用し、ナノ粒子の実装化における種々の制約や必要要件を満たす最適製造プロセスの確立と、高効率製造プロセス設計方法論を確立した。

＜超微細インクジェット＞

装置本体のサイズを従来の約1/600に小型化し、手のひらサイズの超微細インクジェット装置を開発した。また、上記小型装置を用いた微細パターンニング技術を用いた認証システムのプロトタイプを作製した。高温高圧状態の水をスプレーすることにより、インク付着物からの有用資源回収を行うプロセスの可能性を探るため、基礎検討を行い、直接加熱型の高温高圧水製造装置を試作した。流量を適切に設定することで、水の昇温が可能であることを確認した。

### 【テーマ題目2】自己組織化メカニズムの解明とその応用技術の開発

【研究代表者】玉置 信之

(分子スマートシステムグループ)、

清水 洋 (ナノ機能合成グループ)

【研究担当者】玉置 信之、清水 洋、長沢 順一、  
吉田 勝、谷田部 哲夫、土原 健治、  
園田 与理子、秋山 陽久、松澤 洋子、  
木原 秀元、則包 恭央、川西 祐司、  
井上 貴仁、西村 聡、有村 隆志、  
岩坪 隆、山本 貴広、米谷 慎、  
福田 順一 (常勤職員19名他)

#### 【研究内容】

- ・キラル液晶の3次元秩序構造解析スキームを開発し、それを用いてブルー相液晶の相図をキラリティと温度をパラメータとして明らかとした。自己組織的に形成される階層間のエントロピー流を可逆 Gray-Scott 数理モデルに基づいて検討し、妥当性を確認した。
- ・外部刺激に対してプログラムされた応答を示すスマート分子システムに関し、アズベンゼン系人工ロドプシンを用いて高分子溶液中の2次元および3次元空間における画像表示が可能であることを明らかにした。また、生体分子モーターキネシンの運動に影響を与えるフォトクロミック分子として、スルホン酸置換アズベンゼンを見出した。さらに、ターチオフェン系液晶半導体を合成し、薄膜状態で200℃から-100℃の間でスメクティック E 相が安定であり、この構造が高い移動度を示す要因であることを明らかにした。

### 【テーマ題目3】分子エレクトロニクス及び量子・スピエレレクトロニクスの研究

【研究代表者】南 信次 (研究部門長)

【研究担当者】南 信次、片浦 弘道、水谷 亘、  
小倉 睦郎、秋永 広幸、奥本 肇、

ハサニエン・アブドゥ、田中 寿、  
中村 徹、内藤 泰久、田中 丈士、  
柳 和宏、高野 史好、島 久、  
川西 祐司、清水 哲夫、谷田部 哲夫、  
下位 幸弘（常勤職員18名、他20名）

### 【研究内容】

計画：

- ・金属型 CNT と半導体型 CNT を分離精製する技術を進展させ、低コストで大量に分離可能な技術開発を行い、分離純度99.9%、分離能力10 mg/day を目指す。金属型 CNT を用いて、シート抵抗の小さな透明導電膜を開発し、透過率85%、シート抵抗100 Ω/sq を目指す。半導体型 CNT を用いて、簡便なプロセスで作製可能な電界効果型トランジスタの試作を行う。半導体型 CNT から成る薄膜ネットワーク構造を構築し、光伝導特性やガス検出特性を評価する。光電流のスペクトル依存・電場依存を調べるとともに、チューブの凝集による電子状態変化、異種分子との電子授受過程等を解明し、半導体型 CNT を新規光電材料に応用するために重要な基礎データを蓄積する。
- ・さまざまな単一分子性金属の薄膜を作製し、その特性を評価する。磁性金属を導入した分子の合成も試みる。プルシアンブルー型ナノ粒子材料では、発色を制御するデバイスを作製し、固体電解質の検討を行う。オリゴシラン分子の新たな機能及び応用を探索するため一次元分子単結晶の実現を目指す。有機テルル分子の金属表面への結合に関し基礎研究を深めると共に、類似した分子の特性を活かした応用研究を行う。センサー分子の膜表面などが示す表面反応の基礎研究と、その知見に基づいたイオンセンサーやガスセンサーの製品化開発を企業と共同で行う。有機電界発光型の分子センサーでは素子構造を貼り合わせで作製し、プロセス中に検出する分子を挟み込むことで生じる発光特性の変化を検出する。レアメタルを使用しない透明電極材料である酸化亜鉛上に、有機分子の高品質な超薄膜を作製する技術を開発する。ナノスケール電極のスイッチング現象のメカニズムを明らかにするため、さまざまな環境中で動作させ、その特性を解析する。応用に向けて集積化に有利な積層構造型のナノスケール電極を作製する。
- ・サブミクロンサイズの遷移金属酸化物を用いた不揮発性メモリにおいて、実用化指標として必要な信頼性評価、より具体的にはメモリ動作の書換回数、データ保持耐性評価を実施する。

進捗：

- ・アガロースゲル（寒天を精製した物質）を用いた全く新しい CNT 分離法を開発し、半導体型95%、金属型70%の分離純度で収率ほぼ100%を実現した。特に凍結・解凍・圧搾を組み合わせた応用手法では、特別な装置を用いずに分離を実現し、スケールアップが容易

である事を示した。密度勾配遠心分離法による CNT 分離では、分離・分取後の遠心濃縮過程がさらなる精製過程として機能する事を明らかにした。

- 1) 金属型 CNT を用いた透明導電膜では、ITO 代替の目標達成には、CNT 材料の純度だけでなく2次元ネットワーク構造構築のための成膜過程が極めて重要である事がわかった。半導体型 CNT を用いた電界効果トランジスタの試作を行い、簡便な手法で未分離の CNT によるトランジスタよりも1桁高い動作電流を実現した。
  - 2) 微細に分散された CNT ネットワークを用いることにより、10 ppb レベルの極低濃度の NO<sub>2</sub> が検出可能な高感度ガスセンサーを極めて低コストで実現した。この高感度を実現する動作原理が電荷移動によるものであることを光学測定により明らかにした。
  - 3) 半導体 CNT の最長波長励起に起因する光電流のスペクトル・電場依存性を解析し、CNT の構造を決めるカイラル指数と励起子束縛エネルギーとの間に、系統的な関係があることを見出した。半導体 CNT の凝集による発光スペクトル変化から、チューブ間のエネルギー移動を示唆する結果を得た。電子受容性分子のドーピングによる吸収スペクトル・発光スペクトルの変化を解析し、半導体 CNT の基底状態・励起状態から起こる電荷移動を支配する因子を明らかにした。
- ・単一分子性金属の薄膜を作製・評価したところ、従来の分子性伝導体とは異なりランダムに配向した膜が高い導電性を示した。プルシアンブルー錯体型ナノ粒子材料を用いたデバイスは企業と共同研究を行い、繰り返し耐性の向上や固体電解質の利用等、実用に向けた成果を得た。ポリシランからオリゴシラン単結晶を安価で容易に生成する方法を見出した。アセチル基を有する新規有機テルル分子の金属表面への結合や酸化の基礎及び類似したアセチレン分子のシリコン表面での特性を大学と共同研究した。センサー分子の膜表面などが示す表面反応の知見を用いて、遷移金属イオン検知のための実用的な小型センサーを構築した。また新規な有機反応を発見し、新しいガスセンサーの製品開発を行った。有機電界発光型分子センサーでは、貼り合わせ用の装置を試作し、高分子発光材料層と燐光分子を導入した薄膜を貼り合わせることで、発光スペクトルに燐光のピークが現れることを実証した。酸化亜鉛透明電極に有機分子の超薄膜を作製し、その高配向性を赤外吸収分光法で確認した。ナノスケール電極のスイッチングは電極の原子の移動に伴うトンネル電流の増減によることを明らかにした。縦型電極による高集積型の素子を試作し、2ビットまでの多値化に成功した。

平成20年度は、100 uA オーダーの低電流動作、50 ns 以下の高速動作、そして Pt など希少金属を使

わない素子構造というの3つの性能と構造を同時に実現することに成功した。さらに素子単体では、 $10^6$ 回の書き換え、125度Cまでの耐熱動作も実現した。

[分野名] ナノテクノロジー・製造・材料

[キーワード] 単一分子性金属、ナノチューブ、不揮発性メモリ

#### [テーマ題目4] ナノテクノロジー基礎理論の開拓とナノ構造機能シミュレーションへの展開

[研究代表者] 阿部 修治  
(ナノ構造物性理論グループ)

[研究担当者] 阿部 修治、針谷 喜久雄、下位 幸弘、川本 徹、川畑 史郎、関 和彦、今村 裕志 (常勤職員7名、他3名)

#### [研究内容]

①量子コンピュータへの応用が期待される高温超伝導体ジョセフソン接合における巨視的量子現象に関する理論研究を行った。結晶の粒界接合において接合構造に起因するLC回路の存在が避けられず、その影響で巨視的量子ダイナミクスが大きな影響を受ける一方、LC回路を媒介することにより、超伝導量子ビット間の論理演算や量子情報転送が可能になることを示した。また、固有ジョセフソン接合における巨視的量子コヒーレンスに関して、準粒子の影響で散逸が生じ、コヒーレントからインコヒーレントへの移り変わりが起きることを示し、それを用いた量子ビットがコヒーレントに動作する温度領域を求めた。また、強磁性絶縁体を間に挟んだ超伝導体と強磁性体の接合において、安定的な $\pi$ 接合の形成を理論的に示し、従来型超伝導量子コンピュータに比べてコヒーレンス性能の高い量子ビットが可能になることを示した。特に、強磁性絶縁体のバンド構造を考慮に入れたジョセフソン電流の数値計算を行い、 $\pi$ 接合が出現する条件を明らかにした。

②半導体ナノ構造中の電子スピンの量子力学的状態が磁気カー効果を用いて光学的に検出可能であることを理論的に示し、量子状態転写の原理検証に使えることを示した。ナノ狭窄領域を有する強磁性薄膜における磁壁の電流応答を明らかにし、高感度磁気センサーの設計指針を与えた。また、金属ナノ構造のシミュレーションにより、電流狭窄型 CPP-GMR 磁気ヘッドの材料および形状にたいする磁気抵抗比の依存を系統的に調べ、素子作製実験に対する設計指針を与えた。

③イオン性分子や強い分極をもつ分子から構成される有機固体において、第一原理計算により電子状態と励起状態を計算する際に、周囲の分子や対イオンからの静電相互作用の影響を自己無撞着に取り込む計算手法を開発し、光誘起相転移を示す有機固体に適用し、特異な電荷秩序状態の安定化機構と光吸収スペクトルの解明に有効であることを示した。

[分野名] ナノテクノロジー・製造・材料

[キーワード] 物性理論、シミュレーション、機能

#### [テーマ題目5] 高度ナノ操作・計測技術

[研究代表者] 村上 純一 (ナノ科学計測グループ)

[研究担当者] 村上 純一、堀内 伸、時崎高志  
(常勤職員3名、他2名)

#### [研究内容]

計画：

- ・サイズを厳密に規定した遷移金属のナノクラスターに対する窒素分子の吸着、反応性を検討し、従来にない新規な触媒活性を有するナノクラスターの存在を明らかにする。また、ナノクラスターの組成、サイズに反応性がどのように依存するかを調べ、ナノクラスターの触媒活性の起源を明らかにする。
- ・エネルギー損失電子顕微鏡によるソフトマテリアルの解析のために重要な問題である装置のコンタミネーションを解決するプロセスを開発し、高分子材料等における分子レベルの化学状態分析の精度、信頼性を向上させる。企業との共同研究を通じて本手法の産業界への貢献、装置開発の支援を進める。
- ・平成19年度までに開発された走査型近接場光学顕微鏡を用いて、高効率半導体発光素子や量子輸送計測用ホール素子など、ミリメートルオーダーのサイズを有する試料に対して、100 nm 程度の空間分解能を有しながら試料全面の発光空間分布が測定できることを確認する。

進捗：

- ・サイズをよく規定したタングステンナノクラスターをグラファイト表面に固定し、それに対する窒素分子の水素化反応について X 線光電子分光法と昇温脱離法を用いて調べた。その結果、窒素分子はタングステン5量体に吸着することによって著しく活性化され、共吸着した水の酸素と室温で反応しヒドラジン、アンモニアに変換されることが分かった。
- ・中小企業支援型研究開発制度において、「透過型電子顕微鏡クリーニングシステムの開発」プロジェクトを行い、プラズマ発生装置により発生させた酸素ラジカルを顕微鏡内に循環させ、コンタミネーションを除去する装置の開発に成功した。この結果、電子線照射によって誘発される炭素系物質による試料の汚染を効果的に抑制することが可能となった。このコンタミネーションフリーTEM によって、特に、有機材料に含まれる炭素の分析の高精度化が可能となり、無機ナノ粒子表面にグラフト化した高分子の構造解析や有機/無機コアシェル構造の解析が10 nm 以上の分解能で可能となった。
- ・液体ヘリウム温度、並びに6テスラの磁場中で動作可能な走査型近接場光学顕微鏡において、走査領域(3ミクロン角)を超える範囲の測定を可能にするため、試料台に2 mm 移動可能な粗動装置、及び精度

100 nm の位置検出装置を取り付け、その精度を確認した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー

〔キーワード〕 ナノクラスター、エネルギー損失電子顕微鏡、走査型近接場光学顕微鏡

〔テーマ題目6〕 ナノ構造マテリアルの創成と応用技術の開発

〔研究代表者〕 清水 博

(ナノ構造制御マテリアルグループ)

〔研究担当者〕 清水 博、海藤 彰、李 勇進、宮内 雅浩

(ナノ構造制御マテリアルグループ)

舟橋 良次 (ナノ機能合成グループ)  
越崎 直人、川口 健二、桐原 和大、佐々木 毅、清水 禎樹

(高密度界面ナノ構造グループ)

(職員10名、他25名)

〔研究内容〕

研究目標：

「ナノ構造マテリアル創成技術」を広範な産業分野に浸透させることを目的として、以下の目標を設定する。

- 1) 高せん断成形加工の有用性を実証しつつ、新規概念に基づく多様なナノコンポジットを創製する。
- 2) 光触媒活性等の物性を高度化するための新規なナノ粒子を創出し、材料化を図る。
- 3) 酸化物熱電発電によるベンチャー創業を実現するための、素子及びモジュール製造技術を構築すると共に、素子機械特性、モジュール耐久性、システム搭載時の集、放熱技術を構築する。また、自然ナノ構造制御により、新たな高性能酸化物熱電材料を開発する。
- 4) 新規なボトムアップオンデマンドナノプロセス技術を利用して、ナノ構造マテリアル創成技術としての応用を図る。

研究内容：

- 1) 二酸化炭素を原料とする脂肪族ポリカーボネート (APC) の複合化により、力学性能の改善を目指す。また、三元系 (ポリマーブレンド/フィラー) ナノコンポジット創製において共連続構造を制御し、この構造に由来する物性の向上を目指すとともに新規なナノコンポジット材料の創製に資する。また、企業と共同して大量生産型高せん断成形機の開発を目指す。
- 2) 特異的な光機能を有する無機微粒子とその薄膜化技術を開発する。機能としては光触媒、フォトクロミック、光電変換素子等に着眼し、従来のデバイスよりも高いパフォーマンスを実現する。
- 3) 原料粒径のナノ化することで、焼結後の粒径を制御し酸化物素子性能の向上と成型性、破壊特性改善を目指す。また、熱源搭載時の集、放熱技術を構築し、高効率熱電発電システムの製品化を目指す。さらに、結

晶構造の違いなどにより、通常焼成法で自然に相分離する自然ナノ構造バルク酸化物を新たに開発する。

- 4) ナノ構造マテリアル創成技術として応用可能なボトムアップオンデマンドナノプロセス技術であるマイクロプラズマ法と液相レーザーアブレーション法の高度化を図る。マイクロプラズマ法では、高周波印加方法の最適化によるプラズマの低温化と微細化、液相レーザーアブレーション法ではナノ粒子生成効率の更なる向上と新規ナノ粒子創成技術の確立を目指す。

進 捗：

- 1) 二酸化炭素を原料とする脂肪族ポリカーボネート (APC) はそれ自身では、力学性能等が著しく劣っており実用には供することが不可能であるが、三成分系樹脂としてその組成等を最適化して複合化することにより、汎用樹脂のポリエチレンやポリプロピレン等を凌ぐ性能向上に成功し実用化への道が拓けた。また、三元系ナノコンポジット材料を創製し、ポリマーブレンド同士を共連続構造に制御することにより、フィラーが一方の相にのみ選択的に分散し、“Double Percolation”構造を形成するので、極めて閾値の小さな導電性ナノコンポジット材料を創製することができた。また、大量生産型高せん断成形機については、機構解明が進み、これをスケールアップする段階に進展した。
- 2) 新規な酸化タングステンナノチューブの合成に成功し、可視光での光触媒活性が従来よりも8倍高い高感度化材料を開発することが出来た。
- 3) 原料粉末をナノ化することで、焼結後の粒径もサブミクロンで制御することが可能となった。この結果、金属添加をせず脆性破壊を防ぐことが可能になった。また、灯油バーナーを用いた焼却炉プロトタイプ機を用い、最適形状を有する集熱フィンを開発することで熱源からモジュールへの熱エネルギーの入力効率を高め、高い発電出力を得ることが可能となった。さらに、結晶構造の対称性の違いにより、導電性の自然ナノ相分離酸化物を発見した。
- 4) マイクロプラズマプロセス技術では、高周波印加方法の最適化を行い、プラズマに直接接触することが可能なほどの低温化を実現した。これにより紙や PET などの材料表面上に直接ナノ粒子をパターン形成させることも、液体中に直接にコロイド溶液を生成させることも可能となった。液相レーザーアブレーション法に関しては、レーザーのフルエンスなどの効果を検討し、高効率ナノ粒子生成装置製品化の可能性を検討した。更に、従来法では得られないシリコンや炭化ホウ素のナノ粒子の液相中直接合成や表面が化学修飾可能なグラファイト被覆複合ナノ粒子の合成に成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ナノ構造マテリアル創成技術、ナノファブリケーション技術、ナノフュージョン

技術、高せん断成形加工法、ナノコンポジット、多層カーボンナノチューブ (MWCNT)、三元系ナノコンポジット、選択的分散、共連続構造、Double Percolation 構造、電気伝導度、脂肪族ポリカーボネート (APC)、光触媒活性、フォトクロミック、光電変換素子、酸化タングステンナノチューブ、酸化物熱電発電、素子及びモジュール製造技術、自然ナノ相分離酸化物、ボトムアップオンデマンドナノプロセス技術、マイクロプラズマプロセス技術、液相レーザーアブレーション法、グラファイト被覆複合ナノ粒子

#### 【テーマ題目7】ナノプロセッシングファウンドリ・サービス

【研究代表者】秋永 広幸

【研究担当者】秋永 広幸 (常勤職員1名、他16名)

#### 【研究内容】

計画：

ナノテクノロジーにおける社会基盤として、産総研ナノプロセッシング施設 (AIST-NPF) を拡充・整備し、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プラットフォーム (NPPP) 等の支援プログラムを通じて産総研内外に公開することで、ナノテクノロジー研究者・技術者の研究開発支援を充実させる。また、超微細加工や計測技術に関するナノテクノロジー教育訓練プログラムを構築し、産学官連携のもとに、年間100名程度のナノテクノロジー産業科学技術人材の輩出を図る。

進捗：

独立行政法人産業技術総合研究所のもつ基盤技術から先端技術までの多様で幅広い研究開発資源を組織内部で機動的に連携させ、「技術支援による学界及び産業界への貢献」、「技術革新を担う人材の育成」という社会ニーズに応えるためのアクションプランとして、有限の資源で成果を最大化し、研究分野の融合、産学官の広範囲な研究者・研究機関のネットワーク、事業内外における人材育成を推進するプラットフォームの実現を目的として、ナノプロセッシング・パートナーシップ・プラットフォーム事業を推進した。その結果、平成20年度は150件の研究支援とのべ150名の受講者に対する各種人材育成スクールを実施することができた。また、ナノテク製造中核人材養成プログラムにおいては、経済産業省委託事業で開発した「電子線リソグラフィ技術」と新規に開発した「薄膜作製と超微細加工」カリキュラムを開講し、合計で30名の方々に受講していただくことができ、最終的には10名の修了生を輩出した。その他、文部科学省委託である科学技術関係人材のキャリアパス多様化促進事業においては、25名の若手研究者に対して、研究の幅す

なわち視野を広げていただくことによってキャリアパス多様化を図る試みを実施した。

【分野名】ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】ナノプロセッシング、先端機器共用施設、人材育成

#### 【テーマ題目8】バイオインターフェース技術の研究

【研究代表者】植村壽公 (ナノバイオメディカルテクノロジーグループ)

【研究担当者】植村 壽公、山添 泰宗、田中 順三、三島 初、大藪 淑美、稲木 誠、神郡 玲子、吉岡 友和、阿出川 卓郎、井上 和貴、平井 まどか、福田 淳二、奥山 智章 (常勤職員2名、他11名)

#### 【研究内容】

研究目的：

再生・移植医療やドラッグデリバリー (DDS) のための新規生体材料の開発、生体組織構築技術 (その自動化技術)、生体適合材料などの研究開発に着目して、基礎的から実用化までの幅広い研究活動を行う。

研究手段、方法論、年度進捗：

ナノピラーの物理的パラメータが間葉系幹細胞の分化、増殖に、コラーゲンなどの担体が軟骨などの間葉系細胞の分化、増殖にいかにかかわるかを調べた結果、間葉系幹細胞から3次元軟骨組織への分化効率が異なることを見出し、軟骨分化に適切なパラメータを決定した。魚鱗由来のコラーゲンの生体適合性を調べ、化粧品、培養器材、生体材料としての応用可能性を探る目的で、魚鱗由来のコラーゲン上で HeLa 細胞などの挙動を調べ、従来コラーゲンより長期間細胞の接着性維持機能があるなど、新しい細胞培養皿の可能性として有用な結果を得た。化粧品としては、すでに応用段階にある。コラーゲン・ハイドロキシアパタイト・コンドロイチン硫酸多孔体を合成評価し、軟骨再生にきわめて有用な細胞足場材料になりうることを示した。量子ドットの間葉系幹細胞への高効率導入法を開発し、ラット、ウサギを用いた骨・軟骨再生試験を行い長期安定な追跡実験が可能となった。RWV バイオリクターを用いた軟骨再生に関して、ウサギを用いた長期評価 (半年、1年) に関して、半年飼育の解析が終了し良好な軟骨組織形成が観察できた。ヒト患者よりインフォームド Consent のもと骨髓細胞を採取し、軟骨再生する上で、成長因子 TGF- $\beta$ 、BMP2 を用いて効率のよい軟骨再生が確認できた。以上により、臨床試験に向けて、RWV 培養が軟骨形成に有用な手法であることが証明できた。

新規の神経細胞移植用医療材料の開発にむけて、PC12細胞をモデルとして用い、コラーゲンやラミニンなど種々の細胞外マトリックスが固定化されている膜や 50 nm~5  $\mu$ m の様々な孔の大きさを有する膜の上で培養することで、材料のベースとなる多孔性高分子膜の孔

の大きさや膜に固定化するマトリックスの最適条件を見出すことができた。細胞非接着を有する架橋アルブミンフィルム上の特定の領域に UV 照射や正電荷高分子化合物の曝露を行うことで細胞接着部位を作り出し、細胞を配置した後、新たに別の領域にも細胞接着部位を創出し、別の種類の細胞を配置するという手法で基板上やマイクロ流路デバイス内に複数種の細胞から成る高度なパターンを作製することができた。

【分野名】 ナノバイオ

【キーワード】 再生医療、生体材料

### ⑨【計算科学研究部門】

(Research Institute for Computational Sciences)

(存続期間：2001. 4. 1～)

研究部門長：池庄司 民夫

副研究部門長：三上 益弘

上席研究員：北浦 和夫 (非常勤)

主幹研究員：長嶋 雲兵

(研究顧問：寺倉 清之)

所在地：つくば中央第2

人員：30名 (29名)

経費：351,758千円 (179,093千円)

#### 概要：

計算科学は産業技術を支える基盤である。計算科学は、シミュレーション及びそれを用いた予測・設計技術により、研究開発の道筋を付け、生産活動を安全でかつ効率的なものにする。このような計算科学によって、ナノテクノロジー、バイオテクノロジー、エレクトロニクス、材料開発、製造技術などの広い分野の技術開発を促進し、社会的に解決すべき環境問題やエネルギー問題などに貢献することを目指している。

そのために、計算科学的手法の適用限界を克服し、これまで困難であった分野・対象に対しても、計算科学的手法を可能にする技術を研究開発する。材料やデバイス開発に直結する原子・分子オーダーからのシミュレーションの分野を中心に、以下の重点課題の研究開発を展開する。

#### 1. ナノシミュレーション技術に関する研究：

ナノスケールデバイスの動作原理の解明とその設計・製作には数 nm から数100 nm のスケールをカバーする高精度かつ高速なナノシミュレーション技術が不可欠である。そのため、ナノシミュレーション技術の開発を行う。また、より広範なナノ物質の構造、物性、反応やナノ現象等について広範なシミュレーション研究を行い、デバイス設計の基盤を作る。

#### 2. バイオシミュレーション技術に関する研究：

生体と材料表面とのナノスケールの相互作用を利用したバイオインターフェース技術の開発を行い、創薬・診断及び治療に関わる技術の高度化に貢献する。また、創薬における探求的研究プロセスを大幅に短縮するタンパク質等の複雑な生体分子のシミュレーション技術を開発する。

フラグメント分子軌道法等のシミュレーション手法を進展させ、より高精度の電子状態計算 (MP2法、CI法など) を可能とする。領域ごとに異なるレベルの電子状態計算を混合して用いることができる多階層法を開発する。同時に FMO 法の枠組みの中で電子励起状態が取り扱えるようにするとともに、分子動力学とのより強力な融合 (すなわち *ab initio* 分子動力学) を行う。このように FMO 法をより高精度、高速、汎用な方法に発展させると同時に、生体分子が担う分子認識、酵素反応、電子伝達などに適用する。さらに、ナノシミュレーション手法と FMO を融合してドラッグデリバリーシステム (DDS) のシミュレータへと発展させる。

#### 3. シミュレーション基礎理論に関する研究：

ナノスケールデバイスの動作原理を解明するため、ナノ物質の構造・物性・反応やナノ現象の解析・予測を行う基盤的シミュレーション理論の研究開発を実施する。単一分子を介した電子輸送や単一分子化学等の問題に適用できる新しいシミュレーション理論を構築する。GW 法をより現実的な物質と問題に適用するための計算効率化手法の開拓を行い、それらを検証するための適用研究を遷移金属酸化物の諸電子相や半導体の光物性などを対象として行う。

上記課題に共通的な要素として現実問題のシミュレーション、そのための並列化などの手法開発も進めて、プログラムの公開・普及に努めている。

#### 内部資金：

研究部門重点化予算「AIST スーパークラスタによる超並列大規模計算」

#### 外部資金：

文部科学省 主要5分野の研究開発委託事業 「次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「高精度多体多階層物質シミュレーション (GW 法に基づいた強相関電子系シミュレーション手法の開発と応用)」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業 「1. 金属/遷移金属酸化物界面の電子状態制御 2. 界面における強相関相転移を利用したスイッチ機能の開発」



独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「FMO-MDの実装とその応用」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「DDSナノ粒子の分子シミュレーションの技術の研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業「鉄ヒ素系超伝導体の転移温度決定因子の解明と物質設計への適用」

文部科学省 科学研究費補助金基盤研究 B「電子移動を伴う化学反応を追う：電極/水溶液界面での第一原理シミュレーション」

文部科学省 科学研究費補助金基盤研究 C「分子内基底関数重ね合わせ誤差補正法の開発と生体分子への適用」

文部科学省 科学研究費補助金特定「単一分子伝導理論」

文部科学省 科学研究費補助金特定「強相関電子系のための第一原理計算手法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金特定「高分子電解膜中でのプロトンダイナミクスと水輸送機構の解明」

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

文部科学省 科学研究費補助金若手 B「第一原理分子動力学計算による非秩序相の多形の研究」

文部科学省 科学研究費補助金若手 B「複合的シミュレーション手法を用いた酵素機能の理論予測」

文部科学省原子力試験研究「小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「水素貯蔵材料先端基盤研究事業／計算科学的手法に基づく水素吸蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 受託研究「次世代蓄電システム実用化戦略的技術開発／次

世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発」／リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発」

発表：誌上発表80件、口頭発表256件、その他5件

-----  
**量子モデリング研究グループ**

(Quantum Modeling Research Group)

研究グループ長：内丸 忠文

(つくば中央第2)

概要：

量子力学の原理に従って電子の振る舞いを記述し、電子機能素子や化学反応過程を高信頼度、高効率に扱う手法の開発・改良に取り組む(分子軌道法、密度汎関数法)。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目4、テーマ題目10、テーマ題目11、テーマ題目13、テーマ題目18

**粒子モデリング研究グループ**

(Particle Modeling Research Group)

研究グループ長：三上 益弘

(つくば中央第2)

概要：

分子動力学法、モンテカルロ法などにおいて統計力学の新しい手法を開発し、生体高分子や自己組織化膜などの複雑な物質の構造・機能と分子間相互作用の関係を研究する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目9、テーマ題目11、テーマ題目14、テーマ題目15、テーマ題目16

**第一原理シミュレーション研究グループ**

(First Principles Simulation Research Group)

研究グループ長：石橋 章司

(つくば中央第2)

概要：

材料科学における実際の問題に対して、適切な理論モデル・計算手法・計算プログラムを開発し、材料シミュレーション(バンド計算等)をすることで問題の解決を図り、産業技術の発展に寄与する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目5、テーマ題目13、テーマ題目17

**基礎解析研究グループ**

(Fundamental Analysis Research Group)

研究グループ長：浅井 美博

(つくば中央第2)

概要：

計算機シミュレーションの適用対象・現象を広げる

ことを目的として、シミュレーション基礎理論の開発研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目12、テーマ題目19

**【テーマ題目1】ナノシミュレーション技術の研究開発  
(重点課題1)(運営交付金、外部資金)**

**【研究代表者】** 三上 益弘、内丸 忠文、石橋 章司

**【研究担当者】** 三上 益弘、田中 克己、都築 誠二、橋本 保、三浦 俊明、篠田 渉、森下 徹也、手塚 明則、小川 浩、池庄司 民夫、内丸 忠文、土田 英二、崔 隆基、織田 望、西村 憲治、片桐 秀樹、宮崎 剛英、田村 友幸、西尾 憲吾  
(常勤職員20名)

**【研究内容】**

ナノスケールデバイスの動作原理の解明とその設計・製作には、数 nm から数100 nm のスケールをカバーする高精度かつ高速なナノシミュレーション技術が不可欠である。そのため、ナノシミュレーション技術の開発を行う。また、より広範なナノ物質の構造、物性、反応やナノ現象等について広範なシミュレーション研究を行い、デバイス設計の基盤を作る。

(1) 第一原理電子状態計算および古典分子動力学計算について、以下のプログラム等に新たな機能を付加し手法開発、オーダー (N) 化を行う。

QMAS (PAW 法 DFT)、OpenMX (非直交数値基底 DFT) FEMTECK (有限要素基底 DFT)、MPDYN (高精度分子動力学)

(2) 上記コード等を用いて、電子デバイス、工学デバイス、分子デバイスなどの開発に資する材料・プロセスに関するシミュレーション、およびエネルギー・環境技術に関連したシミュレーションを行う。

(3) 上記コードの統合シミュレーションシステムを構築する。

1) クーロンカットオフおよびエネルギー・応力密度計算の実装 (QMAS)、安定なオーダー (N) 化 (FEMTECK)、高精度な祖視化モデル (MPDYN) の開発等を達成した。

2) 適用計算

電子素子・材料開発における予測技術

シリコン系極薄半導体膜、ペロブスカイトおよびその超格子の物性、鉄ニクタイト系超伝導体母物質 LaFeAsO の電子状態等を第一原理計算から明らかにした。

ナノ構造体の構造安定性・機能と生成プロセスの動力学シミュレーション

シリコンナノクラスター・ワイヤ・シートの生成プロセスを分子動力学計算から予測し、期待される電気的性質を第一原理計算から明らかにした。祖視化モデルを用いて界面活性剤水溶液中に自発的に形成されるキュービック相を見出した。

エネルギー・環境技術

高分子電解質膜中におけるプロトン伝導やイオン液体の構造と物性を明らかにした。

3) 統合シミュレーションシステム

部門内で公開し完成度を高めた。

**【分野名】** ナノテク・材料・製造

**【キーワード】** 分子軌道計算、密度汎関数法、第一原理分子動力学計算、粗視化法、分子間相互作用、自由エネルギー計算法、脂質二重膜、リポソームの安定性、糖鎖と蛋白質の相互作用、シリコンナノ構造体、第一原理電子状態計算、スピン軌道相互作用、ノンコリニア磁性、交差相関、ダイヤモンド/BN 超格子、電歪現象、金属/酸化物、酸化物/酸化物、窒化物半導体中、陽電子消滅パラメータ、線形独立性、オーダーN 法、固体高分子形燃料電池、電解質膜、プロトン輸送、揮発性有機化合物、ヒドロフルオロエーテル、光化学オゾン、QMAS (PAW 法 DFT)、OpenMX (非直交数値基底 DFT)、FEMTECK (有限要素基底 DFT)、MPDYN (高精度分子動力学)

**【テーマ題目2】バイオシミュレーション技術の研究開発  
(重点課題2)(運営交付金、外部資金)**

**【研究代表者】** 北浦 和夫

**【研究担当者】** 北浦 和夫、古明地 勇人、FEDOROV Dmitri、石田 豊和  
(常勤職員3名、他1名)

**【研究内容】**

生体と材料表面とのナノスケールの相互作用を利用したパイオインターフェース技術の開発を行い、創薬、診断及び治療に関わる技術の高度化に貢献する。また、創薬における探索的研究プロセスを大幅に短縮するタンパク質等の複雑な生体分子のシミュレーション技術を開発する。

蛋白質など巨大分子の励起状態計算を可能とする FMO に基づいた時間依存密度汎関数 (FMO-TDDFT) 法を開発しフォトアクティブイェロプロテインの電子励起状態に関する適用計算を行った。

FMO-MD 法を開発・実装し水溶液中のコンフォメーション解析や反応解析を行い、プログラム性能を確認、その有用性を確かめた。

FMO 法でエネルギー微分を使ってタンパク質の構造最適化を行い、その有用性を確認した。

FMO-MO 法を開発・実装し、さらにグリッド環境に対応できるようにした。

DDS 用のリポソーム材料として、フッ化脂質分子が優れていることを分子シミュレーションにより予測した。

DDS 用リポソームに添加するコレステロールの役割を解明した。

流れ場における脂質分子膜の構造転移を解明した。DDS で重要な役割を果たす糖鎖とレクチン系の分子間相互作用の解明に FMO を適用し、そのモデリングに成功した。

**[分野名]** ナノテク・材料・製造（バイオテクノロジーとの融合）

**[キーワード]** 生体分子シミュレーション、大規模系の量子化学計算、量子・古典融合法、大規模系のシミュレーション手法、タンパク質の構造・機能シミュレーション、時間依存密度汎関数法、可分極連続体モデル

**[テーマ題目3]** シミュレーション基礎理論の研究開発（重点課題3）（運営交付金、外部資金）

**[研究代表者]** 浅井 美博

**[研究担当者]** 浅井 美博、伏木 誠、三宅 隆、（常勤職員3名）

**[研究内容]**

ナノスケールデバイスの伝導特性・電子物性・反応プロセスの解析・予測を行う為のシミュレーション技術とその基礎理論の開発研究を実施する。非平衡フォノンが電子伝導および熱伝導に及ぼす影響や熱電効果をシミュレートする理論計算手法を開発した。これを用いて共鳴領域における電子後方散乱とフォノン・ドラッグ効果により温度勾配が無い条件化でも非弾性的に発生する熱流が生ずることを見出した。トンネル領域にある分子の非弾性電流の第一原理量子化学シミュレーションを行うための計算手法を開発した。これを用いて分子に印加した非平衡電圧が非弾性チャネルの抑圧的な相関を大きく変化させることを見出した。これ等と関連して、非弾性トンネルスペクトルの線型の物質依存性を解明する相関を導出し、実験結果の解析に資した。

Full-Potencial LMTO 法に基づいた制限 RPA 法を開発し、3d 遷移金属および遷移金属酸化物に適用した。また GW 法のプログラムを並列化して単位胞20電子程度の局在電子系が扱えるようにした。

バナジウム酸化物の GW 計算と LDA+DMFT 計算を行い、自己エネルギーの詳細な解析から電子相関効果の議論を行った。また、ペーテ・サルピータ方程式の効果的アルゴリズムを完成させ、シリコンへの適用を成功させた。

**[分野名]** ナノテク・材料・製造

**[キーワード]** 電子輸送問題、電子相関、単一分子架橋系、強相関電子材料・光学材料、弾性電流、非弾性電流、GW

**[テーマ題目4]** 分子内基底関数重ね合わせ誤差補正法の開発と生体分子への適用（外部資金：文部科学省 科学研究費補助金基盤 C）

**[研究代表者]** FEDOROV Dmitri

**[研究担当者]** FEDOROV Dmitri（常勤職員1名）

**[研究内容]**

本研究ではフラグメント分子軌道（FMO）法の開発を継続。以下の成果を得た。

タンパク質などの巨大分子の量子化学計算を可能とする FMO 法に分子間、分子内基底関数重ね合わせ誤差補正法を開発した。

分離結合の適応固定軌道法を開発し、第一原理との誤差を削減できた。それによって、従来の方法では不可能であった共有結晶系としてゼオライトにおける小分子吸着適用に成功した。

開発した FMO 法を GAMESS に取り込み平成21年1月に無償公開した。

**[分野名]** ライフサイエンス

**[キーワード]** FMO、GAMESS、TDDFT、励起状態

**[テーマ題目5]** 次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発：次世代ナノ情報機能・材料次世代ナノ複合材料：高強度材料・超高集積デバイスの研究のためのシミュレーションソフトウェアの研究開発（外部資金：文部科学省主要5分野の研究開発委託事業）

**[研究代表者]** 寺倉 清之（研究顧問、北陸先端科学技術大学院大学）

**[研究担当者]** 土田 英二、池庄司 民夫、石橋 章司、香山 正憲（ユビキタスエネルギー研究部門）、田中 真悟（ユビキタスエネルギー研究部門）、橋本 保、田村 友幸、三宅 隆、石井 宏幸、椎原 良典、（常勤職員8名、他3名）

**[研究内容]**

ペタフロップス超最先端・高性能汎用スーパーコンピュータを利用することにより、次世代ナノ情報機能・材料のナノ分野におけるグランドチャレンジ問題を解決することを目的として、産学官共同研究体制の下、我が国の本分野における計算科学の総力を挙げて次世代ナノ情報機能・材料設計の学術的基盤を形成し、さらには産業技術への展開を目指して次世代ナノ統合シミュレーションソフトウェアの研究開発を、自然科学研究機構・分子科学研究所と共同で行う。

界面とナノスケール格子欠陥は、しばしば重要な材料の性能決定因子となる。本研究課題では、それらの構造と特性の相関を明らかにするために必要な計算手法、および、それを導入するためのプラットフォームとなる第一原理材料シミュレータの開発を行ない、実際の問題に適用する。

前年度に引き続き、DFT-PAW の理論的枠内で、局所エネルギー密度、応力密度を計算する定式化を検討した。その結果、静電エネルギー項については Maxwell 形式で統一的に与え、運動エネルギー密度については、ゲージ依存項が消える局所領域を定義し、その局所領域の積分値として、各々、局所エネルギー、局所応力を計算する、という方策を採用した。以上の定式化は、様々な物質の表面や界面、格子欠陥、ナノ構造のエネルギーや応力分布に適用可能であり、構造安定性や機械的性質の解明や設計に威力を発揮することが期待される。また、QMAS の実問題への適用例として、鉄系超伝導体関連物質や  $\text{LaAlO}_3/\text{SrTiO}_3$  系などのペロフスカイト酸化物積層膜の電子状態計算などに応用し、有用な研究成果を得た。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 第一原理電子状態計算、オーダーN 法、ナノ材料

【テーマ題目6】 電子移動を伴う化学反応を追う：電極／水溶液界面での第一原理シミュレーション（外部資金：文部科学省科学研究費補助基盤研究B）

【研究代表者】 大谷 実

【研究担当者】 大谷 実、池庄司 民夫  
(常勤職員2名)

【研究内容】

本研究では、電子移動を伴う電気化学反応を第一原理計算を用いてシミュレーションを行うことを目的としている。Pt 電極上の反応を知る上で界面構造の電位依存性を知ることが重要である。本年度は負電荷を印加した Pt-水界面構造の電圧依存性を調べた。電圧ゼロの界面においては酸素のローンペア軌道が Pt 表面に向けた0-down 構造が最も安定である。Pt に弱く電圧を印加すると0-down 構造は不安定になる。負電荷を大きくすると電場場と水の相互作用が支配的になり、H-up 構造は不安定になり、H-down 構造の存在確率が大きくなる。それと同時に H-down 構造同士を水素結合でつなぐように配置した水分子も同様に存在し Pt 表面の水は表面水平方向に2次元的な水素結合ネットワークを形成する。このネットワークの形成が水素吸着反応を送りやすくして、電気化学反応の活性化エネルギーを下げていると考えられる。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 電気化学反応、第一原理計算

【テーマ題目7】 単一分子伝導理論（外部資金：文部科学省科学研究費補助特定）

【研究代表者】 浅井 美博

【研究担当者】 浅井 美博（常勤職員1名）

【研究内容】

分子振動は電子系との非弾性相互作用を通じた熱発生過程に関与すると同時に電極フォノンとの連成を通じたエネルギー移動過程にも関わっている。この点を重視し、フォノン熱伝導と電子伝導の自己無撞着な理論計算を行った。その結果、非弾性的に発生した熱に流れの方向性が生じ、小さな熱流が温度無勾配下でも発生し得ることを見出した。これは、非平衡フォノンの影響からくるものと考えられる。今回の理論計算は今後の熱電変換特性に対する非弾性補正の研究に繋がる重要なものである。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 電子輸送、非弾性電流

【テーマ題目8】 グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発（外部資金：独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業）

【研究代表者】 長嶋 雲兵

【研究担当者】 長嶋 雲兵、神部 順子、桜井 鉄也、平野 恒夫（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

金属クラスターやタンパク質等の大規模分子系の現象を取り扱える系のサイズ拡大とパラメータの網羅的探索を可能とする分子シミュレーション環境の構築をめざし、グリッド技術を用いた大規模分子シミュレーションプログラムの開発を行った。

最終年度は、昨年度までに作成したプログラム群を用いて大規模計算を行い、性能評価と改良を行うのみならず、プロジェクト終了後のプログラム公開に向けたブラッシュアップとパッケージ化に作業の重点を移している。

20年度は、以下に示すそれぞれの研究項目の実行のために、既存の PC クラスタ等を用いて試行的プログラムを作成し評価を行った。最終年度はこれまでの研究結果をもとに Grid 上で稼働するプログラムの実装と性能評価を中心に開発を実施した。

具体的項目は以下の通りであった。

① FMO-MO プログラム・PC クラスタ版の公開へ向けた準備

PC クラスタ向けに開発された FMO-MO プログラムを、公開へ向けて取りまとめる作業を開始した。具体的には、プログラムのパッケージ化と、マニュアルや実行サンプルの作成を行った。そのプログラムパッケージを共同研究者に利用してもらい、ユーザーからの意見を取り込み、公開へ向けた準備を行った。

② FMO-MO プログラム・グリッド版の作成と改良

グリッド化された GFMO プログラム、及び GFMO-MO プログラムの接合を行った。具体的には、既に設計されたインターフェイスを基に、グリッド環境での一連の実行が可能なプログラムの作成を行った。また、大規模計算のための、GFMO プログラム、及び GFMO-MO プログラムの改良として分散共有メモリー型アルゴリズムの開発と実装を行った。

### ③ 大規模計算の実行

開発された GFMO-MO プログラムの、現実的な系を用いた大規模分子シミュレーションへ適用として、上皮細胞増殖因子受容体 (EGF-R) の FMO-MO 計算を行った。この大規模分子シミュレーションを用いて、抗がん治療の標的分子として注目されている EGF-R のリガンド分子との特異的分子認識機構を明らかにすることを試みた。本計算は20年度世界最大の系の計算となった。

### ④ ポテンシャル面探索分散処理システム的设计

20年度は、ポテンシャル面探索システムの多次元化を行い、より大きな分子の多次元ポテンシャルの効率よい計算が可能となるシステム構築を行った。これを用い CoH、CoCN、NiCN、FeCN、MgNC/MgCN、HOO、HCO などの高精度の分子定数計算を行った。

[分野名] バイオサイエンス

[キーワード] グリッド化、大規模分子シミュレーション

[テーマ題目9] 第一原理分子動力学計算による非秩序相の多形の研究 (外部資金：文部科学省科学研究費補助金若手B)

[研究代表者] 森下 徹也

[研究担当者] 森下 徹也 (常勤職員1名)

[研究内容]

本年度は、通常のアモルファス Si (低密度アモルファス LDA) と異なる第2のアモルファス相 (高密度アモルファス HDA) の様々な物性を第一原理分子動力学により調べた。

LDASi は局所的に四面体構造を保持しており、それがネットワーク状に繋がっている。一方、HDASi はひずんだ四面体構造にさらにひとつの原子が侵入した構造を取っている。密度汎関数計算に基づく電子状態計算を行ったところ、LDA は半導体であり、HAD は金属的であることが理論的に確かめられた。

[分野名] 第一原理分子動力学

[キーワード] シリコン、分子動力学、第一原理計算、過冷却、液体、相転移、多形、ガラス

[テーマ題目10] 複合的シミュレーション手法を用いた酵素機能の理論予測 (外部資金：文部科学省科学研究費補助金若手B)

[研究代表者] 石田 豊和

[研究担当者] 石田 豊和 (常勤職員1名)

[研究内容]

本研究の目的は、大規模高精度な量子化学計算と分子動力学計算を組合せた複合シミュレーション技術を基盤として、タンパク質の構造機能相関を明らかにする事にある。特に、酵素触媒要因の中でタンパク質の極性環境が反応に与える影響を明らかにする事が本研究の課題である。このため(1) *ab initio* 電子状態計算を基盤として溶媒和タンパク質環境をリアルに扱うモデルを確立と、(2) 自由エネルギーレベルで酵素反応の記述を可能とする技術の確立を目指す。本年度は対象系として、遷移状態の安定化が主な要因と推測される酵素 (Chorismate Mutase) を取り上げて、方法論の詳細な検討を行った。

天然型酵素の反応機構に関して、QM/MM 計算による反応経路のモデリングとフラグメント (FMO) 法を組合せた階層的な解析手法を駆使する事で、タンパク質環境の作り出す静電場の効果、およびタンパク質の分極の程度を見積もる事に成功した。

[分野名] バイオサイエンス

[キーワード] 電子状態計算、分子動力学計算、QM/MM 法、自由エネルギー計算、酵素反応、Chorismate Mutase、FMO 法

[テーマ題目11] DDS ナノ粒子の分子シミュレーションの研究開発 (外部資金：独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業)

[研究代表者] 三上 益弘

[研究担当者] 三上 益弘、内丸 忠文、都築 誠二、篠田 渉、古明地 勇人、Dmitri FEDOROV、三浦 俊明、森下 徹也、石田 豊和、西尾 憲吾、中村 壮伸、澤田 敏彦 (常勤職員10名、他2名)

[研究内容]

本研究では、リポソームを用いた DDS 設計に利用できる DDS シミュレータを開発する。そのために、DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発、糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発、DDS シミュレータのシステム開発を実施する。

本年度は、DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発、糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発、DDS シミュレータのシステム開発の各研究項目について下記の研究を実施した。

(a) DDS ナノ粒子設計シミュレーション技術の研究開発では、脂質二重膜 (DPPC と Cholesterol の混合系) の構造と物性 (表面張力、弾性定数など) の研究をした。また、100 nm のリポソームのシミュレーションを行うために DPD (Dissipative Particle Dynamics) 法の並列化技術の開発を行い、リポソーム

ム形成における応力の役割を解明した。さらに、高速高精度自由エネルギー計算法であるエネルギー表示法の開発を行い、スフィンゴ脂質二重膜に対するコレステロールの溶媒和自由エネルギー計算を行い、コレステロールの膜透過の機構を明らかにした。

- (b) 糖鎖とレクチンの分子間相互作用解析の研究開発では、BSSE 補正等の機能を FMO 法に実装することによって、E-セレクトインと糖分子 (SLe<sup>x</sup>) 複合体の認識機構に関する FMO 法および FMO/PCM 法による昨年度までの解析結果をさらに精密化した。また、自由エネルギー空間上での糖鎖構造をマップし、糖鎖の Bioactive conformation を抽出することを試みた。これらと並行して、アミノ酸残基芳香環と糖分子の相互作用に関する精密計算等を行い、蛋白質と糖分子の相互作用ポテンシャルに関する知見の蓄積をした。また、トリインフルエンザ H5 とシアロ糖鎖の複合体モデリングと分子間相互作用解析を行った。

- (c) DDS シミュレータのシステム開発

平成19年度に開発した糖鎖分子、レクチン蛋白質のビルダーを改良すると共に、リボソーム、DDS ナノ粒子ビルダーの開発を行った。

[分野名] バイオサイエンス

[キーワード] レクチンと糖鎖の分子間相互作用解析、DDS ナノ粒子の血管内における流動解析、DDS ナノ粒子設計、マルチスケールシミュレーション技術

[テーマ題目12] 強相関電子系のための第一原理計算手法の開発 (外部資金：文部科学省 科学研究費補助金特定)

[研究代表者] 三宅 隆

[研究担当者] 三宅 隆 (常勤職員1名)

[研究内容]

相関電子系では密度汎関数法 (DFT) に基づいた標準的な第一原理電子状態計算法が困難を抱える。この問題を克服する計算方法の開発と応用を目的とする。前年度までに開発したプログラムを用いて、本年度は Si と Ge の新構造体の計算を行った。体心正方構造 (bct) を持つ新構造が準安定であることが DFT 計算でわかった。その電子状態を DFT と GW 近似を併用して調べ、bct-Ge が半金属であることを予言した。また昨年度開発した制限 RPA 法を鉄系新超伝導体の母物質に適用した。その結果、LaFeAsO は中程度の相関を持つ多バンド系であることが明らかになった。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 第一原理計算、強相関電子系

[テーマ題目13] 高分子電解質膜中でのプロトンダイナミクスと水輸送機構の解明 (外部資金：文部科学省科学研究費補助金特定)

[研究代表者] 崔 隆基

[研究担当者] 崔 隆基、土田 英二 (常勤職員2名)

[研究内容]

代表的な高分子電解質膜であるナフィオンならびに炭化水素系の電解質膜の特性を計算機シミュレーションの技術で解析した。本年度はナフィオン中でのプロトン伝導機構および水輸送の分子レベルでの詳細、電気浸透係数の解析を行った。また、同様に代表的な炭化水素系電解質膜 SPES を解析しナフィオンとの性能の差異について比較検討した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] ナフィオン、プロトン伝導

[テーマ題目14] 「水素貯蔵材料先端基盤研究事業／計算科学的手法に基づく水素吸蔵材料の特性評価とメカニズム解明に関する研究」 (外部資金：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)

[研究代表者] 小川 浩

[研究担当者] 小川 浩、手塚 明則、池庄司 民夫、王 昊 (常勤職員3名、他1名)

[研究内容]

- ① 第一原理計算に基づく水素貯蔵材料の特性評価に関する研究

前年度に引き続き、LaNi<sub>5</sub>及び NaAlH<sub>4</sub>という性質の異なる水素貯蔵物質を対象に、水素の拡散特性を解析した。水素の主要な拡散経路として、異なる水素吸蔵サイトを結ぶ最小エネルギー経路 (Minimum Energy Path, MEP) が想定される。そこで、第一原理計算コード QMAS とナッジドエラスティックバンド (NEB) 法を組み合わせて、MEP を高精度に決定した。

- ② 水素貯蔵メカニズムに関する分子動学的研究

金属系水素貯蔵材料の基本的な結晶構造である、B.C.C.および F.C.C.構造における水素吸蔵に伴う構造変化を分子動力学法により解析した。その結果、球状金属ナノ粒子の表面から水素原子を侵入させた際に、自発的な界面形成が一部で観察された。形成された界面は主に低シグマ値の対称傾角粒界で、一粒子当たり1~5程度で、時間とともにその数は減少した。また、ポテンシャルパラメータと結晶構造、水素吸蔵量に対する水素原子の拡散係数の変化を調べ、金属ナノ粒子への吸蔵水素の空間分布に対する影響を明らかにした。その他、圧力-濃度-温度 (P-C-T) 曲線のシミュレーション手法に関する検討も行った。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 水素貯蔵、拡散、表面、界面、第一原理計算、分子動力学

[テーマ題目15] 「次世代自動車用高性能蓄電システム

技術開発（要素技術開発）／リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発」（外部資金：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）

〔研究代表者〕 松本 一

〔研究担当者〕 都築 誠二（常勤職員1名）

〔研究内容〕

今年度はメサイド系アニオンからなるイオン液体の物性を支配する因子であるイオン間相互作用、拡散挙動に影響を及ぼす側鎖の回転障壁の解析を、第一原理分子軌道法（MO）によって検討した。最安定構造におけるLiイオンとの相互作用エネルギーの結果から、メサイド系アニオンとLiイオンの相互作用はアミド系アニオンの場合よりも弱いことが示唆され、Liイオンの輸送には有利な可能性がある事が分かった。

また、分子動力学計算（MD）によるイオン液体のイオン輸送特性の評価の可能性について検討するため、磁場勾配NMR法から求めた実測値との比較からイオン種の自己拡散係数の予測について、実測値が豊富なアミド系、ボレート系について詳細に検討し、モデルの妥当性について検討した。その結果、イオン構造と自己拡散係数の相関性について実測値と良い一致を得られ、計算科学的手法によるイオン液体の設計の可能性が高くなった。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 メサイド系アニオン、イオン輸送特性、イオン間相互作用、拡散、第一原理分子軌道法（MO）

〔テーマ題目16〕 シングルナノワイヤトランジスタの知識統合的研究開発 ナノシミュレーションによる構造・電子状態・物性解析技術の研究開発ナノワイヤの構造解析技術の研究（外部資金：経済産業省研究開発課ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発）

〔研究代表者〕 三上 益弘

〔研究担当者〕 三上 益弘、森下 徹也、宮崎 剛英、西尾 憲吾、美馬 俊喜（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

量子効果が顕在化するナノワイヤトランジスタを対象に、原子スケールの構造安定性、不純物分布、電気特性などを予測・解析できるシミュレーション法の要素技術を開発した。具体的には、シリコンナノワイヤの新奇構造を予測する分子動力学シミュレータを開発し、フラーレンケージを有するナノワイヤの構造安定性を明らかにした。さらに、その電子状態計算を系統的に行い、その電気的特性を明らかにした。また、ナノワイヤ表面近傍の不純物析出のモデリング技術の開発を行った。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 シリコンナノワイヤ、自己組織化プロセス、分子動力学シミュレーション、電子状態計算

〔テーマ題目17〕 1. 金属／遷移金属酸化物界面の電子状態制御 2. 界面における強相関相転移を利用したスイッチ機能の開発（外部資金：独立行政法人科学技術振興機構戦略的創造事業）

〔研究代表者〕 石橋 章司

〔研究担当者〕 石橋 章司（常勤職員1名）

〔研究内容〕

種々の酸化物薄膜成長の基板に使用されるSrTiO<sub>3</sub>について、表面近傍での酸素欠陥安定性の計算を開始した。最局在ワニア関数を用いて第一原理計算からモデルハミルトニアンでの軌道のエネルギーや軌道間の飛び移り積分を見積もることが可能となった。クーロン相互作用のパラメタU<sub>eff</sub>の計算の準備を開始した。また、平成19年度にその整流特性を変化させることが出来ることを実証したPt/TiO<sub>2</sub>/Ptダブルショットキー界面構造にて、本年度はさらに金属／遷移金属酸化物界面の酸化状態を制御することによってその理想係数と酸化状態との相関を明らかにすると共に、酸素欠陥が電界によって移動するモデルを提唱した。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 界面構造、酸素欠陥、第一原理計算

〔テーマ題目18〕 FMO-MDの実装と応用（外部資金：独立行政法人科学技術振興機構）

〔研究代表者〕 古明地 勇人

〔研究担当者〕 古明地 勇人（常勤職員1名）

〔研究内容〕

今年度は、FMO-MD法の汎用性を上げるために、動的フラグメント化アルゴリズムの改良を行った。従来は、対象分子毎に、アルゴリズムとプログラムを作り直す必要があったが、今年度は、「溶媒中に浮かんだ低分子化合物」に関しては、一般性のあるアルゴリズムとプログラムを作成した。具体的には、原子間の距離分布をクラスタ解析して共有結合している原子クラスターを一つのフラグメントにまとめ、さらに水素結合しているとみなせるフラグメントを融合させるというアルゴリズムである。また、動的フラグメント化プログラムは、従来は独立したプログラムを用いていたが、今回はMDプログラムPEACHに内蔵することで、インターフェースプログラムを単純にすることができた。この新しい、汎用化動的フラグメント化アルゴリズムをテストしたところ、水やフッ化水素などの水素結合系で安定に作動することが確認できた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 FMO-MD法、全電子反応シミュレーション

ョン

〔テーマ題目19〕GW法に基づいた強相関電子系シミュレーション手法の開発と応用（外部資金：独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造事業）

〔研究代表者〕三宅 隆

〔研究担当者〕三宅 隆、Ferdinand ARYASETIAWAN、Jan M. TOMCZAK  
（常勤職員1名、他2名）

#### 〔研究内容〕

密度汎関数理論などの大域的電子構造計算と低エネルギー有効モデルに対する多体論的手法の複合的手法により相関電子系の精緻な取り扱いを行うことを目的とする。5年プロジェクトの2年目である本年度は、次の二つの課題に取り組んだ。

##### ① 遷移金属酸化物の電子励起状態

前年度開始した  $\text{VO}_2$  の GW 計算を完成させた。絶縁相は通常行っている密度汎関数法の解を出発点とした非自己無撞着計算では再現できず、自己エネルギー効果を反映して波動関数と1電子準位を更新する必要があることがわかった。LDA と cluster DMFT を組み合わせた解析も行った。絶縁相のスペクトル関数が静的な自己エネルギーに対する準粒子バンド構造でよく再現できるのに対し、金属相は準粒子バンドで記述できないサテライト構造が顕著で、金属相の方が相関効果が強く見えるという興味深い結果を得た。また LDA+DMFT 法に基づいて光吸収スペクトルを計算する方法を開発し、関連物質である  $\text{V}_2\text{O}_3$  に適用した。

##### ② 制限 RPA 法による低エネルギー有効モデル導出

制限 RPA 法と最局在ワニエ関数を組み合わせたダウンフォールディング法の多元系への適用を開始した。世界的に集中的な研究が展開されている鉄オキシニクタイト新超伝導体の母物質に対してダウンフォールディング法を適用し、定量的な低エネルギー有効モデルを導出した。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕ダウンフォールディング法、DMFT 法、GW 近似、遷移金属酸化物への応用

#### ⑩【生物機能工学研究部門】

(Institute for Biological Resources and Functions)

(存続期間：2002. 9. 1～)

研究部門長：巖倉 正寛

副研究部門長：丹羽 修

上席研究員：石田 直理雄

主幹研究員：山岡 正和、矢吹 聡一

所在地：つくば中央第6、つくば中央第5

人員：65名（63名）

経費：713,911千円（346,718千円）

#### 概要：

##### 1. ミッション

広い意味でのバイオプロセスに関連する技術体系等の整備に努め、持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化等への貢献を目指し、多種多様な生物の生命活動の基本である生物機能を発見、解析、理解し、これら知見の整理、集積化、システム化を行うとともにこれら成果・情報を発信している。さらに、研究部門一般に課せられた共通のミッションであるプラットフォーム機能を果たすために、国内外のライフサイエンス、バイオテクノロジー分野の動向把握に努め、将来に向けた技術の芽を発掘・育成するとともに人材育成に取り組んでいる。

##### 2. 研究の概要

我が国におけるバイオテクノロジー／ライフサイエンス分野における真の産業活性化においてバイオプロセス産業の本格化に対する期待感是非常に大きいといえる。そこで、「バイオプロセスにかかる技術体系を整備し社会に提供する」ことの実現を目指し、本研究部門では、バイオプロセスを構成する技術要素の分析、すなわち、技術を構成する基礎原理の理解・解明、技術レベルの現状、未来展望、社会的要請等の理解・分析により戦略的に課題を設定し研究開発を進めている。一方、本研究部門の研究活動は、社会資本を活用しているため、高い倫理観と社会に対する説明責任の観点を重視すると共に種々の観点での社会貢献のあり方を常に模索し実践している。

具体的には、「Win-Win 関係構築」を常に意識しながら、以下の7つの研究開発項目について、重点的に取り組んだ。

##### 1. バイオマーカーの同定・検出・評価の研究

生物時計などの生体リズムの分子機構を解明するため、リズムの発生や伝達に関係する分子をマーカー分子として時刻依存型疾患などの生体リズムの失調が関係する疾患の原因追求に供することを目的に研究を行い、肥満に起因する血栓傾向を時計分子 PER2が抑制している可能性を見出した。さらに生物時計蛋白 CRY1と結合する MYBBP1A が Per2プロモーター上に CRY1とともにリクルートされることにより転写を負に制御するコリプレッサーとして機能することを見いだした。また、冬眠に関わるペプチドの上流解析系を確立し、脂質代謝制御因子 PPAR $\alpha$ が時計を制御する事を見出していたが、今年度は、PPAR $\alpha$ リガンドによる体内時計の調節機構に、PPAR $\alpha$ の活性化によって肝臓で発現誘導される FGF21



が関与していることを見いだした。

## 2. 高機能化学物質・酵素・食品素材の研究

生理活性をもつ天然物を探索し、その構造と機能の解析を行うことにより、これら天然物を機能性食品に利用する技術開発を目的に、ナツメグから得たフェニールプロパノイド化合物およびリグナン化合物がマウス前駆脂肪細胞に対して負のアドipoサイトカインである PA-1 の産生を抑制することを明らかにした。また、胡椒からアディポネクチン産生増強物質としてピペロレイン A およびピペロレイン B を分離した。さらに、カフェー酸誘導体の一種（コーヒー豆に含まれる化合物の一つ）がヒト皮膚3次元モデルでアルブチンよりも数十倍強力なメラニン産生抑制作用を有することを見出した。

## 3. 高効率遺伝子資源開発の研究

バイオプロセスの高度化や新規高付加価値製品の開発に利用可能な微生物及び遺伝子の効率的な探索技術の研究開発を行い、未知微生物資源の効率的な探索技術の開発を進め、これまでに400株を超える真菌株と細菌株の純粋分離に成功し、このうち、系統学的新規性が特に高い10種について機能解析を行った。また環境中から高いセルロース分解活性を示す微生物や高濃度のアルコールに耐性を示す微生物の分離も行った。メタゲノムライブラリの構築を行い、ヒト乳癌細胞に対し強い抗腫瘍性を示す化合物の合成酵素遺伝子や芳香環分解遺伝子の取得に成功した。環境メタトランスクリプトーム解析による有用遺伝子の探索を開始した。社会性アブラムシの研究から、虫こぶにできた植物組織の傷を、アブラムシが体液由来のかさぶたで塞ぎ、さらにアブラムシが植物組織の再生をうながすことにより、植物組織の創傷治癒過程を昆虫が支配していることを見いだした。さらに、マルカメムシの腸内共生細菌 *Ishikawaella* の全ゲノム配列（745,590塩基対、613遺伝子）の決定しゲノム構造や遺伝子組成、進化パターンなどについて詳細な解析を行った。

## 4. バイオプロセス高度化の研究

有用な機能を持った酵素などの生体高分子や核酸及び脂質を効率よく製造するため、個々の標的遺伝子に対して最適な遺伝子改変技術を適用し、機能性核酸や機能性脂質等をバイオプロセスにより効率よく生産する方法を確立することを目的に、RNA 合成酵素（CCA 付加酵素）と変異体 RNA との複合体構造決定を行い、CCA 付加酵素が RNA の末端をモニターする仕組みの分子基盤を X 線結晶構造解析、生化学的解析によって明らかにした。また、正しいタンパク質を生合成する上で極めて重要である tRNA アンチコドン一文字

目のヌクレオシド修飾機構について、この修飾に関わる蛋白質 *GidA* の X 線結晶解析を行い、特異性の分子基盤および反応機構を明らかにした。出芽酵母に、 $\Delta 12$ 不飽和化酵素遺伝子、 $\Delta 6$ 不飽和化酵素遺伝子と鎖長延長酵素遺伝子を同時に発現させて高度不飽和脂肪酸である DGLA を効率的に生産させる系を構築している。今年度はこの酵母における脂質合成酵素遺伝子 *DGA1* が転写因子 *SNF2* の破壊によって顕著に増加し、さらに出芽酵母を窒素源制限下で培養することによって増加することを見出した。蛋白質 A をフレームとしたリガンドに関しての網羅的な1アミノ酸変異体遺伝子の作製を行い、ほぼすべての1アミノ酸置換変異体遺伝子の作製を終えた。変異遺伝子それぞれを大腸菌で発現・分離精製を行い、その機能の測定をほぼ完了させた。また、蛋白質 G をフレームとしたリガンドに関して、網羅的な1アミノ酸置換変異体遺伝子の作製を行った後、それぞれを大腸菌で発現・分離精製を行い、精製した蛋白質のライブラリーを作製し、その機能の測定を進めた。

## 5. バイオ製品管理技術の研究

タンパク質医薬等のバイオ製品の性能評価及び品質管理等に係る技術体系を構築するため、生体分子の特性評価方法の開発、配列-構造-機能相関の理解に基づく品質管理方法の開発及び生体分子の安定化機構の理解に基づく生体分子の品質管理技術の開発を目的に以下の研究を行った。タンパク質の部分セグメントの自律性を評価する新たなアルゴリズムを考案し、これと局所構造の配列プロファイルを組み合わせることで、タンパク質分子の低リスク改変を可能とする新たな分子設計技術「自律セグメント最適化法」を開発した。開発した手法を評価・実証するため、抗体結合性タンパク質蛋白質 G に適用し、抗体に対する親和性は変化しないまま、熱安定、変性剤耐性、およびプロテアーゼ耐性が野生型に比べ大きく向上した変異体の作成に成功した。電気化学法と SPR 法を用いたバイオマーカ検出のための免疫測定を同一基板上で行うことで、尿中のガンや糖尿病などの疾病マーカ分子の検出を精度良く行うためのチップを開発した。ソフトインターフェイスを利用したタンパク質の高感度認識膜の開発として、新規に合成した、末端にトリエチレングリコール基を有するチオールを非特異吸着抑制分子として、末端に二糖（マルトシド）を有する分子認識膜とのハイブリッド膜を作製し、蛋白質（Con A）を高い親和性と低い非特異吸着性の効果により認識できることを見だし、非特異吸着抑制分子の長さを変化させた時の分子認識能の変化と、

膜分子の電気化学還元脱離の際の電気量から膜の密度を評価し、膜分子の密度と高さ方向の構造が特に重要であることを明らかにした。

6. バイオ環境評価・リスク管理技術開発の研究

土壌からの DNA 抽出効率を評価する評価系を構築し、日本国内の様々な土壌における DNA 抽出効率を評価した。その結果を基に、バイオレメディエーション利用指針の運用に資することを旨とし、微生物の開放系利用マニュアルの策定を進めた。好アルカリ性乳酸菌 *Alkalibacterium psychrotolerans* による L-乳酸の生産について検討し pH10、30℃では菌の増殖は24時間で最大に達した。48時間培養した結果、消費グルコース当たり88%の収率で濃度21 g/L（光学純度99.1%）の L-乳酸が得られることを見いだした。プラスチック材料として重要なエチレン等の短鎖炭化水素について、その生物変換の可能性を検討するため、それらの分解菌のスクリーニングを行い、分解活性と分解酵素遺伝子について検討を行った結果、新しいタイプのエタン酸化酵素と考えられる遺伝子を見いだした。

7. バイオ計測国際標準化の研究

国際度量衡委員会、物質標準委員会におけるバイオ計測の国際標準化において、計測標準研究部門と共同でその検討ワーキンググループに参加するとともに、RNA 定量や、穀物由来の DNA 定量などに参加した。同時に、核酸標準物質の供給に向け、その均質性、安定性等の試験方法の確立を進めた。核酸や動物細胞を中心に、それら生体由来物質の計測（バイオメジャー）技術を進展させるための有用な基盤技術の開発を行った。核酸を配列特異的に検出、定量を行う新規な手法を開発した。特に血病マーカー遺伝子の一つである WT1 mRNA を簡便かつ正確に定量する新規技術（ABC-LAMP 法）の開発を行った。

外部資金：

環境省受託研究費（公害）「石油流出事故等海洋の汚染や浄化に係わる環境微生物の分子遺伝学的解析・評価に関する研究」

環境省受託研究費（公害）「生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関する研究」

環境省受託研究費（その他）「複合微生物解析による環境質評価のための迅速・網羅的微生物検出・定量技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費「生物機能活用型循環産業システム創造プログラ

ム・省エネルギー技術開発プログラム／植物機能を活用した高度モノづくり基盤技術開発／植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発（植物の統括的な遺伝子の発現制御機能の解析）」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費「知的基盤研究開発事業／DNA チップの互換性向上のための SI トレーサブルな核酸標準物質作製・評価技術の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費「新機能抗体創製技術開発／高効率な抗体分離精製技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費「新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導研究開発）／酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構助成金「化学増幅を用いた携帯可能な超高感度診断チップの開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構助成金「蛍光消光現象を利用した革新的な遺伝子定量技術の開発と微生物産業利用における安全性評価・リスク管理への応用」

文部科学省科学研究費補助金「3次元ナノ相分離膜構造と高感度分子認識能の動的解析」

文部科学省科学研究費補助金「ホソヘリカメムシにおける宿主-共生細菌間相互作用に関する研究」

文部科学省科学研究費補助金「微生物燃料電池システムの高効率化に関する研究」

文部科学省科学研究費補助金「4者系の共進化：クリシギゾウムシ・寄生植物・寄生蜂・共生細菌系の適応進化を探る」

文部科学省科学研究費補助金「tRNA アンチコドンの転写後修飾における酵素反応機構の分子的基盤解明」

文部科学省科学研究費補助金「社会性アブラムシの兵隊階級にみられるゴール修復の分子基盤の解明」

文部科学省科学研究費補助金「共生細菌による宿主昆虫の生殖操作の分子機構の解明」

文部科学省科学研究費補助金「局在プラズモン共鳴測定用チップの開発と生体分子間相互作用解析」

文部科学省科学研究費補助金「抗レトロウイルス作用のあるデアミナーゼの構造基盤」

文部科学省科学研究費補助金「核内受容体を介した体内時計の制御機構の解明」

文部科学省科学研究費補助金「水質浄化プロセスの高度化を志向した迅速・簡便・正確な微生物モニタリング技術の開発」

文部科学省科学研究費補助金「メタゲノムライブラリーを利用した未知遺伝子スクリーニング法の開発」

文部科学省科学研究費補助金「インテグロン・ジーンカセットメタゲノム解析の基盤整備とその有効性評価」

文部科学省科学研究費補助金「転写制御蛋白質による転写終結領域の構造変化と機能解析」

文部科学省科学研究費補助金「ナノカーボン薄膜電極を用いたメチル化 DNA 定量デバイスの開発」

文部科学省科学研究費補助金「ナノレベルで構造規制したバイオインターフェースの構築と機能制御」

文部科学省科学研究費補助金「アミロイド線維の構造形成における基本的共通原理の解明と検出技術への応用」

文部科学省科学研究費補助金「唾液腺細胞における末梢時計機構の解明」

文部科学省科学研究費補助金「巨大粒子ボールト核酸の機能解析」

文部科学省科学研究費補助金「RNA 合成における翻訳因子の役割の解明」

文部科学省科学研究費補助金「脊椎動物吸血性昆虫類における新規共生細菌の多様性、進化的起源、生物機能の解明」

文部科学省科学研究費補助金「メタゲノム及び進化工学的手法によるリグノセルロース系廃棄物の微生物分解」

発表：誌上発表124件、口頭発表250件、その他47件

## 生物資源情報基盤研究グループ

(Microbial and Genetic Resources Research Group)

研究グループ長：花田 智

(つくば中央第6)

概要：

未知微生物・遺伝子資源の探索・解析

自然環境及び排水処理システムなどの人工環境中に存在する新規微生物資源の探索、並びに分離培養を経ない手法による微生物の多様性解析及びこれら微生物群の機能解析に関する研究を継続的に実施した。また、これまで全く培養されてこなかったものの、環境中で重要な役割を果たしていると思われる微生物群の純粋分離を行った。さらに、特定環境の全ゲノムから、ゲノムライブラリーを作製し、有用遺伝子を探索するメタゲノム手法の開発を開始した。その結果これまでに知られていなかった未知化合物を要求する新規な共生微生物、分類系統的に新規な微生物群を多数純粋に培養することに成功するとともに、環境ゲノムライブラリーからの有用遺伝子探索技術の確立にも成功した。

研究テーマ：テーマ題目1

## 生物共生相互作用研究グループ

(Biological Interactions and Symbiosis Research Group)

研究グループ長：深津 武馬

(つくば中央第6)

概要：

非常に多くの生物が、恒常的もしくは半恒常的に他の生物（ほとんどの場合は微生物）を体内にすまわせている。このような現象を「内部共生」といい、これ以上ない空間的な近接性で成立する共生関係のため、極めて高度な相互作用や依存関係が見られる。このような関係からは、しばしば新規な生物機能が創出される。共生微生物と宿主生物がほとんど一体化して、あたかも1つの生物のような複合体を構築することも少なくない。

我々は昆虫類におけるさまざまな内部共生現象を主要なターゲットに設定し、さらには関連した寄生、生殖操作、形態操作、社会性などの高度な生物間相互作用を伴う興味深い生物現象について、進化多様性から生態的相互作用、生理機能から分子機構にまで至る研究を多角的なアプローチから進めている。

我々の基本的なスタンスは、高度な生物間相互作用を伴うおもしろい独自の生物現象について、分子レベルから生態レベル、進化レベルまで徹底的に解明し、理解しようというものである。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3、テーマ題目

4

## 酵素開発研究グループ

(Enzyme Exploration Research Group)

研究グループ長：宮崎 健太郎

(つくば中央第6)

概 要：

本グループは、微生物スクリーニング、ゲノムインフォマティクス、メタゲノム手法などを組み合わせ、産業上有用な微生物、酵素、遺伝子をスクリーニングすることを目的とする。また、進化分子工学や立体構造に基づいた理論的なアプローチによりタンパク質の機能改変を行い、その構造－機能相関を明らかにするとともに、産業上有用な形質の付与を行う。本年度は、メタゲノムを活用した有用酵素のスクリーニングを重点に研究を進めた。

研究テーマ：テーマ題目5、テーマ題目6、テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10、テーマ題目11

機能性核酸研究グループ

(Functional Nucleic Acids Research Group)

研究グループ長：富田 耕造

(つくば中央第6)

概 要：

RNA は単なる DNA のコピーではなく、生体内において多岐にわたる生命現象に関与していることが報告されてきている。したがって、RNA の合成、代謝、あるいは転写修飾の分子構造基盤研究は RNA の機能発現制御を理解するうえで非常に重要な研究となりつつある。本研究グループでは、RNA 合成システム、さらに RNA 合成とカップルした RNA の3' 末端プロセス装置、さらに RNA の修飾の機能構造基盤研究を生化学的および構造生物学的アプローチを通して明らかにすることを目的とする。

研究テーマ：テーマ題目12、テーマ題目13

蛋白質デザイン研究グループ

(Protein Design Research Group)

研究グループ長：巖倉 正寛

(つくば中央第6)

概 要：

欲しい機能を有する蛋白質を思いのままに創製することは、蛋白質科学における究極の目標である。我々は、配列空間探索というコンセプトのもとに、新しい観点からの蛋白質デザイン法の開発に取り組んでいる。そのために、蛋白質に網羅的に1アミノ酸置換変異を導入し、得られた変異型蛋白質の特性解析を行っている。また、蛋白質をデザインするという事はアミノ酸配列空間における地形解析であるとのコンセプトのもとに、個々の変異効果について曖昧な加算性を仮定した適応歩行による蛋白質デザイン法を提唱し、その広範な利用を推進している。特に、このデザイン法の

実証として、アフィニティ・リガンドの設計を目指している。また近年、蛋白質医薬品製造分野が急速に成長しており、抗体医薬品製造・精製のプラットフォーム技術が要望されているが、当グループで開発した蛋白質の配向制御固定化技術を用いることにより、こうした技術としてのアフィニティ精製技術の開発に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目14

脂質工学研究グループ

(Lipid Engineering Research Group)

研究グループ長：山岡 正和

(つくば中央第6)

概 要：

脂質は生体内で重要な働きをするバイオ分子のひとつである。その機能は様々な生理活性から膜タンパク質の機能発現のための「場」の提供、さらには生体膜の構築まで広い範囲にわたっている。このように脂質が本来有する機能は極めて魅力的であるが、その供給源を天然に求める限り、いくつかの問題は避けられない。ひとつは天然には存在しない脂質は決して得られないこと、もうひとつは時として高効率に得ることが困難であることが挙げられる。このような背景から、当グループは自在に脂質を合成（生産）しうる2つの代表的な手法、すなわち有機合成法及び微生物による生物生産法を採用し、有用な脂質の効率的生産法の確立、及び得られた脂質の応用を目標に設定する。有用脂質の創製という目標に対して有機合成と微生物による生産という2つの方向からアプローチすることが当グループ最大の特徴である。この多角的な合成（生産）手法により、広範な脂質の合成（生産）、そしてその応用を視野に入れることができるものと考えている。

研究テーマ：テーマ題目15、テーマ題目16

健康維持機能物質開発研究グループ

(Physiologically Active Substances Research Group)

研究グループ長：丸山 進

(つくば中央第6)

概 要：

各種生活習慣病の防止や改善、皮膚の健康維持のための機能性物質を開発し、特定保健用食品、化粧品などとして実用化することを目標とする研究を行っている。以前の研究で見出した食品由来の血圧降下ペプチドを含有する飲料は「血圧が高めの方の特定保健用食品」の表示が初めて許可された食品として実用化され、最近では海外でも広く商品化されている。また、沖縄の2種類の亜熱帯植物から得た抽出物を化粧品原料として実用化している。本年度は、皮膚のメラニン合成

抑制、アディポサイトカイン産生調節などの活性物質の探索、精製、構造解析、機能解明を行い、新たなスクリーニング系の開発なども行った。

研究テーマ：テーマ題目17

#### 分子認識研究グループ

(Molecular Recognition Research Group)

研究グループ長：丹羽 修

(つくば中央第6)

概要：

新原理に基づく、高機能なセンシング素子実現を目的として、分子認識・バイオセンシングのための基盤技術となる、ナノカーボン薄膜電極、分子認識ソフト界面を形成する分子の創成や、それらを利用したナノ構造単分子膜修飾基板の開発を行った。ナノカーボン膜では、電気化学活性化したカーボン膜の表面を解析し、多くの生体分子の測定に適した表面を得ることができた。次に分子認識ソフト界面を形成する分子として、ホスホリルコリンやオリゴエチレングリコールを導入した分子を合成し、その優れた非特異吸着抑制機能を確認した。また、免疫センシング素子として尿中の疾病マーカーをその濃度補正分子であるクレアチニンと共に表面プラズモン共鳴法で測定するチップの開発と実サンプルでの測定実証、及び前年度合成した非特異吸着抑制膜を用いた電気化学イムノアッセイに応用し、感度を低下させずに非特異的名吸着を抑制することなどを確認した。

研究テーマ：テーマ題目18

#### 生物時計研究グループ

(Clock Cell Biology Research Group)

研究グループ長：石田 直理雄

(つくば中央第6)

概要：

生物には体内時計が存在し、睡眠・覚醒・血圧・体温など様々なサーカディアンリズム（日内リズム）を制御している。体内時計の分子的正体は、ここ10年余りの研究の結果、主に4種類の体内時計分子（CLOCK/BMAL/CRY/PER）による転写活性化と不活性化の周期的変動であることが明らかになってきた。我々は第1に、サーカディアンリズムを支配している体内時計のリズム発振機構を、マウスやショウジョウバエなどのモデル動物を用いて分子レベルで解明することを目的とする。第2に、疾患の発症及び治療薬の薬効・副作用を時間生物学的な観点から解明し、国民の健康医療の増進に寄与することを目指す。

研究テーマ：テーマ題目19

#### 分子細胞育種研究グループ

(Molecular and Cellular Breeding Research Group)

研究グループ長：本田 真也

(つくば中央第6)

概要：

細胞や生体分子が有する高度な機能の広範な産業利用を促すため、これらを合目的に改良する新たな基盤技術（分子細胞育種技術）の研究開発を行う。その遂行においては、細胞や生体分子が高い機能を実現する合理的な機械であるという側面とそれらが長久の進化の所産であるという側面を合わせて深く理解することを重視し、そこに見出される物理的必然性と歴史的偶然性を有機的に統合することで、新たな「育種」技術の開拓を図ることを基本とする。また、技術開発課題の立案においては、内外のライフサイエンス・バイオテクノロジー分野における技術ニーズを把握し、現実的な社会還元が期待される適切な対象と方法論を選択することに努める。

研究テーマ：テーマ題目20、テーマ題目21

#### バイオセンシング技術研究グループ

(Biosensing Technology Research Group)

研究グループ長：矢吹 聡一

(つくば中央第6)

概要：

バイオセンシングのための基盤技術開発として、材料薄膜や単分子膜修飾用分子の開発、界面分子の評価技術の開発などを行った。薄膜材料の開発としては、酵素等を簡便迅速に固定化する方法として、イオン性液体を利用したタンパク質の固定化方法の開発を行った。単分子修飾用分子の開発では、金基板に自己集積可能な分子のうち、糖が結合している新規分子を合成した。界面分子の評価技術においては、基板表面の人工生体膜分子の物理化学的評価方法の開発に着手するとともに、表面走査型顕微鏡や走査型プローブ顕微鏡を用い、界面上に存在する生体分子の状態評価についての検討に着手している。

研究テーマ：テーマ題目22、テーマ題目23

#### 環境保全型物質開発・評価研究グループ

(Environmentally Degradable Polymer Research Group)

研究グループ長：相羽 誠一

(つくば中央第6)

概要：

持続可能な循環型社会の実現に貢献するため、環境調和型高分子素材の開発及びその評価技術の確立を目標として、生分解性高分子素材の高機能化技術の開発を行うとともに、微生物や酵素等の機能を活用して、石油および高分子素材の生分解性評価及び生物学的処理に関する新規技術を開発する。

環境調和型高分子素材の評価技術の確立のため、高

分子合成、高分子特性分析などの高分子化学的な観点と同時に、環境中の微生物の分離培養、微生物の機能解析、微生物酵素利用などの応用微生物学的な観点の両面を調和させながら研究を推進する。

研究テーマ：テーマ題目24

### バイオメジャー研究グループ

(Bio-Measurement Research Group)

研究グループ長：関口 勇地

(つくば中央第6)

概 要：

(1) 産業や医療分野などでのバイオメジャー項目の国内及び国際的な標準化（標準プロトコルの作成、標準物質の整備など）に資する技術開発と基盤整備  
バイオメジャー（生体由来物質の計測）は広く産業、医療分野等において行われているが、その計測のトレーサビリティ体系は未整備であり、国内および国際的なレベルでの計測の標準化は今後の大きな課題である。本課題では、バイオメジャー標準化の推進に向け、そのための課題整理とニーズ調査を進めるとともに、そのために必要な技術的検討を行った。国際度量衡委員会、物質量諮問委員会におけるバイオ計測の国際標準化においては、計測標準研究部門と共同でその検討ワーキンググループに参加するとともに、RNA 定量などの国際比較に参加した。また、核酸標準物質の供給に向け、その均質性、安定性等の試験方法の確立を進めた。その他、遺伝子組換え微生物の環境中モニタリング技術の開発とガイドライン策定のため、土壌からの DNA 抽出技術の検討を進めた。

(2) 生体由来物質（核酸、ペプチド・タンパク質、代謝物、細胞、その他個体としての生命活動など）を検出・定性・定量するための新しい有用な基盤技術の創成

生体由来物質を対象とした計測分野のさらなる発展は、今後のバイオテクノロジー分野、医療分野等の進歩に大きく寄与する。本課題では、核酸や動物細胞を中心に、それらバイオメジャー技術を進展させるための有用な基盤技術の開発を行った。遺伝子量評価、あるいは遺伝子発現解析を念頭に、核酸を配列特異的に検出、定量を行う新規な手法を開発した。また、微生物由来 DNA あるいは RNA の検出技術開発、動物細胞のバイアビリティを評価するための新規手法の開発を行った。また、ヘリカーゼなどの核酸と相互作用する酵素の活性を迅速かつ網羅的に評価するための基盤技術開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目25、テーマ題目26

-----

### 【テーマ題目1】未知微生物・遺伝子資源の探索・収集・解析

【研究代表者】花田 智

(生物資源情報基盤研究グループ)

【研究担当者】花田 智、宮本 恭恵、玉木 秀幸、菅野 学（常勤職員4名、他4名）

【研究内容】

メタン発酵リアクター、水処理活性汚泥、海洋地下圏、湖沼底泥、海洋熱水環境などを中心に、新規微生物資源の探索並びに分離培養を経ない手法による微生物の多様性解析及び、これら微生物群の機能解析に関する研究を行った。また、これまで全く培養されてこなかったものの、環境中で重要な役割を果たしていると思われる微生物群の純粋分離を行った。その結果、これまでに知られていなかったメタン生成古細菌、未知生育因子を要求するような微生物、芳香族化合物類を分解する絶対嫌気性共生微生物などの新規微生物群を純粋に培養することに成功した。さらに、環境中から高いセルロース分解活性を示す微生物や高濃度のアルコールに耐性を示す微生物の分離も行った。これまでに400株を超える真菌株と細菌株が得られており、現在、酵素の特性解析や生化学的・遺伝的因子の特定を進めている。環境メタゲノムを対象とした有用遺伝子探索から、ヒト乳癌細胞に対し強い抗腫瘍性を示す化合物の合成酵素が発見された。これはこの種の癌治療薬の安価な工業生産への応用が期待されるものである。また、環境メタトランスクリプトーム解析による有用遺伝子の探索を開始している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】環境微生物、未知微生物、難培養微生物、遺伝子資源、メタゲノム

### 【テーマ題目2】昆虫類の新規共生細菌の探索、解明、記載

【研究代表者】深津 武馬

(生物共生相互作用研究グループ)

【研究担当者】深津 武馬、古賀 隆一、安佛 尚志、細川 貴弘、菊池 義智、田中 康次郎、東樹 宏和、松浦 優、河野 まりゑ、貝和 菜穂美、牧野 純子、小手川 京子（常勤職員3名、他9名）

【研究内容】

未利用新規微生物資源の探索と利用の観点から、多様な昆虫類の体内に存在する未探索の共生微生物について、その形態や微生物学的実体、体内局在および感染動態などについて解明し、必要であれば新規微生物として記載をおこなう。今年度は以下のような成果を挙げた。

ツノカメムシ類5属14種について、中腸後部に特殊化した閉鎖盲嚢よりなる共生器官の管腔内、および雌交尾器に付属した特殊な伝達器官中にγプロテオバクテリアに属する細菌が高密度で存在することを明らかにした。宿主ツノカメムシと共進化関係にあり、ゲノムサイズは0.9 Mb 程度に縮小しており、新規共生細菌として

“*Candidatus Rosenkranzia clausaccus*”の暫定学名を提唱した。

長野県地獄谷のニホンザルおよび鹿児島県屋久島のヤクニホンザルに寄生するサルジラミの中腸後部の上皮細胞内、および雌成虫の卵巣にγプロテオバクテリアに属する細菌が高密度で存在することを明らかにした。その遺伝子は高い AT 含量および加速分子進化を示し、宿主と密接な共進化関係にあることが示唆され、新規共生細菌として“*Candidatus Puchtella pedicinophila*”の暫定学名を提唱した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 昆虫、新規共生細菌、遺伝子資源探索

### 【テーマ題目3】 昆虫類の共生細菌のゲノム解析

【研究代表者】 深津 武馬

(生物共生相互作用研究グループ)

【研究担当者】 深津 武馬、古賀 隆一、安佛 尚志、二河 成男、細川 貴弘、菊池 義智、田中 康次郎(常勤職員3名、他4名)

#### 【研究内容】

難培養性で機能解析が容易でないが、高等生物に顕著な生物活性を有しており、生物遺伝子資源として有望である共生細菌の高度な生物機能の解明と利用の観点から、多様な昆虫類の体内に存在する共生細菌について、高純度の共生細菌 DNA 標品を調製し、ショットガン塩基配列をおこない、全ゲノム塩基配列を決定して、培養を介さずに共生細菌の全遺伝子レパートリーおよび可能な生物機能を明らかにする。

今年度はマルカメムシの生存に必須な腸内共生細菌である *Ishikawaella capsulata* について、745,590塩基対からなり、613遺伝子をコードする全ゲノムの塩基配列を決定した。そのゲノム構造や遺伝子組成、進化パターンなどは既知の昆虫類の細胞内共生細菌に酷似しており、腸管内という細胞外環境にありながら、細胞内共生細菌と同様の宿主ゲノム進化が進行してきたことが明らかになった。ゲノム中では必須アミノ酸合成系の遺伝子群がよく保存されており、食物である植物維管束液中に不足しているタンパク質合成に必須な必須アミノ酸類を宿主に供給していることが示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 昆虫共生細菌、ゲノム解析、新規生物機能

### 【テーマ題目4】 昆虫類の社会性の基盤となる生物機能の解明

【研究代表者】 深津 武馬

(生物共生相互作用研究グループ)

【研究担当者】 深津 武馬、沓掛 磨也子、二河 成男(常勤職員2名、他1名)

#### 【研究内容】

社会性昆虫類の中でも比較的研究が進んでおらず、しかも非常に面白い生物現象が見られる社会性アブラムシ類について、階級分化、コロニー防衛、ゴール形成などに関わる生理的および分子的機構の解明と利用をめざす。

今年度は、イスノキに大きな虫こぶを形成する前社会性のモンゼンイスアブラムシについて、虫こぶに穴をあけると1令の兵隊幼虫が植物創傷上で自爆して体液を放出し、塗布すること、放出体液は迅速に固化すること、多数の兵隊の体液放出および塗布により、小さな穴なら1時間以内に完全に塞がれること、虫こぶにできた穴を塞ぐことがアブラムシおよび虫こぶの生存にきわめて重要な意義をもつこと、穴を応急的に塞いだ後で兵隊幼虫は傷の周りに集結して口針で刺激し、植物組織の再生をうながすこと、1ヶ月以内に植物組織の増殖により穴は内側から完全に塞がれること等を明らかにした。すなわち、虫こぶにできた植物組織の傷を、アブラムシが体液由来のかさぶたで塞ぎ、さらにアブラムシが植物組織の再生をうながすことにより、植物組織の創傷治癒過程を昆虫が支配していることを発見した。

本研究成果は産業技術総合研究所プレスリリースとして発表し、国内外の新聞、マスコミ、*Science* や *Nature* などの学術メディアなどに広く報道された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 社会性昆虫、虫こぶ形成、創傷治癒

### 【テーマ題目5】 バイオプロセスイノベーションハブの構築

【研究代表者】 宮崎 健太郎(酵素開発研究グループ)

【研究担当者】 内山 拓、六谷 明子、宮崎 健太郎(常勤職員2名、他1名)

#### 【研究内容】

バイオプロセスイノベーションハブの構築：PIGEX (Product-Induced Gene Expression) 法の開発

PIGEX 法とは、酵素反応の生成物特異的に応答する遺伝子制御因子を利用した酵素スクリーニング法である。標的酵素の基質となる化合物の存在下でライブラリーをスクリーニングすることで、目的の変換反応をなし得るクローンのみがレポーター遺伝子の発現を誘導するものとして同定される。本研究では、安息香酸に対する正の転写制御因子 BenR と緑色蛍光タンパク質 (GFP) をレポーターとして、約96,000クローンからなるメタゲノムライブラリーを安息香酸アミド存在下でスクリーニングした。その結果、104個の蛍光クローンを見出した。このうち配列および基質特異性の相異なる4種のクローンを選び、HPLC による反応過程の分析を行った結果、いずれのクローンも安息香酸アミドから安息香酸を生成していた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境 DNA、メタゲノム、スクリーニン

グ手法

〔テーマ題目6〕バイオプロセスイノベーションハブの  
構築：メタゲノム解析ソフトウェアの開発

〔研究代表者〕宮崎 健太郎（酵素開発研究グループ）

〔研究担当者〕小山 芳典（常勤職員1名）

〔研究内容〕

当研究室に構築したメタゲノムライブラリーの塩基配列データは約200万塩基にも及ぶ。本配列データベースから欲しい情報をすばやく取り出せるようにするため、各種のソフトウェア開発を行っている。本年度はメタゲノム分離源の菌叢解析を目的に、16 S リボソーム RNA データベースの Blast 検索を自動化する GUI プログラムを Macintosh において作成した。またこれまで Ruby 言語を用いて Macintosh OSX 用に作成した解析プログラムの内の3種について Visual C#言語を用いて Windows 用アプリケーションに書き換えた。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕メタゲノム、データベース、ソフトウェア

〔テーマ題目7〕バイオプロセスイノベーションハブの  
構築：ラッカーゼの開発

〔研究代表者〕宮崎 健太郎（酵素開発研究グループ）

〔研究担当者〕宮崎 健太郎、水田 詩織  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

有用遺伝子資源の分離現として、メタゲノムの活用を多角的に行っているが、その一つの手法として、研究室内に蓄積されたメタゲノム遺伝子配列データベースの活用を行っている。昨年度まで、本データベースより銅結合モチーフを有する新規タンパク質配列を同定し、ラッカーゼ活性を有することを見出したが、さらに詳細な酵素学的な性状解析を行った。とくに本年度は X 線結晶構造解析を進め（兵庫県立大学との共同研究）、当酵素が3量体をとることを見出した。また活性の面では、色素脱色能やアスコルビン酸に対する活性などを有し、工業上、有用な形質を有することを見出した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕環境 DNA、メタゲノム、ラッカーゼ、産業用酵素

〔テーマ題目8〕バイオプロセスイノベーションハブの  
構築：芳香環分解遺伝子のメタゲノム解析

〔研究代表者〕宮崎 健太郎（酵素開発研究グループ）

〔研究担当者〕末永 光、小山 芳典、宮崎 健太郎  
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

本研究では、メタゲノム手法による、環境中の芳香環分解遺伝子の探索とその解析を行った。カテコール化合物は extradiol dioxygenase (EDO) ファミリーに属する酵素群の働きにより、黄色を呈する環開裂化合物に変換されることが知られており、この反応を指標に、総 DNA サイズ3.2 Gb の Fosmid メタゲノムライブラリーのスクリーニングを行った。得られた陽性クローンについてショットガン解析を行い、芳香環分解遺伝子に関する情報が効率良く濃縮されていると考えられる1.5 Mb の DNA 配列情報を得た。各遺伝子についてアノテーションを行った結果、これまでの知見と異なり、隣接性が低い分解遺伝子群の実態が明らかになった。さらに環状 DNA の in silico での再構築に成功し、遺伝子構成からプラスミドであることが示唆された。この比較的小サイズのプラスミド pSKYE1は、芳香環分解に必要な遺伝子の一部しか保有しておらず、完全分解というよりも解毒装置として宿主の生存に貢献している可能性が示唆された。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕環境 DNA、メタゲノム、芳香環水酸化酵素

〔テーマ題目9〕バイオプロセスイノベーションハブの  
構築：環境中の芳香環分解酵素 extradiol  
dioxygenase の適応進化

〔研究代表者〕宮崎 健太郎（酵素開発研究グループ）

〔研究担当者〕末永 光、水田 詩織、宮崎 健太郎  
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

芳香環分解酵素遺伝子のメタゲノム解析により、43の extradiol dioxygenase (EDO) 遺伝子を同定した。この中で特に多数（20クローン）を占めたのが、I. 2. G サブファミリーに属する EDO 群である。これらの20クローンには実際には数アミノ酸残基の置換が見られたが、総じて以下の性質を示した。①系統的な新規性。進化系統樹を作成した結果、既存の EDO グループと系統的かなり離れていることが示された。②高い基質親和性。速度論的解析の結果、通常、EDO 酵素のカテコールに対する  $K_M$  値は概ね1~50  $\mu\text{M}$  程度であるのに対し、I. 2. G 酵素は1  $\mu\text{M}$  以下と、既知の EDO の中で最も低い値を示した。③強固な構造。耐熱性試験（60~80℃）、反応阻害剤（ $\text{H}_2\text{O}_2$ 、 $\text{NaCN}$ ）に対する抵抗性試験において、既知酵素およびメタゲノム由来の他の新規サブファミリー（I. 3. M、I. 3. N）EDO と比較し、高い安定性・抵抗性を示した。④Mn(II)配位。EDO ファミリー酵素は一般に鉄依存性であるが、I. 2. G 酵素は Mn(II)依存性であった。活性中心に配位される金属により酵素の安定性が変化することは知られており、Mn(II)依存性であることが高い耐熱性・阻害剤抵抗性に寄与していると考えられた。さらに、I. 2. G サブファミリーEDO



の各 SNP グループについて酵素の精製を行い、速度論的解析と物理化学的特性の解析を行った。その結果、環境中で、I.2.G サブファミリーEDO 酵素のカテコールに対する触媒活性と安定性は概して負の相関が見られた。つまり、環境中において、安定性と引き替えに活性の上昇を獲得し、環境適応していることが示唆された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境 DNA、メタゲノム、芳香環水酸化酵素

#### 【テーマ題目10】 有用微生物触媒の開発

【研究代表者】 宮崎 健太郎 (酵素開発研究グループ)

【研究担当者】 望月 一哉 (常勤職員1名)

##### 【研究内容】

光学活性な L-ホモセリンの生産法として、安価に入手できる原料を化学的に修飾した後、生物反応を利用して立体選択的に脱修飾する方法を考案した。昨年度に分離した立体選択的な脱修飾酵素を生産する微生物を触媒素子化する方法を検討した。中鎖アルコールを用いてパーミアブルセルとしたところ、良好な触媒活性が得られた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 L-ホモセリン、微生物触媒、微生物スクリーニング

#### 【テーマ題目11】 好熱菌宿主ベクター系の開発

【研究代表者】 宮崎 健太郎 (酵素開発研究グループ)

【研究担当者】 小山 芳典 (常勤職員1名)

##### 【研究内容】

当研究室において分離されたメタゲノム由来ブレオマイシン耐性遺伝子の進化工学を行い、76℃の高温下、Thermus 菌において利用可能な耐熱性変異体の分離に成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 好熱菌、薬剤耐性遺伝子、遺伝子マーカー

#### 【テーマ題目12】 RNA 合成と RNA の3' 末端プロセス装置の機能構造基盤

【研究代表者】 富田 耕造 (機能性核酸研究グループ)

【研究担当者】 富田 耕造、董 雪松、竹下 大二郎、濱田 梓 (常勤職員1名、他3名)

##### 【研究内容】

CCA 付加酵素は間違ったヌクレオチドを RNA 末端へ付加したときに、それを校正する機能を有さないことが知られていた。しかし、CCA 付加酵素が誤ったヌクレオチドを RNA の末端へ付加した時に、CCA 配列以外の間違った配列を末端にもつ tRNA の合成を回避する分子機構は未解決であった。CCA 付加酵素の正しい RNA 配列合成における忠実性維持機構を明らかにする

ため、古細菌由来の CCA 付加酵素と3'末端に変異を導入したミニヘリックス RNA との二者複合体、さらにヌクレオチドを加えた三者複合体の計11種類の複合体の X線結晶構造解析を行った。また、3'末端に変異を導入した RNA へのヌクレオチド (CTP あるいは ATP) の付加反応の生化学的解析を行った。

ミニヘリックス (mini-N74: N74は A, G,あるいは U) を用いた生化学解析から、CCA 付加酵素は74位に C 以外の間違ったヌクレオチドが付加されていても、それを間違ったヌクレオチドとしては認識せず、75位へ C を付加することが示された。mini-N74と酵素の複合体では CCA 付加酵素は開いた構造をとり、酵素のβターンの末端の N74の塩基を押さえ込んでいた。これは、RNA の末端が活性触媒残基からはなれた不活性型の構造であり、末端が C74の RNA との複合体構造と同じであった。酵素、mini-U74と CTP との三者複合体の解析から、CTP によって酵素は開いた構造から閉じた構造へ変化し、それに伴って末端の U74が反転し、複合体は活性型へ移行し、C 付加反応が進行することが明らかになった。この C 付加反応は、末端が C74の RNA への C 付加反応と全く同じ反応分子機構である。ミニヘリックス (mini-N74N75: N は A, G あるいは U) を用いた生化学的解析から、CCA 付加酵素は mini-C74U75あるいは mini-U74C75に、mini-C74C75の場合と比較して、それぞれ100、30%程度の効率で A を付加するが、それ以外の組み合わせの RNA へは A を付加しないことが示された。mini-C74N75あるいは mini-N74C75と酵素の複合体では、酵素は全て開いた構造をとっていた。mini-C74C75と酵素の複合体では、酵素は閉じ、RNA の3'末端が反転している活性型の構造をとっているのと対照的である。活性触媒ポケットへの ATP の結合モデルでは、mini-A74C75、G74C75、C74G75との複合体においては、ATP が RNA の3'領域と立体障害を生じ、ATP が結合できない。一方、mini-U74C75、mini-C74U75、mini-C74A75との複合体への ATP 結合モデルでは、ATP は RNA 末端と立体障害を生じない。mini-U74C75との複合体では、U74の塩基部分はβターンのによって押さえられているが、C75の4位のアミノ基が RNA のリン酸骨格と水素結合を形成しており、また2位の酸素原子が Thr130と水素結合を形成していた。その結果、RNA の3'末端が擬似的に反転した構造を取っていた。これは mini-C74C75複合体における RNA の3'末端と似た構造である。また、mini-C74U75あるいは miniC74A75との複合体では C74はβターンの C74はワトソン・クリック様水素結合を形成しているが、U74あるいは A74は反転していない構造をとっていた。酵素、mini-C74U75、ATP の三者複合体では、酵素は閉じた構造をとり、かつ U75が反転した、反応の進行する活性型構造を取っていた。この場合、C74は酵素のβターンのワトソン・クリック様水素結合を形成し、また

U75の2位の酸素原子が Thr130と水素結合を形成していた。末端が C74A75の場合には、反応が進行するために必要な RNA 末端の A75が、その塩基部分の大きさ故、反転ができないことが示唆された。これらの構造解析は生化学的な結果と一致する。一連の結晶構造解析、生化学的解析から、CCA 付加酵素の特殊な RNA 合成忠実性維持の分子機構が明らかになった。CCA 付加酵素は、74位に C 以外のヌクレオチドを付加しても、その誤りを認識せず、75位への C を付加してしまう。ところが、その後の76位への A 付加反応は著しくおさえられている。また、75位に C 以外のヌクレオチドが付加されたときにも、76位への A 付加反応がおさえられている。CCA 付加酵素は74、75位が C74U75あるいはU74C75の配列をもつ RNA の76位に A を付加するが、これらは A 付加反応ステージ複合体において、酵素が閉じた状態へ変化し、かつ RNA の3'末端部分が反転した構造を取ることができるためである。これらの結果から、CCA 付加酵素は76位への A 付加反応ステージにおいて、酵素の閉じた状態で、1) 74位のヌクレオチドの塩基部分と酵素のβターンがワトソン・クリック様水素結合を形成すること、2) 75位のヌクレオチドの大きさと塩基部分と酵素が水素結合をすること、のふたつが協同的に作用し、最後の A 付加反応が進行するかを決定していることが明らかになった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質、酵素、核酸、RNA、合成

#### 【テーマ題目13】RNA 転写後修飾の分子構造基盤研究

【研究代表者】沼田 倫征（機能性核酸研究グループ）

【研究担当者】沼田 倫征、大澤 拓生、沼田 英子  
（常勤職員1名、他2名）

#### 【研究内容】

tRNA アンチコドン一文字目のヌクレオチド修飾は、コドンの揺らぎと密接に関連しており、正しいタンパク質を生合成する上で極めて重要である。グルタミン酸、リジン、グルタミン、ロイシン、アルギニンに対応する tRNA のアンチコドン1文字目のウリジンは、全ての生物において修飾を受ける。真正細菌ではウラシル塩基5位のカルボキシメチルアミノメチル化もしくはメチルアミノメチル化修飾が確認されている。ウラシル塩基5位の修飾には複数の酵素が関与し、まず、MnmE と GidA が共同的に働くことによって、5位にカルボキシメチルアミノメチル基を付加する。次に、MnmC が、カルボキシメチルアミノメチル基をメチルアミノメチル基に変換することが知られている。本研究では、結晶構造解析と変異体機能解析から、ウラシル塩基5位の修飾メカニズムを解明することを目的とする。これまでに、GidA を精製・結晶化し、SAD 法によって結晶構造を決定した。構造解析の結果、GidA に補酵素 FAD が強固に結合していることが明らかとなった。次に、FAD

結合部位近傍に存在する保存されたアミノ酸残基に変異を導入し *in vivo* における相補実験から、触媒に関わる二つのシステインを同定した。また、ゲルシフト解析から、GidA が tRNA と強く相互作用することを明らかにした。これらの結果から、反応過程において tRNA のアンチコドン一文字目のウリジンは、触媒システイン残基の近傍に配置されることが示唆され、GidA がチミジル酸合成酵素と類似の機構でウリジンの5位を修飾することが推定された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質、酵素、核酸、RNA

#### 【テーマ題目14】蛋白質デザインに関する研究

【研究代表者】巖倉 正寛

（蛋白質デザイン研究グループ）

【研究担当者】巖倉 正寛、末森 明夫、広田 潔憲、石井 則行、新井 宗仁、竹縄 辰行、横田 亜紀子（常勤職員7名、他7名）

#### 【研究内容】

欲しい機能を有する蛋白質を確実に創成する技術としての「配列空間探索による蛋白質デザイン法」の実証研究、および、デザインした蛋白質利用としての配向制御固定化による生体外での蛋白質利用技術開発研究を行っている。さらに、蛋白質がどのようにして高次構造を形成してその機能を発揮するのかの機構解明を目指し研究を行っている。

配列空間探索による蛋白質デザイン法の実証研究では、ジヒドロ葉酸還元酵素と p-ヒドロキシ安息香酸ヒドロキシラーゼを対象に変異解析を進めているが、前者に関しては、網羅的なアミノ酸置換変異体の作製と、その特性として酵素活性、補酵素特異性、熱安定性などの解析をほぼ完了させた。後者に関しては、系統的に作製したアミノ酸置換全変異体の特性データを利用し、複数の特性を同時に改良する方法の開発を進めた。特性解析の結果から、アミノ酸配列空間内の適応度地形を明らかにし、デザイン法の精緻化に利用した。

このデザイン法の実用性を実証するために、プロテイン A をフレームとしたリガンドに関しての網羅的なアミノ酸置換変異解析を行い、精製した蛋白質のライブラリーを作成し、その機能の測定をほぼ完了させた。また、プロテイン G をフレームとしたリガンドに関して、網羅的なアミノ酸置換変異体遺伝子の作製を行った後、それぞれを大腸菌で発現・分離精製を行い、精製した蛋白質のライブラリーを作成し、その機能の測定を進めた。

さらに、配向制御固定化による生体外での蛋白質利用技術開発に向けて、蛋白質アレイ作製技術の開発と、蛋白質アレイに固定化された蛋白質の特性解析を行うための技術開発を行った。また、蛋白質の高次構造形成機構解明に向けた測定方法の技術開発を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】 蛋白質デザイン、配列空間探索、配向制御固定化、蛋白質構造形成機構、アフィニティ・リガンド

【テーマ題目15】 脂質の化学合成とその応用

【研究代表者】 芝上 基成（脂質工学研究グループ）

【研究担当者】 芝上 基成、村上 悌一  
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本項目の目的は、天然に存在する脂質をモデルとして、有用な脂質を化学合成しそれを有効利用することにある。平成20年度は真核生物や真性細菌の細胞膜に含まれるカルジオリピンという、親水性の頭部がつながれた形をとる天然の二量体型脂質をモデルとした。二量体という特殊な形をとるゆえ、この種の脂質には様々な特性を付与することが可能であると考えられる。具体的には、親水部にジスルフィド基を導入し、さらに4本の長鎖アルキル基のうち2本のアルキル基に蛍光プローブ基を付与した蛍光脂質の分子設計を行った。この蛍光脂質は脂質膜中に組み込まれたときは蛍光基が互いに接近することで自己消光し、ジスルフィド基が開裂することにより自己消光していた蛍光基が発光するように設計されている。この分子設計思想に基づき、BODIPY を担持したリン脂質の合成を開始した。BODIPY の不安定性から完全な単離には至っていないが、各種スペクトルからその合成が確認されたことから、合成スキームの正しさが証明された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脂質、有機合成、天然脂質、蛍光脂質

【テーマ題目16】 脂質の生物生産の高効率化

【研究代表者】 神坂 泰（脂質工学研究グループ）

【研究担当者】 神坂 泰、木村 和義、植村 浩、横地 俊弘（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

微生物によって、脂質を高効率に生産するシステムの開発を目指す。ターゲットを、生理活性を有する高度不飽和脂肪酸におき、遺伝子解析が進んでおり、遺伝子改変が容易な出芽酵母を宿主として、高度不飽和脂肪酸を合成する酵素の遺伝子を導入して、高度不飽和脂肪酸を生産するシステムを構築する。また、この出芽酵母の脂質生産性を向上させるために、脂質含量に関与する遺伝子の解析、発酵能を向上させるために、解糖系などのエネルギー生産系の解析を行う。さらに、脂質合成遺伝子に関わる新たな資源の開発を目指して、種々の酵母、糸状菌での脂質生産過程の解析を行う。また、もう1つのターゲットとして、熱的に安定な物性を持つと考えられるテトラエテル脂質におき、この脂質の好熱性古細菌からの分離精製についても解析を行う。平成20年度は、以下の結果を得た。

- 1) 年度構築したステアリドン酸生産株において、脂質合成酵素遺伝子と不飽和化酵素遺伝子による産物が同じ基質であるアシル CoA を競合して脂肪酸の変換効率を低下させることを見出した。
- 2) 出芽酵母 *S. cerevisiae* は不飽和結合を1つ持つオレイン酸までしか生産することが出来ない。そこでこの酵母に異種のデルタ12およびオメガ3不飽和脂肪酸合成酵素を導入し、高度不飽和脂肪酸であるリノール酸と $\alpha$ -リノレン酸を生産させたところ、通常は増殖できないアルカリ性培地での増殖特性が向上すること、またその原因が転写因子 Rim101p の活性化によることを見出した。
- 3) 出芽酵母の脂質合成酵素遺伝子 DGA1の酵素活性は、転写因子 SNF2の破壊によって顕著に増加し、さらに出芽酵母を窒素源制限下で培養することによって増加することを見出した。
- 4) サルフォロバス属好熱性古細菌が生産するテトラエテル型脂質のうち親水性リン含有分子種を、高速液体クロマトグラフィーなどにより分離、分画する方法を確立した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脂質生産、微生物、高度不飽和脂肪酸、遺伝子組み換え

【テーマ題目17】 天然物由来の機能性食品素材の開発

【研究代表者】 丸山 進

（健康維持機能物質開発研究グループ）

【研究担当者】 丸山 進、山崎 幸苗、森井 尚之、河野 泰広、市村 年昭、小川 昌克  
（常勤職員6名、他4名）

【研究内容】

皮膚の健康維持や糖尿病など生活習慣病の予防・改善のための機能性物質を開発し、実用化することを目標として研究を行った。

皮膚表皮の大部分はケラチノサイトからなり、外側の部分である角質層は水をはじき、異物が体内に侵入するのを防いでいる。このため、従来から使われている培養細胞系でメラニン産生抑制作用の確認された化合物が、実際に皮膚の角質層を通過し、下部にあるメラノサイトまで達して美白作用を奏するとは限らない。したがって、実際の皮膚に近い構造を有するヒト皮膚3次元モデルでメラニン産生抑制作用のある化合物を開発することが重要である。本研究では、メラニン産生を抑制する可能性のある化合物を多種合成し、そのなかで、カフェー酸誘導体の一種（コーヒー豆に含まれる化合物の一つ）が皮膚3次元モデルでアルブチンよりも数十倍強力なメラニン産生抑制作用を有することを見出した。

これまでにアディポサイトカイン産生調節物質（糖尿病など生活習慣病の予防・改善のための機能性物質）として見出してきたフェルラ酸フェネチルアミド

(FAPA) やクルクミン等フェノール性化合物と高度不飽和脂肪酸である DHA の相互作用について、薬物間相互作用の標準的解析手法であるコンビネーション・インデックス (CI) 算出法を適用したところ、FAPA と DHA を両者同時添加したときの培養細胞におけるアディポネクチン産生増強や TNF- $\alpha$  産生抑制の CI は1以下であることがわかり、当該複合作用に相乗性のあることを確認した。胡椒から分離した化合物についてマウス前駆脂肪細胞に対するアディポサイトカイン産生調節作用を検討した結果、アディポネクチン産生増進物質としてピペロレイン A およびピペロレイン B を見出した。またナツメグから得たフェニールプロパノイド化合物およびリグナン化合物がマウス前駆脂肪細胞に対して負のアディポサイトカインである PA-1の産生を抑制することを明らかにした。以上、アディポネクチンの減少と TNF- $\alpha$  や PAI-1の増加を本態とする生活習慣病の予防・改善のための機能性食品を開発する上で重要な知見を得た。

新たなスクリーニング系開発の一環として、インフルエンザウイルスの主要な膜タンパク質であるヘマグルチニンの構造と機能の相関を調べる為にヘマグルチニンのカルボキシル末端に GFP をタグとして付加したタンパク質を培養細胞に発現させて、ヘマグルチニンの機能(リガンド結合と膜融合)を測定した。ヘマグルチニンのカルボキシル末端への GFP 付加は膜融合活性を抑制する効果があることを見出した。

また、アミロイド関連疾患対策の基礎としての原因アミロイド分子集合体の構造解明を行った。神経細胞変性疾患として将来においても多くの患者発生が予想されるアルツハイマー病では、タンパク質の期待されない集積化によるアミロイド物質の形成が疾病の主要因であると考えられている。アミロイド線維の基本的な構造に関しては、疎水性相互作用を基本とする線維軸方向及びそれと垂直方向の規則的配向集積構造モデルをこれまでの研究で提案している。アミロイド線維中でのより詳細な分子構造を解明するために、原子量13の炭素の同位体を1個のみ含むアミロイドベータタンパク質をラベル位置をさまざまな残基位置に変えて合成し、二次構造を赤外分光スペクトルで解析した。この結果、以前の原子量15の窒素の同位体による実験では不明確であった C 端から数残基目の二次構造がベータ構造性ではないことが判明した。すなわち、両末端を除く分子内の2か所の領域、それぞれ約6~7残基が線維構造形成時にベータ構造性のステム(幹)領域となっていることが強く示唆された。

**[分野名]** ライフサイエンス

**[キーワード]** 皮膚美白、糖尿病、メラニン、アディポネクチン、ポリフェノール、インフルエンザウイルス、アルツハイマー病、アミロイド

**[テーマ題目18]** 疾病マーカ探索・検出イノベーション

**[研究代表者]** 丹羽 修 (分子認識研究グループ)

**[研究担当者]** 丹羽 修、田中 睦生、佐藤 縁、吉岡 恭子、栗田 僚二、加藤 大、高島 正江、佐藤 優子、関岡 直行、上田 晃生、中元 浩平、後藤 圭佑、西村 哲矢、小森谷 真百合 (常勤職員5名、他9名)

**[研究内容]**

本部門重点テーマ(分子認識、脂質工学、バイオセンシング技術 3グループ担当)では、疾病マーカ分子などを高い感度と選択性で検出可能な各種の材料、デバイスの開発を目的としている。具体的には、(1)電気化学バイオセンシング材料として新規なスパッタナノカーボン膜電極の開発、(2)ソフトインターフェイスを利用したタンパク質の高感度認識膜の開発、(3)電気化学と SPR 法を組み合わせた新たなバイオセンシング法の開発などを担当した。(1)では、電気化学活性化により表面の電極表面の酸素濃度を増加させても表面が平坦性を保持し、親水性が向上すること、その結果、生体分子の吸着が抑制され、セロトニンやグルタチオンなどの生体分子を従来の電極に比較し、高い S/N 比で検出可能なことを明らかにした。更に、本カーボン膜のセンサー材料としての汎用性、有用性を示すため、バイオセンサに用いる安価なプラスチック上にも膜形成であることを実証した。

次に(2)では、新規に合成した、末端にトリエチレングリコール基を有するチオールを非特異吸着抑制分子として、末端に二糖(マルトシド)を有する分子認識膜とのハイブリッド膜を形成し、蛋白質(Con A)を高い親和性と低い非特異吸着性の効果により認識でき、非特異吸着抑制分子の長さを変化させた時の分子認識能の変化と、膜分子の電気化学還元脱離の際の電気量から膜の密生度を評価し、膜分子の密度と高さ方向の構造が特に重要であることを明らかにした。また、バイオセンサ開発に必要なタンパク質の非特異吸着を抑制できる表面修飾材料として、ホスホリルコリンやオリゴエチレングリコールを導入したチオール、フェニルアジド、シラン類の合成経路を確立した。ホスホリルコリンを導入した表面修飾材料は、血液凝固因子であるフィブリノーゲンの吸着を抑制できる表面を与える一方、フェニルアジド類は、次期バイオセンサー基板として有望であるカーボン膜の表面も修飾できることを確認した。これによって金属、有機、無機基板のいずれにでもタンパク質の非特異吸着を抑制する表面を構築できるようになった。また、生体膜のイメージングに必要な分子プローブに関しては、引き続き合成経路検討を行った。(3)では、尿中のガンや糖尿病などの疾病マーカ分子の検出を精度良く行うためのチップの開発を行った。尿中の濃度は、水分補給や発汗などで変化するため、その補正分子としてク

レアチニンを同時に検出し濃度を補正することにより正確な濃度を算出することができた。その際、酵素反応とレドックスポリマーの酸化状態による光学特性の大きな変化を利用し、低分子のクレアチニンを疾病マーカーと同じ検出法である表面プラズモン共鳴法で同時検出することができた。更に実試料の測定も行い、本チップの有用性を示した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ナノカーボン薄膜、電気化学測定、自己組織化膜、分子認識膜、ソフト界面、イムノアッセイ、表面プラズモン共鳴、疾病マーカー

#### 【テーマ題目19】 時計遺伝子とペプチドを用いた健康増進の研究

【研究代表者】 石田 直理雄（生物時計研究グループ）

【研究担当者】 石田 直理雄、大西 芳秋、大石 勝隆、宮崎 歴、花井 修次、富田 辰之介（常勤職員6名、他5名）

#### 【研究内容】

##### 1) モデル動物を用いた時計分子機構の解明

ショウジョウバエ複眼には5つの視物質（ロドプシン）がある。その中で、最も長い波長を受容するRh1とRh6の二重変異体を作成したところ、体内時計は赤色発光ダイオード（R-LED）による赤色光に全く反応しなくなった。R-LEDからの光量を500 luxにしても順応しなかった。特定波長の光ではあるが、オプシンの変異のみで体内時計の光順応を消滅させたのは世界で初めての成果である（*NeuroReport*, 2008）。

体内時計は、活動リズムの形成のみならず、様々な生理機能の日内変動に関与している。これまで我々は、時計遺伝子が、血液の凝固線溶系のサーカディアンリズム形成に関与している可能性を示してきた（*Clin Exp Hypertens*, 2009）。今年度は、Per2遺伝子の過剰発現マウスや培養細胞系における過剰発現系を用いて、肥満に起因する血栓傾向を時計分子PER2が抑制している可能性を発表した（*J Mol Cell Cardiol*, 2009）。

##### 2) 哺乳動物生物時計形成機構の分子基盤

生物時計遺伝子産物のリン酸化、分解、転写制御に関する分子との相互作用、これら産物と直接蛋白レベルで結合する分子の機能解析を行う。時計遺伝子Per2やBmal1のプロモーター領域を用いて振動転写制御に関わる因子を探索する。

生物時計蛋白CRY1と結合するMYBBP1AがPer2プロモーター上にCRY1とともにリクルートされることにより転写を負に制御するコリプレッサーとして機能する。またこの時、ヒストンH3のLys9のジメチル化とリンクしていることが示唆された。これらの結果

を国際誌（*Nucl Acids Res*, 2009）に報告した。また時計遺伝子のプロモーター領域におけるクロマチン構造変化の検出系を確立した。

##### 3) 体内時計を介した冬眠分子機構の研究

我々はこれまで、マウスを用いた研究により、体内時計と脂質代謝との間にフィードバック制御機構が存在している可能性を示してきた。今年度は、PPAR $\alpha$ リガンドによる体内時計の調節機構に、PPAR $\alpha$ の活性化によって肝臓で発現誘導されるFGF21が関与している可能性を示した（*FEBS Lett*, 2008）。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 体内時計、時計遺伝子、サーカディアンリズム

#### 【テーマ題目20】 タンパク質の分子育種技術の開発

【研究代表者】 本田 真也

（分子細胞育種研究グループ）

【研究担当者】 本田 真也、村木 三智郎、小田原 孝行（常勤職員3名、他5名）

#### 【研究内容】

タンパク質医薬等のバイオ製品の製造プロセスにおける低コスト・高効率生産、及びそれらの品質管理に係る技術体系の整備に資するため、タンパク質の構造安定性の解析、タンパク質の構造多様性の解析、膜タンパク質の結晶化機構の解明等を進め、これらの理解に基づく、有用タンパク質の凝集性評価技術の開発、有用タンパク質の機能改変技術の開発、進化分子工学的的手法による機能性人工タンパク質の創出等を行う。

タンパク質の部分セグメントの自律性を評価する新たなアルゴリズムを考案し、これと、局所構造の配列プロファイルを組み合わせることで、タンパク質分子の低リスク改変を可能とする新たな分子設計技術「自律セグメント最適化法」を開発した。この方法によれば、アミノ酸置換に伴う不測の機能の低下を最小限にし、かつ高確度でタンパク質の構造安定性を向上させるアミノ酸残基置換を特定することができる。開発した手法を評価・実証するため、抗体医薬等の精製や抗体の検出に実用されている抗体結合性タンパク質プロテインGに適用した。その結果、合成したすべてのプロテインG変異体は、抗体に対する親和性は変化しないまま、熱安定、変性剤耐性、およびプロテアーゼ耐性が野生型に比べ大きく向上していた。一部の変異体については、X線結晶構造解析により座標を決定し、アミノ酸残基置換が及ぼす全体構造への影響が最小限に留まっていることを明らかにした。熱変性の熱力学解析およびストップドフロー蛍光分光法による速度論的解析から、構造安定化の主因は、アンフォールディング状態のエントロピー減少効果であることを明らかにした。これより、開発した分子設計技術の適用範囲は、プロテインGのみならず、原理的にすべてのタンパク質に利用可能であることが示唆された。

ヒト Fas リガンドおよびレセプターは、がんや関節リウマチなど体内でのアポトーシス不全に起因する免疫異常型疾患に対する治療薬や診断薬の開発における重要な標的タンパク質である。それらの細胞外ドメインについて、創薬の基盤となる構造機能相関の解明を目指して発現生産系の改良を行うとともに精製試料について結晶化を試みた。

内在性膜タンパク質には創薬の標的分子として重要なものが多数存在するが、創薬の設計に不可欠な立体構造情報はごく少数のタンパク質しか明らかにされていない。そこで、構造決定のボトルネックとなっている結晶化条件の探索を合理化することを目指して、結晶化の可能性と適切な沈殿剤濃度とにそれぞれ関連する指標であるタンパク質の安定性や沈殿曲線と界面活性剤、塩、ポリエチレングリコール等の諸因子との関係を包括的に定量化した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、分子設計、立体構造、抗体、安定性、膜タンパク質結晶化

#### 【テーマ題目21】 微生物及び植物における細胞育種技術の開発

【研究代表者】 鈴木 馨 (分子細胞育種研究グループ)

【研究担当者】 鈴木 馨 (常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

植物の物質生産系に關与する酵素等の遺伝子発現を統制的に制御する転写因子遺伝子を利用することによりバイオマスや有用物質を効率的に生産させる技術を開発するための知的基盤の整備及び技術基盤の確立を目的とする。

転写因子遺伝子の機能解析を進めた結果、渇水耐性の向上に有望な BZF1は、過剰発現によって基幹代謝系に關連する遺伝子発現の変化、栄養成長期の増大、蒸散の低減等を引き起こすと共に灌漑水の利用率を向上させることを見出した。フェノール性化合物の低減に有望な ERF については、収穫後の鮮度維持に關連する形質を制御する機能を有することが示唆された。有用性が期待される転写因子の実用植物への適用の可能性の検討のために、セイヨウナタネを実用モデル植物として選定し、形質転換体の作成を進めた。転写因子のバイオマス生産性の制御に關連する機能の情報を取得するために、シロイヌナズナ形質転換体を用いて、バイオマス生産性に關連する形質変化の解析手法の構築と解析を進めた。渇水耐性については5個の転写因子について情報を取得し、有望な転写因子遺伝子を新たに3個見出した。窒素要求性の解析に有効な植物の育成手法を構築し、5個の転写因子について情報を得た。さらに、光合成能の簡便で安定した解析手法の構築を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 循環産業システム、植物、遺伝子、転写

因子、発現制御、代謝制御、バイオマス

#### 【テーマ題目22】 バイオセンシングに関する基盤技術開発

【研究代表者】 矢吹 聡一

(バイオセンシング技術研究グループ)

【研究担当者】 矢吹 聡一、飯島 誠一郎、村上 悌一、澤口 隆博、平田 芳樹

(常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

生体分子等を計測分析手段に適用し、より高度な計測方法や技術、すなわち種々のバイオセンシング技術を開発することを目的とする。特に本研究においては、バイオセンシングに利用可能な基盤技術の研究、開発を行う。具体的には、材料薄膜や単分子膜修飾用分子の開発、界面分子の評価技術の開発などを行った。以下に詳細を記す。

薄膜材料の開発としては、ポリイオン複合膜中に酵素と電子メディエーターを同時固定化する方法を開発し、酵素活性を保持した膜中で、電子メディエーターにより電流測定を行い、分析対象物を計測することを行った。膜中において、酵素から電極基板へとメディエーターにより電子が移動し、計測が可能であることが明らかになった。すなわち、膜中で、メディエーターが十分機能していることが明らかになった。この技術を利用することで、デヒドロゲナーゼ系の酵素を利用しても、高感度な酵素電極が得られることが示唆され、固定化する酵素が広汎に利用できるようになった。

単分子修飾用分子の開発では、糖が結合した自己集積可能な分子の合成のため、新規な脂質の合成方法を開発するとともに、生理活性が注目されている脂質について合成を行った。特に、グルコノラクトンを出発原料とし、新規合成法を開発することで、スフィンゴ糖脂質を合成することができた。スフィンゴ糖脂質は有用な生理活性を持つと思われる物質であり、これを有機合成する方法を明らかにすることで、今後この物質の正確な活性評価や利用が進むものと考えられる。

界面分子の評価技術においては、基板表面での生体分子等の挙動を走査型トンネル顕微鏡を用い観察した。また、走査型プローブ顕微鏡を用い、生体分子の分子像のみならず、電位などを計測できる手法の開発に着手している。走査型トンネル顕微鏡によって、基板上での有機分子や生体由来分子等の配列を観察することができる。走査型プローブ顕微鏡においては、原子間力顕微鏡を用い、溶液中での生体分子の分子像や表面の電位などを計測できるシステムを開発している。バクテリオロドプシン等の分子について、会合状態や表面の電位等を計測できることが明らかになった。今後本技術により、担体上での種々のタンパク質の状態や振る舞いについて検討を行う予定である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ポリオン複合膜、糖脂質、表面解析、分子像

〔テーマ題目23〕 疾病マーカー探索・検出イノベーション

〔研究代表者〕 矢吹 聡一  
(バイオセンシング技術研究グループ)

〔研究担当者〕 矢吹 聡一、村上 梯一、澤口 隆博  
(常勤職員3名、他2名)

〔研究内容〕

部門重点テーマ「疾病マーカー探索・検出イノベーション」の研究開発（分子認識、バイオセンシング技術、脂質工学の3グループが担当）のうち、当該グループでは、(1) 簡便に作製可能な新規生体分子固定化膜、(2) ソフトインターフェースを利用したタンパク質の高感度認識膜用材料開発、(3) 検出に利用できるナノ構造分子膜の機能評価について研究を行った。

(1) 簡便に作製可能な新規生体分子固定化膜については、イオン性液体を用いた生体分子の新たな固定化方法を開発した。セルロースは、化学的に安定であるが、その安定さ故、溶媒は数多く見つかっていない。近年、セルロースが溶解できるイオン性液体が発見された。本研究では、セルロースを溶解したイオン性液体を用い、固定化膜のマトリックスとして利用することで、化学的に安定な固定化膜を簡便に作製する方法を開発することとした。酵素などの生体分子を予め固定化基板上に塗布し、その上にセルロースの溶解したイオン性液体を重ねて塗布した。次いで基板を蒸留水中に浸漬し、イオン性液体を水に溶解させた後、風乾することで、生体分子が固定化されたセルロース膜を得ることができた。生体分子に酵素を選び、固定化すると、酵素自身が失活しない場合は、膜自身は安定であるため、極めて長期にわたり使用できることが明らかになった。

(2) ソフトインターフェースを利用したタンパク質の高感度認識膜用材料開発では、末端に糖ガラクトースが結合した新規チオール分子を合成した。糖を認識するタンパク質レクチンは種々の疾病のマーカーとなっている場合があり、いろいろなレクチン分子を認識、識別するため、種々の糖を末端に結合したチオール分子を検出基板上に固定化する必要がある。本年度はラクトースを原料にして、デオキシラクトースやアセチルラクトサミンを結合したチオール末端脂質を新規に合成した。分子認識グループにおいて、この合成した分子を利用し、レクチンの高感度検出に適用できることが明らかになっている。

(3) 検出に利用できるナノ構造分子膜の機能評価においては、ナノ構造分子膜の構造、物性評価法を検討した。生体分子を有効に利用する上で、物理的、化学的に安定な膜を用いることが重要である。このため担体膜の特性

を検討することにした。プローブ顕微鏡測定、電気化学計測等を元にし、配向状態、透過性等の状態を評価する技術を開発する。昨年度は、膜密度や配向状態をトンネル顕微鏡等によって評価できることが分かった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 固定化、イオン性液体、レクチン、糖結合脂質、プローブ顕微鏡、膜密度、配向状態

〔テーマ題目24〕 生分解性高分子素材の高機能化と評価・処理技術の開発

〔研究代表者〕 相羽 誠一（環境保全型物質開発・評価研究グループ）

〔研究担当者〕 相羽 誠一、平栗 洋一、丸山 明彦、布施 博之（常勤職員4名、他6名）

〔研究内容〕

最近、化石資源の枯渇や温暖化問題の観点から、循環型社会を実現するために、木片、稲ワラ、バガスなどの非食糧系バイオマスからエネルギーや化学原料を効率的に生産する技術の開発が注目されている。非食糧系バイオマスを発酵原料として利用するには、アルカリや酸、水熱、酵素処理等の前処理が必要となる。好アルカリ性細菌はアルカリ処理後の中和を省くことができ、かつ雑菌汚染が防止できる利点がある。バイオマスから生産できる化学原料として、乳酸や3-ヒドロキシ酪酸、コハク酸などの生分解性プラスチックの原料が注目されているが、特に、乳酸は重合や成形加工が進歩してきているので、好アルカリ性乳酸菌 *Alkalibacterium psychrotolerans* による L-乳酸の生産について検討した。pH10、30℃では菌の増殖は24時間で最大に達した。48時間培養した結果、消費グルコース当たり88%の収率で濃度21 g/L（光学純度99.1%）の L-乳酸が得られた。また、生分解性高機能素材の一つとして、開環重合すれば生分解性となることが予想される新規モノマーである2-メチレン-1,3-ジオキセパン（MD）及び2-メチレン-1,3-ジオキソナン（MDN）の合成条件について検討した。その結果、MD は触媒として p-トルエンスルホン酸を用いると高収率で得られたが、MDN は不安定であり、精製処理にさらなる検討が必要であることがわかった。一方、プラスチック材料として重要なエチレン等の短鎖炭化水素について、その生物変換の可能性を検討するため、それらの分解菌のスクリーニングを行い、分解活性と分解酵素遺伝子について検討を行った結果、新しいタイプのエタン酸化酵素と考えられる遺伝子を見いだした。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生分解性プラスチック、ケテンアセタール、乳酸、エタン、エチレン

〔テーマ題目25〕 バイオ・メディカル分野におけるバイオ計測の標準化に向けた研究

【研究代表者】 関口 勇地

(バイオメジャー研究グループ)

【研究担当者】 関口 勇地、川原崎 守、水野 敬文、  
陶山 哲志、野田 尚宏

(常勤職員5名、他3名)

【研究内容】

バイオメジャー標準化に向け、そのための課題整理とニーズ調査を進めるとともに、そのために必要な技術的検討を行った。また、国内のバイオ計測の標準化に関する窓口を統一化するため、産総研内の関連する各部門、あるいは国内の各組織間の連携体制の構築に向けた取り組みを行った。国際度量衡委員会、物質質量諮問委員会におけるバイオ計測の国際標準化においては、計測標準研究部門と共同でその検討ワーキンググループに参加するとともに、RNA 定量や、穀物由来の DNA 定量などに参加した。同時に、核酸標準物質の供給に向け、その均質性、安定性等の試験方法の確立を進めた。その他、土壌からの DNA 抽出効率を評価する評価系を構築し、日本国内の様々な土壌における DNA 抽出効率を評価した。その結果を基に、バイオレメディエーション利用指針の運用に資することを目指し、微生物の開放系利用マニュアルの策定を進めた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 標準化、遺伝子、DNA 定量、PCR、マイクロチップ、DNA 標準物質、細胞機能評価、動物細部、凍結保存、バイアビリティー、バイオイメージング、高選択性、高分子膜、夾雑物質

【テーマ題目26】 バイオメジャー基盤技術の開発

【研究代表者】 関口 勇地

(バイオメジャー研究グループ)

【研究担当者】 関口 勇地、川原崎 守、水野 敬文、  
陶山 哲志、野田 尚宏

(常勤職員5名、他15名)

【研究内容】

核酸や動物細胞を中心に、それら生体由来物質の計測（バイオメジャー）技術を進展させるための有用な基盤技術の開発を行った。核酸を配列特異的に検出、定量を行う新規な手法を開発した。特に血病マーカー遺伝子の一つである WT1 mRNA を簡便かつ正確に定量する新規技術（ABC-LAMP 法）の開発を行った。また、動物細胞のバイアビリティーを評価するための新規手法の開発を行った。特に細胞コーテックス収縮能評価法を新たに開発した。また、核酸を基に特定微生物群を定量する技術の確立を進めた。さらに、核酸との相互作用を有する酵素の活性を定量的に測定するための評価技術の開発を進め、ヘリカーゼと核酸分子の相互作用を蛍光色素によって定性的・定量的に評価する技術の開発を進めた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子、DNA 定量、PCR、マイクロチップ、DNA 標準物質、細胞機能評価、動物細部、凍結保存、バイアビリティー、バイオイメージング、高選択性、高分子膜、夾雑物質

⑪【計測フロンティア研究部門】

(Research Institute of Instrumentation Frontier)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：秋宗 淑雄

副研究部門長：山田 家和勝、山内 幸彦、  
大久保 雅隆

主幹研究員：高坪 純治、野中 秀彦

所在地：つくば中央第2

人員：59名 (57名)

経費：857,530千円 (430,675千円)

概要：

本研究部門は、特に“遷移・変移現象”を、そしてそれが産業技術に大きく係わる“信頼性”をキーワードとして取り上げ、それに係わる計測・評価技術と、そこから派生する制御技術の開発を目指して2004年4月に設立された。この開発に向けた2つのアプローチ法として、産業や科学の発展に貢献する先進的な計測制御機器・システム開発（ツール開発）や、計測技術を高度に活用した評価・解析技術開発（知識開拓）を取り上げ、計測・評価技術のフロンティア開拓を進めている。併せて、知識開拓を基にした規格化・工業標準化への貢献や、ツール開発を基にした将来的な標準の創出に繋がる研究開発も視野に入れて展開している。平成19年度からは部門の目標を大きく2つに整理した上で、それぞれの目標実現に向けて2つの重点課題を設定し、第3期科学技術の理念に沿った研究「国力の源泉を創る」と「健康と安全を守る」によりバーチャルに運営を行っている。

平成17年度に新たに1グループを設立後、4月に2グループを1グループに統合し、6月から1グループを新センター設立のために送り出したため、全部で8の研究グループ（以下 RG と略記）体制で推進している。重点目標と重点課題、担当研究グループは下記の通りである。

【目標1】 新たな評価軸の開拓に向けた先端的計測ツールの開発

1-1 ナノ物質計測技術と規格化の研究（超分光システム開発 RG、活性種計測技術 RG、光・量子イメージング技術 RG、ナノ標識計測技術 RG）

生体中ナノ物質（生命を支える生体分子、生命に未知なカーボンナノチューブ等）の分析機器開発か



ら計測手法の規格化を推進する。エレクトロスプレーイオン源で生成される多価イオンの価数と質量電荷比を同時に測定できる質量分析装置、20原子程度からなる分子の配向による構造解析質量分析装置の開発、生体分子構造解析のための極紫外線領域（波長75 nm まで）に対応した円二色性測定装置、2 nm のチップ形状保証の AFM 装置、フッ素プローブによるナノ物質の生体影響評価（生体還元能へのカーボン粒子の生体影響等）を可能にする磁気共鳴等の計測手法（ナノ物質修飾用プローブと ESR 装置）並びに規格化を念頭においたナノ物質の分析・精製手法、生体中の MWCNT の観察を可能にする TEM 観察手法を開発した。

#### 1-2 活性種計測制御技術の研究（活性種計測技術 RG）

活性種の計測技術と、それに基づいた活性種の制御・利用技術の確立を目指し、サブナノメートルの分解能をもつ不純物深さプロファイル測定を可能とするエッチングイオン源や極薄半導体薄膜におけるキャリアの検出が可能な高感度過渡吸収分光法を開発する。今年度は、クラスターイオン源のイオン種の広範化のために、溶液イオン源から発生したイオンビームを高真空中へ導入する技術を開発し、過渡吸収分光法に関しては、金属電極のついた実デバイス測定が可能な反射型光学系を構築した。

#### 1-3 光・量子ビームイメージング技術の研究（光・量子イメージング技術 RG、極微欠陥評価 RG）

光・量子ビームを活用した新しいイメージング技術・装置開発と利用技術開発を目的とし、S バンド高輝度小型リニアックを用いた準単色パルス X 線発生装置において、X 線透過像を每秒30フレームのビデオレートで撮影するシステムを開発し、レーザーコンプトン X 線を用いた X 線透過像の動画撮影に成功した。X 線収量の増強を目的としてレーザーコンプトン用マルチパルス共振器の開発に着手した。外部共振器とマルチパルス電子ビームを用いて6パルスのマルチパルス X 線を生成し、本手法の原理実証に成功した。また、超短パルス電子ビーム（300 fs 以下）のコヒーレント放射によって高出力のテラヘルツパルスを生成した。FEL 光源の研究開発においては、赤外域での発振に成功した。これらを励起源とした光電子顕微鏡や、真空紫外円二色性測定装置、LCS $\gamma$ 線 CT や核共鳴散乱等の分析システムの開発を進めた。陽電子マイクロビーム分析装置の開発では、陽電子マイクロビームにより3次元極微欠陥分布イメージングに成功した。

#### 【目標2】信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の開発と標準化展開の研究

##### 2-1 構造体劣化診断・予測技術の研究（構造体診断技術 RG、極微欠陥評価 RG）

構造体の損傷の検知・予知を可能とする構造体診断エキスパートシステム技術の開発を目標として、光ファイバセンサを用いた AE 検出システムを構築し、従来型センサである圧電素子と同等の AE 検出能を有することを実証した。また、パルスレーザー利用した超音波伝搬可視化検査システムを試作し、配管等の内面欠陥からの散乱エコーを映像化できることを確認した。さらに、カーボンナノ構造体電子源を用いて高エネルギー高出力 X 線を発生できることを実証し、乾電池で動作し、X 線非破壊検査に使用できるポータブルな高エネルギー X 線源の開発に成功した。

##### 2-2 移動拡散現象の計測・評価と規格化の研究（ナノ移動解析 RG）

原子・分子レベルでの計測と解析による燃料電池用固体電解質の材料化に適した物質の探索を行い、ナノ細孔物質中における無機固体酸塩のアモルファス構造の形成によって、プロトン運動の速さが平均で約1桁大きくなることを明らかにした。また、温度-湿度雰囲気制御により、無機固体酸塩の超プロトン伝導相の安定領域が高湿度雰囲気下で大きくなることを見出した。さらに、圧力下での計測により、プロトン拡散機構が充填密度に不変であることも明らかにした。

##### 2-3 材料プロセスの信頼性評価と規格化の研究（不均質性解析 RG）

機能性材料を対象に、機能発現機構に関する定量的な経験則を明らかにするとともに、計測手法の規格化を目標とする。今年度は、ナノ細孔セラミックスやプロトン導電性を有する酸化物セラミックス、ナノクレイ添加生分解性ポリマー等の有機無機ハイブリッド材料を対象に、顕微ラマン分光、固体 NMR 等の分光法や顕微インデンテーション法を用いた材料機能の解析に関する研究を行った。また規格化については、マグネシウム地金・合金中酸素の分析手法およびジルコニア中イットリアの化学分析手法に関する研究を行った。

またこれらの課題推進に向けて、産総研内外の研究推進課題に積極的に応募・獲得し、新たに実施した主要課題は下記の通りである。

部門重点化予算；「映像化探傷技術および化学物質爆発性予測技術の開発」

部門重点化予算；「タンパク質凝集疾患機構解明のための計測基盤技術」

標準基盤研究；「イットリア添加部分安定化/安定化ジルコニア粉末中のイットリアの化学分析方法の標準化」

ハイテクものづくりプロジェクト；「位相制御レーザー支援配向分子質量分析装置の開発」

経済産業省受託研究費（基準認証研究開発事業）；

「マグネシウム地金・合金中酸素の分析方法に関する標準化」

経済産業省受託研究費（中小企業支援型）；「高性能冷陰極エックス線非破壊検査装置」

NEDO 研究助成金；「高真空中におけるイオン液体のエレクトロスプレーを用いた正負両極性を選択可能な高収束性クラスターイオンビーム源の開発ならびに二次イオン質量分析（SIMS）への展開」

財団等受託研究費（平成20年度地層処分技術調査等委託費（高レベル放射性廃棄物処分関連：処分システム工学要素技術高度化開発））；「中核的な技術の調査研究（その2）光ファイバセンサ」

重点地域研究開発推進プログラム（地域ニーズ即応型）；「ナノクレイコンポジットによるポリ乳酸の難燃化」

外部資金：

経済産業省受託

「平成20年度産業技術研究開発委託費（有機薄膜の高精度組成分析のための標準化）」

「マグネシウム地金・合金中酸素の分析方法に関する標準化」

「質量分析装置用コンポーネント」

「高性能冷陰極エックス線非破壊検査装置」

文部科学省受託（原子力）

「軟 X 線領域における蛍光収量分光分析法に関する研究」

「自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源とその先端利用技術に関する研究」

「SR-X 線ナノメータビームによる革新的生体試料分析技術に関する研究」

「コンパクト偏光変調放射光源の開発とそれを用いた分光計測技術の高度化に関する研究」

「小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究」

「照射誘起欠陥の動的挙動評価のための高度複合ビーム分析技術の開発」

NEDO 受託研究費

「キャラクターゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」

「革新的部材産業創出プログラム／超ハイブリッド材料技術開発（ナノレベル構造制御による相反機能材料技術開発）」

財団等受託研究費

「位相制御光による量子的分子操作と極限計測技術への展開」

「質量分析用超高感度粒子検出技術」

「AFM 探針形状評価技術の開発」

「透過型陽電子顕微鏡」

「中性子捕獲実験用レーザー逆コンプトン光の研究開発」

「中核的な技術の調査研究（その2）光ファイバセンサ」

「ナノクレイコンポジットによるポリ乳酸の難燃化」

科研費補助金

「位相制御レーザーによる固体表面粒子放出現象の量子制御」

「CFRP 接着構造部材の損傷モニタリングシステムの開発」

「フェムト秒顕微拡散反射分光システムの開発と光機能デバイスへの応用」

「超短パルス電子ビームを用いた高出力テラヘルツ時間領域分光システムの開発」

「溶液中の大質量陰イオンの負イオンビーム化と二次イオン質量分析（SIMS）への展開」

「電場勾配型高精度 TOF-MS 装置の開発」

「レーザー法による超音波伝播映像のその場計測技術の開発と非破壊検査への応用」

「レーザーコンプトン準単色 X 線マルチパルスの生成と動的医用イメージングへの応用」

「シリコン半導体極浅接合形成のための超低エネルギーイオン注入技術の開発」

「固体 NMR を用いたナノ空間における分子のダイナミクスの研究」

「イオン液体中での界面電子移動反応計測」

「ナノ金属-半導体界面におけるプラズモン誘起電子移動ダイナミクスの研究」

研究補助金

「AFM を用いたナノ物質形態の精密評価手法の ISO 国際評価」

「高真空中におけるイオン液体のエレクトロスプレーを用いた正負両極性を選択可能な高収束性クラスターイオンビーム源の開発ならびに二次イオン質量分析（SIMS）への展開」

「効率的バイオマーカー探索を目指した近接場プローブ・ナノ領域超高感度質量分析装置の開発」

発 表：誌上発表144件、口頭発表338件、その他36件

活性種計測技術研究グループ

(Active State Technology Research Group)

研究グループ長：野中 秀彦

(つくば中央第2、第4、第5)

概 要：

高い反応性や短寿命などの特性を持つ活性種は、

反応の促進、超高速現象の伝達・制御などの機能があるため、先端プロセス技術において重要な役割を果たしている。当グループでは、活性種の計測技術と、それに基づいた活性種の制御・利用技術の開発を目指す。特に独自性の高い計測・制御手法と装置の開発と、研究成果の実用化・規格化（工業標準化）を通じた社会基盤への貢献に資することを目標とする。具体的には、酸化活性なオゾンを用いた均一薄膜・界面の低温形成と計測技術の開発、金属クラスター錯体などの大質量イオンと表面との相互作用の計測・評価技術及び分子配向や内部自由度を制御した活性種の発生・計測技術の開発、パルスレーザー光を用いた半導体中の活性種及びその周辺物質との相互作用を高時空間分解能・高感度で計測する技術の開発、生体内活性種の計測に向けた電子顕微鏡や SPM などを用いたナノ構造の計測技術と標準試料及び巨大分子の検出技術等の開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 5、テーマ題目 6

#### 超分光システム開発研究グループ

(Super-Spectroscopy System Research Group)

研究グループ長：大久保 雅隆

(つくば中央第2)

概要：

急速に高度化する産業分野、科学技術分野において、従来の分光分析手法の限界を越える性能の実現が必要不可欠になっている。分光法とは、ある軸（変量）に対して物理量（測定法が規定できるもの）の変化を測定する手法で、その分光精度限界の革新的向上、新たな分光軸の追加は、我々が認知、分析できる観測対象の拡大を意味している。先端分析機器開発に必要な不可欠な要素技術として、極低温環境で動作する超高感度の超伝導分光センサーの開発を行うとともに、要素技術を統合した超分光先端分析機器開発を推進する。

生体高分子等のようなナノ粒子と X 線光子といった光量子を観測対象として、二原子分子といった低分子から抗体複合体のような数 MDa までの広い分子量範囲を、従来の質量分析の原理的制限を越える質量分析性能や、超精密な元素の分離を軟 X 線領域で可能とする光子分光性能を実現する。このような性能を、タンパク質凝集関連疾患の凝集メカニズム解明などに活用する。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 7、テーマ題目 8

#### ナノ移動解析研究グループ

(Nano-Dynamics Analysis Research Group)

研究グループ長：後藤 義人

(つくば中央第5)

概要：

電解質膜の熱耐久性をおもな理由に、一般的には作動温度が100℃以下である固体高分子型燃料電池の作動温度の高温化を目指して開発が期待されている次世代の中温作動型燃料電池用の固体電解質材料として有望視されている無機固体酸塩のプロトン拡散現象について、原子レベルでの計測・解析技術の開発と機構解明を目的とした研究をおこなっている。具体的には、固体 NMR 測定・解析技術、高圧力場を用いた原子構造環境制御技術、精密 X 線構造解析技術等を駆使して、無機固体酸塩 CsHSO<sub>4</sub>関連物質群の拡散係数と構造との相関を明らかにし、中・低温型無機プロトン伝導材料の探索・機能向上指針の提示を目指している。また、高エネルギー化学物質の状態変化の実験的構造データから安全性を定量的に評価あるいは予測するために計算機化学技術の利用開発を目指した研究では、火薬類及びエアバッグガス発生剤等の加温・加圧による構造変化を分光測定、X 線回折測定等を用いて解析ならびに推定する手法の構築を進めている。

研究テーマ：テーマ題目 9、テーマ題目10

#### 構造体診断技術研究グループ

(Structural Health Monitoring Research Group)

研究グループ長：高坪 純治

(つくば中央第2)

概要：

構造体に生体神経網に倣った損傷検知・診断機能を付与することを究極の目標として、FBG (Fiber Bragg Grating) 光ファイバセンサやレーザーを利用した構造体健全性評価システム技術の研究開発を進めている。

FBG センサはひずみセンサとしてすでに実用化されているが、当グループでは、ひずみだけでなく弾性波も測定できる技術を開発し、ひずみ、超音波を同時に計測監視できるセンシングシステムを構築した。本システムを用いて CFRP タンクの耐圧試験における AE 計測を行い、従来 AE 計測に多用されている圧電センサと同等の AE 検出能を有することを実証した。さらに、新しい光ファイバセンサの用途を探索することを目的に、長周期グレーティング (LPG) を用いた屈折率測定に関する研究を開始した。また、パルスレーザーを利用して超音波が伝わる様子を映像として観察しながら検査できる超音波可視化探傷技術の研究も進めている。レーザーは非接触で高速走査が可能なので、従来、検査が困難であった狭あい部や表面凹凸部などの検査を迅速に行うことができる。また、映像による分かりやすい検査であることから、欠陥エコーの見逃しや誤認の防止にもつながる。現在、超音波映像化装置を試作し、3次元任意形状物体表面を伝わる

超音波を映像化できることを確認するとともに、き裂や腐食、はく離等を模擬した人工欠陥を有する試験体を伝わる超音波を映像化し、航空宇宙機器や工業プラントの欠陥検査への適用性を検討している。

研究テーマ：テーマ題目11、テーマ題目12

### 不均質性解析研究グループ

(Inhomogeneity Analysis Research Group)

研究グループ長：兼松 渉

(中部センター)

概要：

当研究グループでは、材料の不均質性に由来する特性変化、機能発現機構に関する知識体系の構築と、その知識体系を基にした工業標準策定に向けた基盤的研究の推進及び工業標準策定への主体的貢献を目標としている。今年度は、前者については主に次の2つのテーマについて研究を行った。一つは「材料プロセスの信頼性評価と工業標準化に関する研究」で、平成19年度から引き続きラマン分光、固体 NMR を主な計測ツールとする機能発現機構解明に向けた計測および解析を行った。計測対象は主に高性能酸化触媒に用いることが期待される活性酸素包接物質とプロトン導電体で、in situ 測定セルを用いた顕微ラマン分光により、活性酸素包接物質中の酸素ラジカルの挙動変化を明らかにするとともに、固体 NMR によりプロトン導電体中のプロトン同定に成功した。他の1つは「ナノ制御生分解性プラスチックの設計支援技術の開発」で、ポリ乳酸などの高性能化を目的に、固体 NMR などの分光学的評価法とインデンテーション法による力学的評価法を総合化・パッケージ化した材料設計支援技術の開発を行った。工業標準については、標準基盤研究「イットリア添加部分安定化/安定化ジルコニア中イットリアの化学分析方法の標準化」と平成19年度まで実施していた基準認証研究開発事業「転動部材用ファインセラミックスの破壊特性評価手法の標準化」のフォローアップ研究を行った。また標準物質開発についても取り組みを継続し、アルミナ原料粉体の標準物質について NMIJ 認証に向けたデータ整備をほぼ完了した。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目13、テーマ題目14

### 光・量子イメージング技術研究グループ

(Quantum Radiation Research Group)

研究グループ長：小池 正記

(つくば中央第2)

概要：

次世代の計測プローブとして期待される光・量子放射源及び計測システムの開発と利用研究を行う。具体的には、他に類を見ない小型蓄積リングを用いた発振型

自由電子レーザー (FEL) の世界最短波長 (190 nm) の更新とそれを用いた表面化学反応実時間観測技術の開発、世界的に希少なレーザーコンプトン散乱 (LSC) γ線装置を用いた CT 技術による高密度構造体非破壊検査技術開発、他所では不可能な交流偏光変調アンジュレータ放射利用円偏光二色性測定装置による生体分子のキラル識別法の研究、軟 X 線微視的イメージング技術研究を進めるとともに、これらのツールを用いて物質表層における欠陥分布、化学反応の動的計測、生体原子・分子の構造解析・機能ダイナミクス追跡等のイメージング技術開発とその信頼性解析の研究を行う。いずれの光・量子放射源も計測プローブ源として世界最高性能あるいは世界には無い独自の特徴を有するものを開発し、それを革新的な計測に応用すること目標とする。

研究テーマ：テーマ題目15、テーマ題目16

### 極微欠陥評価研究グループ

(Advanced Defect-Characterization Research Group)

研究グループ長：鈴木 良一

(つくば中央第2)

概要：

先端デバイスや高機能材料の開発では素子や材料中の原子レベル～ナノレベルの欠陥や空隙がその特性に大きな影響を及ぼすため、これらの極微構造を詳しく分析・評価できる技術が望まれている。そこで、当研究グループでは高品質の陽電子ビームやイオンビームを発生し、これらを計測プローブとした新しい極微構造評価技術の開発を行っている。陽電子ビームを用いた材料評価技術については、短パルス陽電子ビームを用いた陽電子寿命測定法による各種機能材料の評価を行いその適用可能性を探るとともに、陽電子のマイクロビーム化技術を開発し、陽電子マイクロビームを用いた局所領域の測定や欠陥分布の3次元イメージングに成功した。また、陽電子発生用電子加速器の技術を応用した小型電子加速器による非破壊検査用の超小型 X 線源の開発を行い、カーボンナノ構造体を用いて単三乾電池2個で100 keV 以上の X 線を発生できる可搬型の高エネルギー X 線源の開発に成功した。

研究テーマ：テーマ題目17、テーマ題目18

### ナノ標識計測技術研究グループ

(Nanolabelling and Measurement Research Group)

研究グループ長：小野 泰蔵

(中部センター)

概要：

ナノテクノロジーの健全な発展を促すため、ナノ物質についての適切な計測評価技術の開発を行い、ナノ物質の生体安全性に関する基礎的データを取得

することを目的としている。具体的には、産業界で大量に使用されることが想定されるカーボンナノチューブ（CNT）類やフラーレン類などのナノ物質を研究の中心課題としている。こうしたナノ物質は、従来の有機化合物や無機化合物の概念の中間的な性質を有しており、これまでの一般的な計測手法では生体内に取り込まれた状態で計測することは極めて難しく、有効な生体内分布計測手法が存在しない。当研究グループでは、ナノ物質を感度良く測定するためのナノ標識手法を開発し、動物へ暴露したときの生体内移行性を含めた動態解析を行うとともに主要臓器へのナノ物質の生体影響評価を行うための電子スピン共鳴（ESR）イメージング手法の開発研究を行う。また、ナノ物質の分散化、分析、分級、標品調製などのナノ物質評価を支援する基礎技術開発も同時に進める。こうして得られた結果を総合的に検討し、ナノテクノロジーへのアレルギーや安全性への過信などが起こらないよう適切なリスク評価に資する情報を発信する。

研究テーマ：テーマ題目19

-----

**【テーマ題目1】安全・安心な社会構築に向けた計測技術開発－映像化探傷技術および化学物質爆発性予測技術の開発－**

**【研究代表者】** 秋宗 淑雄（研究部門長）

**【研究担当者】** 高坪 純治、宮内 秀和、卜部 啓、岡部 秀彦、岩下 哲雄、津田 浩、遠山 暢之、永井 英幹、本田 一匡、藤久 裕司（常勤職員11名、他1名）

**【研究内容】**

映像化探傷技術の開発では、工業プラントや航空宇宙機器を対象として、3次元任意形状構造物を伝わる超音波を映像化するための計測システム技術の開発と計測された映像から損傷情報を抽出するための画像診断技術を開発する。本年度は、可搬型のレーザー超音波可視化装置を試作し、その性能試験を行った結果、厚さ100 mm程度の金属試験片に内在する1 mm サイズの欠陥からの散乱エコーを映像化できることを確認した。また、進行波の中に隠された欠陥エコーを鮮明化するための信号処理手法を開発した。これにより欠陥検出分解能を従来の2倍以上向上させることができた。

化学物質爆発性予測技術の開発では、爆発性物質が高圧・高温状態に至る過程における構造変化を解明するための方法論開発と実験を行った。その場合粉末 X 線回折により、爆発威力の高い爆薬であるペンスリットの結晶構造の圧力依存性を10万気圧まで決定した。さらに、量子化学計算を活用することにより、実験だけでは解析できない微小な分子内共有結合距離、結合角、分子間水素結合距離の圧力変化を詳細に調べることができた。格子振動解析のための古典分子動力学計算に最適な力場を選

定するため、既存の7種類の力場それぞれについて44種類の代表的な高エネルギー物質の結晶構造の再現精度を調べた。

**【分野名】** 標準・計測

**【キーワード】** 非破壊検査、超音波、ヘルスマニタリング、損傷、爆発性予測シミュレーション、粉末 X 線回折

**【テーマ題目2】タンパク質凝集疾患機構解明のための計測基盤技術**

**【研究代表者】** 大久保 雅隆

（超分光システム開発研究グループ）

**【研究担当者】** 千葉 薫、浮辺 雅宏、志岐 成友、高橋 勝利、黒河 明、陳 銀児、陳 益鋼、鈴木 宏治、全 伸幸（常勤職員5名、他4名）

**【研究内容】**

超伝導検出器を装備した飛行時間型質量分析装置（Super-TO-FMS）を使って、アミロイドーシスの原因となるタンパク質凝集体のような巨大なタンパク質の計測法を開発している。本年度は、アミロイドーシスの1つである家族性アミロイドーシスの前駆体タンパク質であるリゾチームの多量体形成とその阻害について調べた。リゾチームのみを含む試料では18量体までの多量体が観測されたが、アポミオグロビンを加えると、多量体の形成が抑えられることを確認した。これまでは検出感度が低いため MALDI TOF-MS 実験であり議論されてこなかったタンパク質分子の多量体形成やその阻害に関する挙動について情報を得ることができた。

**【分野名】** 標準・計測

**【キーワード】** 質量分析、TOF-MS、生体分子、超伝導デバイス

**【テーマ題目3】イットリア添加部分安定化／安定化ジルコニア粉末中のイットリアの化学分析方法の標準化**

**【研究代表者】** 森川 久

（不均質性解析研究グループ）

**【研究担当者】** 森川 久、兼松 渉、柘植 明（常勤職員3名）

**【研究内容】**

本研究は、日本工業標準調査会が策定した「国際標準化アクションプラン」（平成19年6月）を受けて、研究開発と標準化を一体的に推進する「標準基盤研究制度」の枠組みの中で実施されている。バイオセラミックス材料のひとつであるジルコニア中のイットリアの高精度の化学分析方法の確立は、材料の信頼性や安定性を確保する上で必須である。ジルコニア材料の供給においては我が国が世界をリードしており、国際競争力の強化や生産性向上のためにも、国際標準の獲得は戦略的に極めて重要

である。ISO 規格については、現状では材料規格（化学成分）はあるが、化学分析方法の規格が整備されておらず、上記の理由から早急な制定が求められている。本研究は、標記の化学分析方法の確立および ISO 化を視野に入れた JIS 原案素案の作成を目的として進めており、今年度は以下の成果を得た。(1)市販の数種のジルコニア粉末（バイオセラミックス用ジルコニア中の実用的なイットリア含量を網羅）に対して最適の試料分解方法を確立した。(2)イットリアの測定方法として、シュウ酸塩沈殿法を適用し、慣用的な ICP 発光分析法による値と比較検討を行った。(3)精度的に更に向上の余地があることを見出し、常用のシュウ酸塩沈殿法に改良を加える必要があることを明らかにした。(4)分析値の信頼性を高めるために、別の高精度の測定法として、ふっ化物沈殿法の検討を開始した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】試料分解法、ジルコニア、イットリア、化学分析方法

#### 【テーマ題目 4】位相制御レーザー支援配向分子質量分析装置の開発

【研究代表者】大村 英樹

(活性種計測技術研究グループ)

【研究担当者】大村 英樹、齋藤 直昭

【研究内容】

質量分析装置はいろいろな物質の成分分析、微量原子分子検出、さらに分子構造解析のため、様々な分野で広く用いられている。本研究は2004年に国内特許出願した「配向分子質量分析装置」に基づく。配向のランダムな気体分子に対して特定の方向を向いた分子だけを選択的にイオン化することを特徴とし、ランダム配向による分子構造情報の平均化を除去することにより質量だけでなく分子構造も同時に決定できる高機能質量分析装置に関するものである。配向分子選択イオン化は、位相制御光という光の位相レベルで高度に制御された光パルスによって実現できる。高度に制御されたレーザー光を用いた新しい方法論に基づくオリジナリティーの高い分子操作技術であり、申請者が産総研において確立してきた世界先端技術である。

通常、位相制御光は光干渉計によって発生させるが、光干渉計は外乱を完全に遮断することが要求されるデリケートかつ大掛かりな装置であり、その操作は熟練を要する。配向分子質量分析装置を実用化するためには、位相制御光発生装置の簡略化、小型化がキーテクノロジーとなる。そこで本研究では、手のひらサイズのコンパクトな、さらに光学素子の微妙な調整の必要がない位相制御光発生装置を開発する。(ものづくりである)

本年度は手のひらサイズのコンパクトな、さらに光学素子の微妙な調整の必要がない位相制御光発生装置

を試作し、光学素子パラメーターの最適化を進めた。その結果、当初の計画通りのコンパクトな位相制御光の実現が可能となった。さらにイオン生成物イメージング装置の開発に成功し、位相制御レーザー支援配向分子質量分析装置プロトタイプの作製を通して重要な3つの“見える化”－(1)手のひらサイズの位相制御レーザー発生部を作製することによる、文字通り“ものづくり”による“見える化”。(2)微調整フリーの位相制御レーザー発生部とすることによって、十分技術移転可能な技術であること示した“見える化”。

(3)2次元画像データから分子構造のイメージが容易になることを示した“見える化”。－を達成した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】質量分析計、位相制御レーザーパルス、分子配向制御

#### 【テーマ題目 5】有機デバイス材料評価技術の開発

【研究代表者】野中 秀彦

(活性種計測技術研究グループ)

【研究担当者】加藤 隆二、古部 昭広、中永 泰介、永井 秀和（常勤職員5名）

【研究内容】

第2期中に進めてきた有機デバイス解析技術に向けた機能解析技術と層構造解析技術の高度化を目指す。20年度は、機能解析技術の高度化を目指し、新規概念に基づく種々の太陽電池について、その機構の解明を目指した研究を進めた。色素増感太陽電池系においては、新規色素を用いた電極に加え、金ナノ微粒子を用いた系の電子注入過程について、注入速度と注入効率について詳細に調べ、特に酸化チタン粒径依存性、溶媒と添加物の効果について明らかにした。過渡吸収による電子の高感度検出については、マイクロ波を用いた高感度検出法を確立した。有機薄膜太陽電池系においては、高感度過渡吸収分光による材料の機能評価として、励起子の反応性評価、分子の集合化に伴う電子状態変化の追跡、さらには高分子ブレンド膜における電荷生成過程のミクロンオーダーの反応不均一性を明らかにした。この実現のためにミクロンサイズ空間分解測定が可能な過渡吸収装置の作成とその小型化を行った。一方、層構造解析技術の高度化については、有機デバイス材料の表面よりスパッタ放出された中性有機分子の高感度分析技術の確立を目指し、レーザーイオン化法を用いた質量分析の高感度化を進めた。その核となる技術要素であるイオン化領域の拡大のため、平面鏡を用いたマルチパス光学系を構築し、多環芳香族炭化水素分子の2光子共鳴イオン化を行い、検出感度の向上を確認した。さらに感度を高めるために、平面鏡を真空槽内部に搭載できるような改造を行った結果、レーザー光の入出射窓における反射損失がなくなり、芳香族炭化水素分子に対して検出限界100 ppt 以下を達成した。さらに波長可変の色素レーザーを光源とすることにより、

励起波長の共鳴効果による分子選択性を確認した。これらの成果により、第2期中期計画の目標である有機デバイス材料特性評価手法及び有機薄膜構造・組成評価手法の確立に向けた着実な進展を達成した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 過渡吸収、マイクロ波、電子、レーザーイオン化、質量分析、有機分子

〔テーマ題目6〕 分子・有機デバイスの作製・評価への応用を目指した表面界面プロセス・診断および動的計測技術の開発

〔研究代表者〕 中村 健

(活性種計測技術研究グループ)

〔研究担当者〕 中村 健、古部 昭広、野中 秀彦

(常勤職員3名)

〔研究内容〕

表面・界面における計測・分析・評価技術の今後の新たな展開を図るために、計測主体(センサー)及び計測対象としての有機・無機界面の研究を行った。

前者に関しては、有機・無機界面微視的制御によるセンサ機能付与のために、シリコン基板表面への有機分子の固定化と固定化した分子への官能基の導入手法の開発を行った。気相中の有機分子では、オゾンの紫外光照射解離で生成した原子状酸素により  $\text{CH}_3$  基の C-H 結合の間に O 原子を挿入し C=O 結合や C-O 結合を持つ官能基に変換できた。加えて、n-ヘキサンを例に有機分子の基板付着を赤外吸収から確認した。しかし、基板及び基板上の有機分子の酸化反応の選択性を制御する必要が見出されたので、基板酸化を抑制する水素終端表面の作製評価と固定化プロセスへの適用を進めている。

後者に関しては、有機・無機界面の巨視的観察のために、高速カメラによる動的計測技術の開発を行い、有機導電性高分子(ポリチオフェン P3HT)のスピンコート成膜過程の観察に適用した。成膜完了までの溶媒の蒸発過程と P3HT の結晶化過程の時間分解観察に成功した。その際、スピンコートのホルダーのパターンを反映した面内不均一分布の発生を見出し、結晶化機構の検討や結晶性の制御に本手法の適用が可能であることを示した。また、有機溶媒への P3HT 滴下時の観察例を通じて、顕微鏡と組み合わせた動的計測にも展開が可能であることを示した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 表面、界面、有機化合物、表面修飾、時間分解測定、動的計測

〔テーマ題目7〕 お台場拠点安全対策と NEDO、JST-CREST プロジェクトの推進

〔研究代表者〕 大久保 雅隆

(超分光システム開発研究グループ)

〔研究担当者〕 高橋 勝利、横田 揺子

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

お台場拠点に設置しているフーリエ変換質量分析装置(FT MS)の安全な運用と NEDO、JST プロジェクト推進のために、安全管理人材を手当するとともに、プロジェクトを円滑に推進した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 質量分析、安全管理

〔テーマ題目8〕 プラズマ粒子の質量分布と運動エネルギー分布計測装置

〔研究代表者〕 志岐 成友

(超分光システム開発研究グループ)

〔研究担当者〕 志岐 成友、浮辺 雅宏

(常勤職員2名)

〔研究内容〕

本研究は生体高分子の質量分析法を研究するなかで培ったエネルギー分散型超伝導粒子検出器の技術を、プラズマ計測に応用する新しい試みである。プラズマは核融合炉や半導体製造プロセスに欠かすことのできないものである。プラズマ中で、どの分子種が、どのような運動エネルギー分布を有するのかは、プラズマの状態や薄膜の品質を決める、重要な要素である。本研究ではプラズマ中の主成分である中性粒子の運動エネルギーと質量を同時に決定する、新しい質量分析法の実現を目指している。新しい分析法では飛行時間型分析部と超伝導トンネル接合検出器を組み合わせ、飛行時間から速度を、超伝導トンネル接合から運動エネルギーの情報を得て、一粒子の質量と運動エネルギーを同時に決定する。

今年度は検出器の特性を評価するためのイオン源を整備した。検出器の応答はエネルギーに依存するだけでなく、粒子種によっても異なるため、検出器評価用のイオン源にはエネルギーと質量電荷比を可変とする能力が必要である。現有する二重収束型質量分析装置は質量電荷比を精密に制御することはできるが加速電圧は固定されているため、加速電圧を可変とする改造を実施した。60 eV~3 keV の範囲で特定の質量電荷比のイオンビームを得ることができた。今後、開発したイオン源を用いてセンサーの性能評価を進めるとともに、新しい分析装置の構築を行う。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 超伝導トンネル接合検出器、質量分析、運動エネルギースペクトル、中性粒子

〔テーマ題目9〕 分子プロトニクス開拓のための基盤研究

〔研究代表者〕 後藤 義人

(ナノ移動解析研究グループ)

〔研究担当者〕 林 繁信、山脇 浩、藤久 裕司、坂下 真実、竹谷 敏、本田 一匡

(常勤職員7名、他1名)

### 【研究内容】

次世代の中温作動燃料電池用の固体電解質材料として期待されている無機固体酸塩のプロトン伝導機構を解明するため、以下の研究を行った。固体 NMR を用いて原子レベルでのミクロな運動を解析し、表面状態などに左右されない物質固有のプロトン拡散定数を決定するとともにプロトン伝導機構を解明した。最初に、メソポーラスシリカ FSM-16 のナノ細孔に無機固体酸塩  $\text{CsHSO}_4$  を導入して、プロトンの運動性を調べた。平成19年度に室温付近でのプロトンの運動性が高くなることを見出したが、平成20年度は $^1\text{H}$  NMR スペクトルの線形の温度依存性を解析して、運動の速さを定量的に見積もった。スペクトルの線形はプロトンの運動性に分布があることを示し、運動の速さの平均値は結晶  $\text{CsHSO}_4$  に比べ約1桁速いことがわかった。ナノ細孔中では  $\text{CsHSO}_4$  が結晶構造を取ることができずアモルファス構造となり、その結果運動性に分布が生じたと考えられる。また、構造の乱れにより、水素結合が弱くなって運動性が高くなったと考えられる。次に、ゼロ次元水素結合系無機固体酸塩である  $[(\text{NH}_4)_{1-x}\text{Rb}_x]_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$  を取り上げた。 $\text{NH}_4$  塩 ( $x=0$ ) 及び  $\text{Rb}$  塩 ( $x=1$ ) の室温相の構造は同形であり、 $x$  を0から1まで連続して変えることができる。このため、この系は陽イオンの置換がプロトン伝導に及ぼす効果を調べるのに適した系である。熱分析の結果、 $\text{NH}_4$  イオンの量が増加するにつれて、超プロトン伝導相への転移温度が下降した。一方、 $\text{NH}_4$  イオンの量が増加しても融点はほぼ一定であった。 $^1\text{H}$  スピナー格子緩和時間 ( $T_1$ ) の温度依存性を測定して理論的に解析した結果、 $\text{NH}_4$  濃度の増加に伴い、酸性プロトンの拡散速度が増加する傾向を示した。 $\text{NH}_4$  濃度の増加に伴い水素結合が弱くなることから、水素結合が弱くなるほど超プロトン伝導相におけるプロトン拡散が速くなることを示した。

$\text{CsHSO}_4$  系無機固体酸塩の結晶構造は、温度-圧力の状態変化に敏感であるため構造相転移の結果、様々な結晶系をとることが知られている。この特徴を明らかにしつつ、無機固体酸塩の構造とプロトン伝導の関係をより詳しく調べるため、組成変化を伴わずに構造を変化させることができる有効な手段である高圧力を用いて構造変化にともなう伝導度の測定を行っている。今年度は、常圧相中では圧力と共に短くなる  $\text{CsHSO}_4$  の水素結合距離が、高圧相への相転移にともない伸長することが判明した。ところが一方で、高圧相の四面体イオン同士の他の原子間距離が常圧相よりさらに短くなることが明らかにされたため、このことに基づく四面体イオンの回転束縛がプロトン伝導度の低下に関連しているものと考えられる。次に  $\text{Rb}_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$  では、500 K、0.2 GPa 以上で出現する高温高圧相において圧力と共に伝導度が増加することが明らかになったが、これは水素結合距離が圧力と共に減少する反面、新たに3次元的な伝導パスが形成

されることによるものと思われる。また、室温で  $\text{Rb}_3\text{H}(\text{SO}_4)_2$  の常圧相から高圧相への転移時には、水素結合の組み替えが起こることで、一時的な水素結合距離の伸長が生じる。この変化に対応してプロトン伝導度も転移時に一旦増加を示した後に、水素結合の収縮とともに減少傾向に転じていることが明らかになった。今年度の結果は、高圧力下において無機固体酸の水素結合が特異な振舞いを示す場合においても、イオン回転の束縛がプロトン拡散速度を支配していることを示唆するものとなった。

この他、高温湿潤条件下での粉末 X 線回折測定を確立するため、100℃以上における湿度制御の可能性について検討した。文献調査を踏まえた予備実験の結果、100℃以下で水蒸気飽和させたガスを、100℃以上の高温下で一定の流速で流すことによって、目的とする100℃以上での湿度制御可能な実験環境を作り出すことに成功した。これにより、四硫酸三水素五セシウム  $\text{Cs}_5\text{H}_3(\text{SO}_4)_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  等の粉末試料の構造相転移の詳細について調べることが可能になった。さらに、量子化学計算を利用することで四硫酸三水素五セシウム  $\text{Cs}_5\text{H}_3(\text{SO}_4)_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  の各相のプロトン位置を推定することに成功し、局所的なプロトン伝導機構の解明のみならず、多様な結晶構造中のプロトン拡散経路の推定も行うことが可能になりつつある。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 プロトン拡散、固体 NMR、ナノダイナミクス、高圧構造制御技術

【テーマ題目10】 ガスハイドレート DB 構築のための計測評価手法の確立

【研究代表者】 竹谷 敏

(ナノ移動解析研究グループ)

【研究担当者】 藤久 裕司、坂下 真実

(常勤職員3名)

【研究内容】

ガスの貯蔵・輸送媒体、蓄冷熱媒体などとして実用化が進められているガスハイドレートの探索・利用に資するデータベースの構築に向け、ガスハイドレートの物性を正確に計測するための標準的測定・解析手法の確立を進めている。特に、ガスハイドレート中に包蔵されるガス量の算出に重要な、格子定数と結晶構造、および結晶の構造安定性の測定を対象とし、結晶中のガスの移動拡散現象の機構解明も目指している。今年度は、ハイドレート DB のデータとして求められている結晶構造、密度、およびガス包蔵性に関し、メタン、エタン、プロパンなどを包接するガスハイドレートを用いた実証試験を行った。従来よりも長時間測定が可能な温度可変試料容器を開発することによって低温型位相コントラスト X 線 CT で試料密度を高い精度で求めるとともに、直接空間法を用いた粉末 X 線構造解析を行った結果、ガス包蔵量の



算定が可能であることを示すことができた。今後は、産業界から求められている計測ニーズへの対応を行うために、より精度の高いデータを提供することができる測定手法の確立に向けて、他の測定手段との比較検討を踏まえた装置の改良を進めつつ、多様な構造形態を持つガスハイドレートでの実証研究を進めることによって信頼性の向上に努める必要がある。

【分野名】標準・計測

【キーワード】ガスハイドレート、ガス密度、位相コントラスト X 線 CT、粉末 X 線構造解析

#### 【テーマ題目11】空中超音波法による完全非接触探傷技術の開発

【研究代表者】高坪 純治

(構造体診断技術研究グループ)

【研究担当者】卜部 啓、永井 英幹 (常勤職員3名)

【研究内容】

当研究グループで開発を進めている超音波映像化探傷技術では、超音波の発振にレーザーによる励起を用い、そのレーザーを高速で走査することにより、映像化がその場で簡便に実現でき、非平面な検査体に対してもそのまま適用できる。本研究では、その適用対象の拡大ならびに利便性のさらなる向上のために、発振だけでなく受信も非接触方式にした完全非接触での測定をめざし、空中超音波法の受信探触子への適用に取り組んでいる。これまで空中超音波探触子のレーザー励起超音波伝搬映像化への適用可能性は確認済みであったが、受信に圧電素子などの接触 (固定) 式の探触子を用いる場合と比べると、感度の低さや指向性の高さに起因して、映像化できる範囲が限定されてしまう問題があった。

本年度は、指向性を逆に利用し、平行伝搬映像が得られるような走査方法に変更して、空中超音波受信の場合でも、レーザーを走査した全領域に渡って明確な伝搬映像が得られる方法を新たに開発した。そして、CFRP (炭素繊維強化プラスチック) 板のはく離や、アルミニウム板のスリットに対して映像化を行い、従来法の空中探触子受信の場合よりも広い範囲で欠陥が鮮明に検出できることを確認した。加えて、検出した欠陥の位置標定手法の検討も行い、実用性を高める取り組みも進めた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】非破壊検査、超音波、非接触、損傷、複合材料

#### 【テーマ題目12】光ファイバ屈折率センサの開発

【研究代表者】津田 浩

(構造体診断技術研究グループ)

【研究担当者】津田 浩 (常勤職員1名)

【研究内容】

波長変調型の光ファイバセンサの一種である長周期グレーティング (LPG) はコアとクラディングを伝搬

する光の相互作用により特定の波長域を遮蔽する機能を有する。クラディングがガラスよりも低い屈折率の物質で囲まれたとき、クラディングの屈折率は外界の屈折率の影響を大きく受けることから、屈折率センサとして機能することが報告されている。本研究では屈折率測定に大きな影響を及ぼすと考えられるグレーティング長、及びグレーティング部の曲げ半径の効果を明らかにすることを目的とした。

ガラスよりも低い屈折率を測定する場合、グレーティング長を長くすることで屈折率に応じて遮蔽波長が大きくシフトすることが観察された。またグレーティング部の曲げ半径を小さくすることで屈折率に応じて遮蔽波長シフトが大きくなった。つまりグレーティングの長い、曲率の大きな LPG を用いることで高感度化を実現することができる。一方、ガラスよりも高い屈折率測定においては屈折率変化に応じて遮蔽強度が変化した。この場合、LPG に曲げを与えると全く遮蔽波長が現れずセンサとしては機能しない。またグレーティング長20 mm 以下の LPG を用いることで屈折率に応じて遮蔽強度が大きく変化した。

上記した実験結果を応用する研究としてガラスよりも低い屈折率を測定として水質検査を、高い屈折率測定としてエポキシ樹脂の硬化モニタリングに LPG を適用した。上記した最適なセンサ構成により高い感度で水質検査、及び硬化モニタリングを実現することができた。

【分野名】標準・計測

【キーワード】LPG、屈折率、化学センサ、水質検査、キュアモニタリング

#### 【テーマ題目13】材料プロセスの信頼性評価と工業標準化に関する研究

【研究代表者】兼松 渉

(不均質性解析研究グループ)

【研究担当者】兼松 渉、西田 雅一、深谷 治彦、森川 久、柘植 明 (常勤職員5名)

【研究内容】

機能性材料およびその製造プロセスの設計指針を明らかにすることを旨とした計測評価・解析技術の開発を行うとともに、新材料の特性評価法規格化に向けた基盤的な研究を行う。当グループは、材料の不均質性を前提として、多階層・多元的な計測データと機能評価データを統合して情報科学的に処理し、機能性材料の設計支援を行う方法論「材料機能インフォマティクス」の確立を目指しているところであるが、本研究ではその解析対象の要素となる単一階層での情報の体系化を目指すものである。今年度は、活性酸素を包摂する高性能酸化触媒材料の分光学的解析を継続するとともに、プロトン導電性を有するピロリン酸スズの解析にも着手した。特に後者の材料は、非常に優れた酸化触媒特性を示すことが確認されており、ディーゼル排ガスの低温燃焼触媒・カーボン

センサー等への応用が期待されている。具体的な研究としては、カルシウムフェライトについて、顕微ラマン装置による *in situ* 解析を行って、雰囲気による材料中の活性酸素の変化を明らかにした。またピロリン酸スズについては、固体 NMR によりプロトンの同定に成功した。

工業標準化に関する研究については、平成19年度まで実施していた基準認証研究開発事業「転動部材用ファインセラミックスの破壊特性評価手法の標準化」のフォローアップ研究と標準物質1種類の開発に取り組んだ。前者については、標準化を目指すステップワイズ荷重方式による転動疲労試験結果が精密評価法である一定荷重方式による結果と整合することを検証するため、後者によるデータ整備を行った。標準物質開発については、窒化ケイ素2種類の NMIJ 認証を受けるとともに、アルミナ原料粉体の標準物質認証に向けたデータ整備をほぼ完了した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 無機酸化物、ナノ細孔材料、プロトン導電体、分光学的手法、触媒、標準物質

#### 【テーマ題目14】 ナノ制御生分解性プラスチックの設計支援技術の開発

【研究代表者】 西田 雅一

(不均質性解析研究グループ)

【研究担当者】 西田 雅一、宮島達也、兼松 渉

(常勤職員3名)

【研究内容】

ポリ乳酸などの生分解性プラスチックの高性能化を目指すナノ制御プロセス開発を促進するため、固体 NMR などの分光学的評価法とインデンテーション法による力学的評価法を統合化・パッケージング化した材料設計支援技術の開発を行った。

固体 NMR 法では、ポリ乳酸-ポリ  $\epsilon$  カプロラクトン共重合体の動的過程における構造変化に着目して、スペクトル変化や核磁気緩和時間の変化を調べた。延伸過程においては横圧縮の影響で磁気緩和過程が阻害されることを、生分解過程においては分子の配向度が分解性に関する重要なパラメータになることを見出した。一方、顕微インデンテーション法でもポリ乳酸-ポリ  $\epsilon$  カプロラクトン共重合体に対して直接的にレオロジー関数を解析することが可能となり、応力緩和試験やクリープ試験を行った結果、表面変形パラメータ  $\gamma$  が時間依存性を示すことを初めて実証することができた。

これまで再現性に問題があった機械的特性や製品特性に代わり、この固体 NMR 法と顕微インデンテーション法による厳密な評価手法を用いることで、分子構造・ナノ構造と核磁気緩和時間との定量的経験則を提示することができ、所要の製品特性を発現させる分子構造・ナノ構造の推測が可能となった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 ポリ乳酸、固体 NMR、圧子圧入法、粘弾性特性、緩和時間解析

#### 【テーマ題目15】 小型加速器による高輝度パルス X 線の高度利用化に関する研究

【研究代表者】 小池 正記 (光・量子イメージング技術研究グループ)

【研究担当者】 黒田 隆之介、田中 真人、小川 博嗣、豊川 弘之、清 紀弘、池浦 広美、安本 正人、渡辺 一寿、小池 正記 (常勤職員9名)

【研究内容】

小型加速器をベースとしたレーザーコンプトン X 線源の高輝度安定化により医療関連研究等の利用実験における効率の向上を図った。これまで、S バンド小型加速器の導入から3年間の研究成果として、半導体フォトカソードの開発等により X 線収量も増加することができている。例えば、ピコ秒-フェムト秒オーダーの X 線 1 パルスのイメージング像の取得も可能となっている。これを用いた利用研究も少しずつ拡大してきておりこれまでに所内外の多くの機関の実験グループと共同実験を重ね、ラットの腰椎等で屈折コントラストにより従来法に比較してより鮮明な像を得る等の成果を発表できるところまでできている。しかしながら、現状の小型加速器を用いた実験では、その運転において微妙な技術を要する調整等が不可欠となっている。このため今後拡大する利用研究に対応するには、ビームライン改造等、小型加速器の高度利用化に向けた改良が必要不可欠の状況となっており、半導体フォトカソード、レーザー安定化、電子ビーム安定化等についての要素技術の高度化を図った。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 オンサイト量子放射源、小型 S バンドリニアック、レーザーコンプトン散乱、単色硬 X 線、テラヘルツ波

#### 【テーマ題目16】 S バンド小型リニアックによる高出力テラヘルツ時間領域分光システムの開発

【研究代表者】 黒田 隆之助 (光・量子イメージング技術研究グループ)

【研究担当者】 黒田 隆之助、豊川 弘之 (常勤職員2名)

【研究内容】

本研究は、S バンド小型電子リニアックベースの高出力テラヘルツ光源開発、及び応用に関する研究である。具体的には、小型リニアックにより約40 MeV の超短パルス電子ビームを生成し、そのコヒーレント放射により高出力テラヘルツ (THz) パルスを生成する。そのコヒーレント THz パルスにより、テラヘルツ時間領域分光 (THz-TDS) システム、及びイメージング装置の開発を目指している。それにより、レーザーベースの低出力

テラヘルツ光源ではこれまで測りえなかった吸収の多い物質の分析や、分析時間の短縮等が期待される。

本年度は、テラヘルツパルスを用いた時間領域分光のための、プローブパルス（フェムト秒レーザー）とのタイミング制御、及び軸外し放物面鏡を用いたテラヘルツパルスの集光実験を行った。それにより、EO サンプリング（結晶は ZnTe を使用）におけるテラヘルツパルスとプローブパルスとの時間制御が十分可能なことを検証し、テラヘルツパルスの集光サイズとしては約6 mm を達成している。また、テラヘルツイメージングとしては、テラヘルツ導波管と検波器（0.1THz 帯）を用いた走査型イメージング装置を開発し、IC カードや生体組織の透過イメージング、植物の水分布の経時変化など、従来光源では透過測定が難しい材料を比較的短時間でイメージングすることに成功した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 テラヘルツ、コヒーレント放射、THz-TDS、テラヘルツイメージング、小型加速器

#### 【テーマ題目17】 Cバンド電子加速器本格稼働のためのシステム整備

【研究代表者】 鈴木 良一

（極微欠陥評価研究グループ）

【研究内容】

物性計測に利用できる高強度低速陽電子ビームの発生のためには、パルスレートの高い電子加速器が必要で、それを実現するために C バンドのマイクロ波を用いた電子加速器の開発を行っている。前年度までにこの電子加速器で高エネルギー電子ビームを加速できることを確認しており、今年度は電子ビーム加速を安定にできるように加速器システムの回路系や制御系の改良を行った。

電子加速器では、クライストロンやマグネトロン等のマイクロ波管に高電圧パルスを印加して大電力マイクロ波を発生するが、このパルスを発生するために高電圧の充電電源が必要なため、高周波スイッチングによる小型の高電圧充電回路の開発を行った。また、C バンド電子加速器を本格稼働させるため、加速器のある部屋に人が立ち入らないようにするとともに、万が一立ち入っても加速器の電源が自動的に遮断されるインターロック機構を設けた。また、加速器の稼働状態をモニターできるビデオモニターを整備し、安全に加速器を稼働できるようにした。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 電子加速器、C バンド、インターロック

#### 【テーマ題目18】 大気陽電子顕微鏡の要素技術の開発（ビーム大気取り出し技術の研究）

【研究代表者】 大島 永康

（極微欠陥評価研究グループ）

【研究担当者】 鈴木 良一、大平 俊行、木野村 淳、黒田 隆乃助（常勤職員5名）

【研究内容】

陽電子マイクロビームを用いて大気中に設置した試料の極微欠陥を評価する装置（大気陽電子顕微鏡）の要素技術の開発研究を行っている。真空環境で生成した陽電子ビームを大気中に高効率で取り出すために、ビームを遮断しにくい薄膜を用いて真空窓を開発した。開発した薄膜真空窓を通して、静電場の加速管で加速した陽電子ビーム（ビーム直径1ミリメートルでエネルギーは25 keV）を大気中に取り出すことに成功した。また実際に、この陽電子ビームを用いて、大気中に設置したセルロース薄膜試料の陽電子寿命測定を行うことにも世界で初めて成功した。静電場方式の加速管によるビーム加速では、試料部に高電圧を印加しなくてはならないために、試料のハンドリングが困難になり、また加速エネルギーが大きくなると放電を起こす可能性もある。これを解決するために高周波加速空洞を用いたビーム加速システムについての開発研究も進めた。高周波加速空洞の最適化設計を計算機シミュレーションにより行い、精密加工と電磁気的特性計測を交互に繰り返すことで銅製の高周波加速空洞を製作した。高周波加速による電子ビーム加速実験装置を構築した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 陽電子消滅、陽電子ビーム、顕微鏡、大気中測定

#### 【テーマ題目19】 高性能な水系 SWCNT 分散用界面活性剤の創製に関する研究（CNT 分級を目指して）

【研究代表者】 太田 一徳

（ナノ標識計測技術研究グループ）

【研究担当者】 太田 一徳、早川 由夫、小野 泰蔵（常勤職員3名）

【研究内容】

SWCNT の水系溶液への分散剤としては、種々のイオン性及び非イオン性界面活性剤、胆汁酸塩及び DNA 等が検討されている。これらの分散剤の中で、SWCNT の分散性や取り扱いやすさから胆汁酸塩（コール酸ナトリウム）が比較的良好に使用されている。

本研究では、400種あまりの非イオン性界面活性剤からランダムスクリーニングにより、コール酸ナトリウムよりも優れた分散剤（コレステロールとオキシエチレンのオリゴマーからなる界面活性剤、ポリオキシエチレンコレステリルエーテル、以下 CS）を見出した。CS 系界面活性剤の SWCNT への吸着挙動について、液体クロマトグラフィーによる詳細な検討を行ったところ、SWCNT への吸着にはコレステロール基（疎水基）が支配的であることを突き止めた。また、水素添加したコレステロール基とポリオキシエチレン鎖からなる界面活

性剤がCS系界面活性剤よりも分散性能が高いことを見出した。近赤外領域の吸収スペクトルからも、これらの界面活性剤がコール酸ナトリウムよりも、SWCNTを孤立分散させる能力が高いことを確認している。これらの界面活性剤は、少なくとも文献的に知られているものの中では最高性能のCNT分散性能を備え、しかも化粧品に利用されている物質であることから、毒性が無い最先端のSWCNT用の分散剤であると考えている。

【分野名】標準・計測

【キーワード】カーボンナノチューブ、界面活性剤、分散、近赤外吸収スペクトル、液体クロマトグラフィー、分析

【テーマ題目20】メソポーラスシリカナノ空間を用いた分子反応装置の基盤技術開発：高速ナノ溶液分子流のモデルの実証と化学反応制御への応用

【研究代表者】岡崎 正治（部門付）

【研究担当者】岡崎 正治、鳥山 和美  
（常勤職員1名）

【研究内容】

ゼオライトなどの多孔質のナノ空間を用い、化学反応の選択・制御を行う方法は、触媒化学の分野で広く研究され、産業界にて利用されている。その反応制御メカニズムとして、ナノ空間効果と空間壁による電子的効果が考えられている。我々は、前者のナノ空間効果を近年開発されたメソポーラスシリカを用いて、より精密且つ効率的な方向に発展させることを目的に研究開発を進めている。その基本概念は、①流通システムにメソポーラスシリカ（MCM-41）を充填したカラムを設置し、②MCM-41の円筒状ナノ空間に反応溶液を流し、そこで、③反応開始のための物理的刺激を与え、連続的に籠効果を利用した反応制御を行うというものである。このナノ化学工場とよぶべき反応モデルはキサントンのアルコール溶液を用いた実験結果から提出されている<sup>1)</sup>。これを一般的なモデルとして世に問うためには、高速で反応溶液をナノ円筒空間に輸送できることを、そのメカニズムと併により明確に提示する必要がある。今回は、“Spin-probe flowmetry”とよぶべきナノ空間での流量測定法を開発し、それを用いて、アルコール溶液や水溶液系での上記ナノ円筒空間中高速輸送現象を確認し、そのモデルを提案することに成功した。この成果をまとめた論文は、米国化学会物理化学誌に発表予定である<sup>2)</sup>。

文献) 1) 岡崎正治、小西由也、特許第4035595号。

2) M. Okazaki, P. Jin, K. Ohta, K. Toriyama,  
*J. Phys. Chem. Part C, in press* (2009).

【分野名】標準・計測

【キーワード】MCM-41、スピンプローブ、ESR、籠効果、反応制御、ナノ空孔、ナノ空間流動、選択分子流動

## ⑫【ユビキタスエネルギー研究部門】

(Research Institute for Ubiquitous Energy Devices)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：小黒 啓介

副研究部門長：谷本 一美

上席・主幹研究員：香山 正憲、宮崎 義憲

所在地：関西センター

人員：44名（42名）

経費：776,281千円（201,601千円）

概要：

情報技術の急速な発展やこれに伴うユビキタス情報社会の到来、また少子高齢化に伴う個人生活の多様化が進む中、パーソナル、ウェアラブル、モバイル、マイクロ等で形容される多様な新しいエネルギー供給形態、新電源技術（ユビキタスエネルギー技術）の開発が不可欠になってきている。また発展途上国等においては、エネルギーの供給が情報伝達を律速している場合も多い。情報通信機器のみならず、ロボットや輸送機器用のエネルギー源、医療福祉用途や生体内電源などにおいても、ユビキタスエネルギー技術の用途や需要の拡大が予想される。ユビキタスエネルギー技術は、利便性の観点から高エネルギー密度化、高出力化が進められているが、わが国の情報通信分野でのエネルギー需要拡大が予想される中、「持続的発展」や「安全・安心な暮らし」という観点からも、高効率、安全性、環境適合性を満足する新技術開発が不可欠である。

さらに太陽電池やニッケル水素電池、リチウムイオン電池等は、コストや寿命などの技術的ハードルが低い情報機器用電源（ユビキタス用途）として発展して技術が確立された結果、今や新・省エネルギー技術として重要な、家庭用および自動車用の分散電源としての地位を築こうとしている事実も見逃せない。「浪費による豊かな時代」から「持続的発展」へとパラダイムシフトが進行する時期であるからこそ、ユビキタスエネルギー技術が生活密着型の新エネルギー技術として、従来概念にとらわれない大きな変貌、すなわちイノベーション、を遂げる可能性を秘めている。

現状のユビキタスエネルギー技術の中核をなす固体高分子形燃料電池や二次電池については、日本及び米国が世界のトップランナーである。しかしながら、世界的にもこれらの小型・移動型エネルギーデバイス・電源技術の開発競争は、極めて激化している。この中で新しい技術を展開するには、新材料開発がボトルネックとなっている場合が多い。国際競争力の確保の点からも、産業界からはハイリスクで長期的な取り組みが必要な新材料探索を、大学や国立研究所で行うべきとする要望が強い。また、実用化に向けての共通技術

として劣化要因解明や評価技術、標準化に関する技術などの産業基盤技術の提供と言う点でも、国立研究所への期待は大きい。

地域性の観点からは、ユビキタスエネルギー技術に関連する家電産業や電池産業が関西経済圏内に集積されている点や、また論文引用総数20傑にランクされる京大、阪大、神戸大のほか、大阪府大、同志社大、立命館大、関西大等のレベルの高いアカデミアにおける当該分野の集積を重要視すべきであり、産総研におけるユビキタスエネルギー技術の産学官連携の戦略拠点として、関西地域での活動が重要といえる。

このような社会情勢に鑑み、また産総研のミッションである「持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化、産業政策の地域展開への貢献、産業技術政策の立案等に貢献」を目標にして、ユビキタスエネルギー研究部門は2004年4月1日に設立された。究極の目的は、人類が平等かつ持続的にエネルギーを共有することであり、そのために必要な多様な小型・移動型のエネルギー変換技術およびエネルギー貯蔵技術の開発を目指している。当面は、高度に発展する情報技術や個人生活の多様化に伴う新しいユビキタスエネルギー需要等に資するため、高効率、高密度と安全性、環境適合性を満たす燃料電池、二次電池などの小型・移動型エネルギーデバイス・電源技術の開発に、材料基礎研究からシステム化研究までを通して取り組んでいる。

---

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発

基礎的・共通的課題に関する技術開発

「セル劣化要因の基礎研究と MEA 耐久性の解析（劣化加速プロトコルにおける劣化状態評価と劣化メカニズムに関する基礎研究）」

固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発

次世代技術開発

「錯体系 CO 酸化電極触媒を組み込んだ新規耐 CO アノード触媒の研究開発」

固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発

要素技術開発

「定置用燃料電池システムの低コスト化・高性能化のための電池スタック主要部材に関する基盤研究開発（電子伝導性酸化材料を用いた高耐久性触媒担体の研究開発）」

「高濃度 CO 耐性アノード触媒」

「低白金化技術」

次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

基盤技術開発

「次世代自動車用高性能蓄電池基盤技術の研究開発（劣化解析・抑制手法の開発）」

次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

次世代技術開発

「エネルギー密度の革新を目指した金属-空気電池の二次電池化」

「還元雰囲気通電焼結プロセスを用いた高容量含硫黄複合正極材料の研究開発」

次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

要素技術開発

「リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発」

「高容量・低コスト新規酸化正極材料の研究開発」

新利用形態燃料電池標準化等技術開発

標準化研究開発

「新利用形態燃料電池の基盤研究開発（性能及び安全性試験）」

水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発

水素製造機器要素技術に関する研究開発

「CO<sub>2</sub>膜分離法を用いた水素製造装置改質システムの開発」

水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発

次世代技術開発・フィージビリティスタディ等革新的な次世代技術の探索・有効性に関する研究開発

「超高压水素合成法による新規水素吸蔵合金の研究開発」

文部科学省

科学研究費補助金（特定）

「第一原理計算による高密度格子欠陥構造の電子論的解明と材料設計」

「イオン液体の電解質機能設計」

科学研究費補助金（基盤 B）

「金属/酸化物ナノヘテロ界面の雰囲気依存構造変化のメカニズムに関する研究」

科学研究費補助金（若手 B）

「環境関連電気化学デバイスのための錯体系電極酸化触媒の開発」

「DNA プログラム自己組織化の触媒応用に関する研究」

特別研究員奨励費

「第一原理シュミレーションによる炭素系物質の脱水素化特性の研究」

独立行政法人科学技術振興機構

戦略的創造研究推進事業

「構造の解析と設計及び触媒探索」

「s-ブロック金属負極の dendrite 析出制御と表面観察」

発表：誌上発表114件、口頭発表235件、その他16件

---

ナノ材料科学研究グループ

(Materials Science Research Group)

研究グループ長：香山 正憲

(関西センター)

概要：

ユビキタスエネルギーデバイス開発の鍵を握るのは、ナノ界面機能材料（触媒、燃料電池電極、電池材料、水素吸蔵材料等々）など優れた機能材料の開発であり、特に金属/無機ナノヘテロ界面は優れた機能が期待される。電子顕微鏡観察や走査プローブ顕微鏡観察と理論計算との連携は、こうした材料の構造や機能の基礎的解明に威力を発揮し、解明を通じた設計技術の確立や新規材料探索も期待される。当グループは、第一に、電子顕微鏡観察や走査プローブ顕微鏡観察、第一原理計算など、ナノ・ミクロの解析技術を用いて、金属/無機ナノヘテロ界面系をはじめとするナノ界面機能材料の原子・電子構造や機能のメカニズムの解明を行い、ナノ材料科学のフロンティアを切り拓く。第二に、ユビキタスエネルギーデバイスの新機能材料開発や蓄電池、PEFCの機能や劣化メカニズムの解明など、材料開発・デバイス開発に基礎解析からの具体的貢献を行う。第三に、ナノ・ミクロ解析技術とコンビケム技術の連携・融合により、基礎解析を材料開発に積極的に活かして効率的に新材料を開発する新しい方法論ーマテリアミックスの基盤技術の確立を図る。以上により、当ユニットの本格研究の一翼を担い、ユニットのコア技術の醸成を図る。

### 新エネルギー媒体研究グループ

(New Energy Carrier Research Group)

研究グループ長：栗山 信宏

(関西センター)

概要：

高いエネルギー密度を有し、同時に高い安全性を確保する次世代電源デバイスを提案し、燃料電池のユビキタス電源としての利用範囲を拡大するため、水素製造マイクロリアクタや新規水素吸蔵材料による持ち運び可能な水素供給技術「ポータブル水素」の開発に取り組む。そのために、従来系貯蔵材料の機能向上に加えて、新コンセプトや超高压等の新条件における軽元素主体材料の探索と性能向上及び安全性評価、その利用システムの設計・提案、ならびに、低温作動化とコンパクト化に資する改質器用触媒を提案する。また、燃料電池システムに必要な電力貯蔵素子のひとつであるキャパシタへのナノ構造材料の適用を行う。さらに、内燃機関で最も高い効率を有するディーゼルエンジンからの環境負荷物質の排出量を抑えるために、硫黄含有燃料を用いた場合でも十分な耐久性を有する窒素酸化物除去触媒の開発に取り組む。

### 次世代燃料電池研究グループ

(Advanced Fuel Cell Research Group)

研究グループ長：安田 和明

(関西センター)

概要：

次世代燃料電池新技術の基礎技術研究を進めると共に新たなコンセプトの萌芽的研究テーマに取り組んでいる。高い耐酸化性を有する還元チタン酸化物担体を用いた新規触媒の開発を行い、担体の高比表面積化（ $50 \text{ m}^2/\text{g}$ ）及び白金触媒のチタン合金化による触媒活性の向上（Pt比2倍）を図った。また、一酸化炭素（CO）酸化活性の高い新規な有機錯体系電極触媒の開発に取り組み、CO酸化過電圧を低減し、 $60^\circ\text{C}$ におけるCO酸化のonset potentialが約 $0.05 \text{ V}$ 以下（RHE基準）を示す触媒を開発した。アニオン交換膜を用いるグルコース燃料電池の開発を行い、従来のカチオン交換膜形やバイオ燃料電池に比べて高い発電性能が得られた。この他、水素化物からの電気化学的水素発生に関する基礎的な研究や、分割セルを用いたPEFCの劣化メカニズムに関する研究、触媒担時カーボンの電気化学的な腐食挙動の研究等を行った。

### 燃料電池機能解析研究グループ

(Fuel Cell Durability Analysis Research Group)

研究グループ長：谷本 一美

(関西センター)

概要：

クリーンで高効率な電源として期待される固体高分子燃料電池（Polymer Electrolyte Fuel Cell：PEFC）に関して実用面から耐久性確保は重要な課題であり、自動車用で5000時間、家庭用では40000時間の稼働時間の目標が与えられている。特に早期実用化に近い家庭用コージェネレーション用燃料電池では耐久性が重要な課題と産業界での認識に立って、これまでに当研究グループも参加した産学官連携コンソーシアムで劣化加速手法を開発した。本研究グループではこの開発された加速劣化手法を一般化するために当グループで作製したモデルセルで劣化試験運転を進めている。劣化した電池材料の状態を分光学的手法、電気化学的手法、分析化学的手法での適用性を検討している。加速劣化した電池特性とその電池材料の劣化との相関をとり劣化加速手法の一般化を図る。

### 蓄電デバイス研究グループ

(Advanced Battery Research Group)

研究グループ長：辰巳 国昭

(関西センター)

概要：

携帯型電子機器の利用拡大や電動クリーンエネルギー自動車の利便性・効率向上のためには、更なる高エネルギー密度化を図りつつ、十分な信頼性・安全性を確保した低コストの蓄電池が必須であることから、リ

チウム系電池を中心とする新規電極・電解質材料の創製に関する研究を行うとともに、共通基盤技術として車載用リチウム電池の劣化機構の解明及び劣化抑制手法の開発に取り組んでいる。

電池の安全性向上に資するイオン液体電解質の開発については、新規アニオン種である非対称アミドアニオンが、カチオン種として優れた電気化学特性を有するスピロ型アンモニウムカチオンとイオン液体を形成し、 $\text{Li}/\text{LiCoO}_2$ 電池を1時間率程度で駆動しうる電解質と成り得ることを見出した。正極材料については、鉄含有  $\text{Li}_2\text{MnO}_3$  において、一部 Fe を Ni に置換した  $\text{Li}_{1+x}(\text{Fe}_{0.2}\text{Ni}_{0.2}\text{Mn}_{0.6})_{1-x}\text{O}_2$  が未置換品との比較で放電平均電圧が約0.5 V 高くなり、高エネルギー密度化に資することを見出した。さらに、分析電子顕微鏡によって鉄含有  $\text{Li}_2\text{MnO}_3$  においては、Mn リッチ相と Fe リッチ相から成り、リチウムはまず後者から放出されることを明らかとした。また、高容量正極として金属硫化物に注目し、 $\text{NiS}_2$  の容量劣化について検討を行ったところ、その原因としては、多硫化リチウムが電解液への溶出の可能性が指摘されていたが、容量低下に較べて電解液への溶出分は少なく、他の原因を検討する必要のあることを明らかにした。

電池劣化機構解明の研究においては、正極活物質表面層近傍とバルクでの変化に違いがあることを明らかにしてきたが、高温上昇時の酸化物の熱分解挙動も、表面層近傍とバルクで違いがあることを見出し、熱安定性向上に向けた新たな指針を得ることができた。

## 電池システム研究グループ

(Collaborative Research Group of Secondary Battery System)

研究グループ長：境 哲男

(関西センター)

概要：

本研究グループでは、電池システムの飛躍的な高性能化や低コスト化、信頼性の向上を目指して、長年蓄積された材料技術や電極化技術、システム評価技術などをベースにして、企業との共同研究を中心に行い、次世代電池技術の早期の実用化を推進するとともに、材料開発から電池システムでの実証研究まで総合的に実施できる人材の育成を図っている。1) ニッケル水素電池；合金負極の高容量化では、La-Mg-Ni 系積層型水素吸蔵合金において、放射光による精密構造解析を駆使して材料設計を行い、Co フリーで低自己放電の合金負極の開発に成功した。ニッケル正極の高容量化においては、 $\alpha$  相安定化材料を合成して、世界で初めて、その充放電サイクルに伴う詳細な相構造変化を明らかにすることに成功した。また、電池の飛躍的な高出力化を目指して、新しいコンセプトのカーボンファイバー電極の研究開発に着手した。2) リチウムイオン電池；負極においては、ナノ材料技

術や薄膜技術を駆使して新規合金系負極材料を創製するとともに、高結着性バインダーや三次元化電極などについて検討することで、高容量でかつ長寿命な合金系負極を開発した。正極においては、耐食性に優れたニッケルクロム発泡基材を開発して、水系バインダーで作製できる高容量正極の開発を行った。電解質においては、難燃性のイオンゲル電解質膜の開発を行い、磁場勾配 NMR 技術を用いてイオン拡散挙動などを評価解析する技術をほぼ確立できた。セパレータでは、ナノファイバー不織布技術とセラミック複合化技術を用いて、耐熱性セパレータを開発した。3) 水素・燃料電池；水素貯蔵材料の開発では、10万気圧の超高压水素合成技術を利用して、新規高容量 Mg 系水素化物  $\text{Mg7MH}$  (M=Ti, V など) を開発して、4質量%の水素を可逆的に吸蔵放出できることを実証した。固体酸化物電解質の開発では、希土類アパタイト型固体電解質材料を開発し、電解質-電極接合体を作製しての発電試験で性能実証を行った。水素分離膜の開発では、金属多孔体チューブ上にパラジウム系合金薄膜を作製する技術を確立するとともに、改質触媒を組み合わせる水素分離技術の性能実証を行った。

## マイクロ燃料電池連携研究体

(Collaborative Research Team of Micro Fuel Cell)

連携研究体長：宮崎 義憲

(関西センター)

概要：

携帯用燃料電池（マイクロ燃料電池）の本格的普及のために必要な標準化、規制緩和に要求される安全性評価技術、燃料電池の性能試験等について、必要な実験を行い、基盤データの取得及び試験方法の立案を行い、関係機関と連携を取りながらその成果をマイクロ燃料電池に関する安全性、性能試験方法等の標準化に反映させるとともに、国連、ICAO 等での規制緩和に資することを目的とする。

標準化については、燃料電池の国際標準化 (IEC TC105) の関係する国内委員会と、また、規制緩和については、内外の関係法令を調査・検討する委員会（いずれも社団法人日本電機工業会に設置）と緊密な連携を図り、試験項目を検討、試験方法を提示、得られたデータを提供することにより、標準化、規制緩和に反映させる。この中で、時間的な優先順位を念頭に置きながら、さらには、緊急な検討を要する案件については機動的に取り組むこととしている。平成20年度は、特に、マイクロ燃料電池の安全性（排出特性、水素漏洩評価等）、性能（平成19年度に発行された国際規格の試験項目の再検討）、互換性（メタノール燃料の品質規格）に関する国際標準化への対応により所期の目標を達成した。

また、二輪車等の小型移動体用 DMFC（直接形メタノール燃料電池）の標準化に関する課題を抽出した。

## ⑬【セルエンジニアリング研究部門】

(Research Institute for Cell Engineering)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：三宅 淳  
 副研究部門長：中村 徳幸  
 上席研究員：大串 始  
 主幹研究員：平野 隆

所在地：関西センター、尼崎事業所、  
 臨海副都心センター、つくばセンター

人員：44名 (42名)

経費：946, 598千円 (394, 703千円)

概要：

- (1) 当部門のミッション：ライフサイエンスと、工学諸分野で進められてきた技術要素が相互に連関する領域に特に着目し、産業応用としてより適応範囲の広い技術を抽出・形成するための研究開発を行う。当研究部門は、遺伝子、細胞、情報、ナノテクノロジーなどの研究を統合し、健康・医療に関わる知的・技術基盤の形成と応用技術を創出することをミッションとする。

ライフサイエンスは新しい産業の基盤であると考えられており、急速に発展しつつあるものの、現状では、未だ大きな産業領域となっていない。他の技術分野との連携によって、健康に関わる技術の質を高め、新たな産業領域を創出することが期待されている。

健康医療は社会全体に関わるものであり、従来型のものづくり産業の指導的な考え方であった、利便性や有効性に直接的に関わる技術だけでなく、高度で多面的な価値を持つ大きなシステムの創成が求められている。また、そこに関わる要素のデザインにいかんが資するかが研究組織にとっても重要な課題となろう。さらにヒトの機能の補完・代替技術など、未来型の産業構造の創出と貢献方法を模索することが求められる。また、そのための高度な研究人材の養成に対しても貢献することが必要と考える。

これまで当研究部門は、ライフサイエンスの基本となる諸研究を進めるとともに、ナノテクノロジー、材料、医学、情報、など多くの分野との連携を進めてきた。すでに基盤技術は蓄積されてきたが、社会に有用な技術の創出を目指し、本格研究を実現するための知識基盤の整備と融合技術の開発に取り組む。

この種の技術発展を研究部門として組織的・効率的に進めるために、新規な体制を整える。幾つかのグループをまとめ、広い視野で技術の融合を行って応用方向の基盤形成を担当する大グループ(系)を形成する。これら的大グループ(系)は地理的、人

的に形成するのではなく、積極的に交流を図り、統一した方向性をもつ部門として全体が機能するように形成する。

上に記した融合分野の開拓によって、産総研が目指している「精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現」及び「健康長寿の達成と質の高い生活の実現」へ貢献し、産総研のライフサイエンスの新しい方向を示す代表としての存在感を国内外に提示する。かかる分野における主導性を確保するため、国際的なネットワークの形成や、大学との本格的な連携を積極的に進める。

本研究部門には既に次世代の技術の核となる優れた研究を行っている研究グループが幾つも存在する。社会的要請、技術評価、将来性、社会的評価等の独立研究ユニットとして必要な要件を満させるべく、その発展をサポートする。

- (2) 研究項目：

「精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現」及び「健康長寿の達成と質の高い生活の実現」に貢献できる細胞機能計測・操作技術、細胞・組織利用技術に重点化するとともに、大グループで一つの重点課題を担当する。

重点課題とその目標

- 1) 組織・細胞の機能の再生・代替(組織・再生工学 RG、人工細胞 RG、バイオインターフェース RG)
  - ・ヒト細胞を遺伝的に改変して、分化能が高く、医療応用に優れた幹細胞の創成を進める。再生医療の実用化をさらに進めるため、骨・軟骨、心筋及び血管等の組織再生技術を開発して臨床応用を行う。また、細胞の標準化や再生医療関係の技術評価に関するガイドラインの策定に貢献する。
  - ・ヒト機能の代替および、微小領域で用いられるアクチュエータ・スイッチなどに応用できる高分子材料を用いた高分子アクチュエータ等の新規生体機能代替デバイスを開発する。また、聴覚・視覚など、ヒトの高度な感覚機能や知的機能を補完したり代替するために、神経細胞の機能や、ロボットへ技術の応用を図る。
- 2) 細胞機能計測・操作技術の開発(セルダイナミクス RG、分子創製 RG、細胞分子機能 RG、細胞情報工学 RG、生体運動 RG、細胞増殖制御 RG、遺伝子応用技術 RG、ゲノムインテリジェンス RG)
  - ・生体機能の解析により同定されたバイオマーカー、細胞情報の大規模処理が可能な新規分子プローブの応用・新規探索、遺伝子機能をゲノムワイドで解析するアレイ技術の応用など、当部門が開発してきた独自高度技術の応用をさらに進める。また、細胞創成など、細胞情報を細胞機能の制御に利用するため、ナノテクノロジーを利用した細胞操作技術を開発する。次世代の超高速ゲノム解析に対応する基盤形成



を図る。

(3) 運営方針・体制：

・運営方針（平成20年度、特に重点化するものには下線を記した）

- 1) 産総研における細胞及び組織工学技術に軸足を置いた中核研究ユニットとしての組織の確立を目指す。また、次世代の技術の核となる技術をもつグループの研究センター／研究ラボ化を支援する。
- 2) 融合領域での研究を推進する。
- 3) グループ間の連携を進めて大きなグループとしての機能を持たせる。
- 4) 産学官連携の中で、大学との連携を強化するとともに、プロジェクト研究などを通じて企業の橋渡しの機能を充実させる。国際的な連携・指導力を高める。
- 5) コンプライアンス、安全を重視し、パブリックアクセパタンスを考慮して研究を推進する。
- 6) 東西のサイトにまたがるメリットを生かすとともに、一体感のある運営を目指す。
- 7) ユニット内部の人事交流を進め、融合分野形成の基盤である流動化を図る。
- 8) 研究の進展状況、研究に関する考え方の把握のために、面談を重視する。

・運営体制

ユニット長／グループ長／研究員／ポスドク等の間の双方向的情報伝達、意見交換体制の構築：ユニット長、副ユニット長、上席研究員、主幹研究員、グループ長等が効率的に組織化された研究を進めるように図る。グループ長以上で構成される運営委員会（月1回以上）、常勤職員で構成される全体会議（年2回程度）を定期的に開催し、意思疎通を確実にする。また、研究部門内進捗報告会を年2回程度開催する。

(4) 成果発信、普及活動：

- 1) 研究成果を質・量ともに優れた論文として発表する。論文誌や国際的な学术交流の場において、オリジナルかつ高く評価される研究を進める。
- 2) 国際的なネットワーク作りを進め、研究の主導力を高める。海外の学術組織の委員や、研究リーダーとして招聘されるなど、国際的なリーダーシップを持つ研究者を育成する。
- 3) 技術として重要なものを吟味して特許化を目指す。関連する企業等と情報交換の機会を設けて実用化にかかわる方向性や問題意識を高める。
- 4) 研究の実用化を目指して、ユニットが主催・共催する発表の場を積極的に設け、展示会や技術交流の機会を有効に利用する。
- 5) 本研究部門の研究成果の移転に注力し、産総研ベンチャーなど技術移転企業との連携、新規設立を進めつつ、国際・日本および地域産業の発展に貢

献することを目指す。

- 6) 関西圏にはライフサイエンス分野における大きな産学官の集積があるが、その中で本研究部門は産学官連携の要として機能すると同時に、様々な場面で研究成果を積極的に発信するよう努める。

外部資金：

文部科学省 科学技術試験研究委託事業「細胞性粘菌リソースの整備と提供（細胞性粘菌標準株および変異株の収集、保存と提供）」

文部科学省 再生医療の実現化プロジェクト「重度先天性骨代謝疾患に対する遺伝子改変間葉系幹細胞移植治療法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「miRNA 標的遺伝子スクリーニング系の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「生物発光を活用した細胞や組織の可視化技術に関する基盤研究」

文部科学省 科学研究費補助金「BAF を用いた1細胞レベルでのストレス応答性転写制御可視化システムの構築」

文部科学省 科学研究費補助金「ホタルルシフェリン合成酵素の単離」

文部科学省 科学研究費補助金「機能的結合に基づく神経情報ダイナミクス・デコーディング」

文部科学省 科学研究費補助金「オプティック・コードによる癌の悪性度を認識する新規バイオセンシング技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「嗅覚模倣型ニオイ情報処理アルゴリズムに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「優性変異アクチンを用いたアクチンフィラメントの機能解明」

文部科学省 科学研究費補助金「細胞内 mRNA の定量的分布解析と細胞への mRNA 導入技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「セルロース加水分解反応における超耐熱性セルラーゼのシナジー効果」

文部科学省 科学研究費補助金「細胞－細胞融合としての受精膜融合、その分子機構の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「糖鎖がんマーカー開発のためのコア1合成酵素検出システムの構築」

文部科学省 科学研究費補助金「骨格筋細胞分化における単一細胞からの分化シグナル伝達の解析」

文部科学省 科学研究費補助金「モーター・レール系運動制御の高分解能構造解析」

文部科学省 科学研究費補助金「マルチスケール神経配置操作による神経回路網環境応答特性制御」

文部科学省 科学研究費補助金「前駆体 BDNF による神経回路の形成と機能に対する負の制御とその生理的役割」

文部科学省 科学研究費補助金「計算科学的手法を用いたアクチュエータの機構解明と分子設計」

文部科学省 科学研究費補助金「透明メダカを用いた心筋再生の定量的評価系の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「鞭毛ダイニン複合体と微小管からなる運動ナノモジュールの構築と解析」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 バイオマスエネルギー先導技術開発「新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導研究開発）酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「健康安心プログラム 再生医療評価研究開発事業 再生医療の早期実用化を目指した再生評価技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発 橋渡し促進技術開発 間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 要素技術開発 リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノテクノロジープログラム（ナノマテリアル・プロセス技術） ナノテク・先端部材実用化研究開発 ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「モデル細胞を用いた遺伝子機能解析技術開発 細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「ナノテク・先端部材実用化研究開発 高配向性 CNT を用いたナノ構造制御による低電圧駆動高分子アクチュエータの研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「高機能簡易型有害性評価手法の開発 培養細胞を用いた有害性評価手法の開発 発がん性予測試験法の開発 高機能毒性予測試験法基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「個別化医療の実現のための技術融合バイオ診断技術開発/染色体解析技術開発 日本人 BAC を用いた革新的染色体異常解析基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発 橋渡し促進技術開発 間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究」

日本学術振興会（独）日本学術振興会外国人特別研究員事業、「超好熱性アーキアの新規酵素群を活用した結晶性セルロース完全糖化技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業（国際ナショナル分野）「ニワトリ卵を用いた有用蛋白大量生産法の基盤技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「新規リード化合物をつくりだすコウジ菌プラットフォームの創製と応用」

独立行政法人科学技術振興機構 重点地域研究開発推進プログラム（シーズ発掘試験）「自己励起蛍光タンパク質（BAF）を利用した新規発光分析試薬の開発」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業、「BDNF 機能障害仮説に基づいた難治性うつ病の診断・治療法の創出」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「多粒子量子ドットの合成」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業「レーザー誘起光集合制御による神経細胞内分子動態の時空間ダイナミクスの解明」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系  
特定産業技術研究支援センター 新技術・新分野創出の  
ための基礎研究推進事業「食品の安全性評価用ナノチッ  
プの作製と P450活性測定」

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系  
特定産業技術研究支援センター 平成20年度「新技術・  
新分野創出のための基礎研究推進事業」「比較ゲノミク  
スによる標的遺伝子領域の決定と解析」

国立大学法人東京大学、先端計測分析技術・機器開発事  
業（競争的資金）「変異遺伝子の設計・作成、組換え蛋  
白質の発現・精製・解析」

厚生労働省、成育医療研究委託事業「外来種由来因子を  
排除し品質保証されたヒト幹細胞の樹立」

文部科学省 科学研究費補助金「老化と腫瘍形成におけ  
るリン酸化反応に対するモータリンの役割」

発表：誌上発表128件、口頭発表241件、その他31件

-----  
**組織・再生工学研究グループ**

(Tissue Engineering Research Group)

研究グループ長：大串 始

(関西センター尼崎)

概要：

当グループでは骨の中に存在する骨髄間葉系幹細胞  
の増殖並びに分化研究を行ってきた。特に、この幹細  
胞を用いて再生培養骨を作製し臨床応用にまで展開し  
た。これら骨組織再生の国際標準化も目指すとともに  
評価に関する計測装置の開発も企業とともに行ってい  
る。軟膏再生に関しては、間葉系細胞の3次元培養を行  
い、間葉系利用の軟骨再生の実用化（臨床応用）を行  
ってきた。また、間葉系細胞が血管内皮や心筋細胞へ  
分化することを見だし、心不全等の患者自身の骨髄  
由来の間葉系幹細胞を同一患者に移植する臨床応用を  
行ってきた。骨髄以外の組織幹細胞の探索も重要であ  
る。例えば、棄却される組織である歯胚からの間葉系  
幹細胞の増殖を行い、この幹細胞の骨・肝臓等への分  
化能を検証してきている。さらに、これらの体性幹細  
胞の能力を高めるべく、単一遺伝子導入による間葉系  
幹細胞の賦活化ならびに複数遺伝子導入によるiPS細  
胞創製の研究も行っている。また、平成20年度より発  
生過程を生きたまま観察できる脊椎動物であるメダカ  
を用いてリンパ管新生研究を行うとともに細胞接着の  
研究を進めるべく細胞表面抗原の解析を行ってきた。

研究テーマ：テーマ題目1 (1)

**人工細胞研究グループ**

(Artificial Cell Research Group)

研究グループ長：安積 欣志

(関西センター池田)

概要：

組織・細胞機能の代替技術、あるいは、身体的ハン  
ディを克服・支援する機器・技術等の開発において、  
生物と同じ様な環境変化に対する物性の変化をする特  
性を持ち、しかもソフトで軽量な人工材料（刺激応答  
材料）を開発することは重要である。組織・細胞機能  
の代替技術のための人工材料の役割としては、回復可  
能な臓器、組織等の機能回復のためのリハビリテーシ  
ョンの役割をするデバイスの開発等で、また、克服・  
支援する機器・技術等の開発においては、介護ロボッ  
ト、手術デバイス等、人体に直接接する機器、デバイ  
スの開発等において刺激応答材料の役割があると考え  
られる。以上の視点にたち、外部環境の変化に自律的  
に応答する耐久性のある高分子材料の創製を行うこと  
により、我々の重点課題である「人工高分子材料をベ  
ースにした、組織・細胞の機能を代替できる新規デバ  
イス、及びその材料の開発」を行うことを目標とする。  
具体的には、これまでの我々の研究実績をふまえ、人  
工筋肉材料の研究と、それをベースとした医療・福祉  
機器デバイスの開発を進める。

研究テーマ：テーマ題目1 (2)

**バイオインターフェース研究グループ**

(Biointerface Research Group)

研究グループ長：小島 正己

(関西センター池田)

概要：

生体情報が統御するバイオシステムの解明と工学を  
越える新バイオ技術の創成を目指します。新規バイオ  
技術を生み出すためには、バイオの論理と工学の論理  
をより高い次元で融合する考え方の創造が必要になり  
ます。バイオインターフェース研究グループは、ヒト  
幹細胞 (iPS 細胞など) からの人工神経細胞作製技術、  
単一神経細胞・単一シナプスのレーザー操作技術、神  
経科学の概念を物理学や工学を使って発展させて新し  
い知的情報処理を提案する神経知能工学、組織再生工  
学に基づいた機能再生技術などを融合し、ブレイン・  
マシン・インターフェース (BMI) をはじめとする  
次世代技術の開発を目指します。将来は、自己学習す  
る知的なロボット技術、人工の視力や聴覚など身体機  
能を代替するサイボーグ技術などの実現が期待されま  
す。

研究テーマ：テーマ題目1 (3)

**セルダイナミクス研究グループ**

(Cell Dynamics Research Group)

研究グループ長：近江谷 克裕

(関西センター池田)

概 要 :

「精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現」及び「健康長寿の達成と質の高い生活の実現」へ貢献するため、細胞工学に軸足を置き、生体機能の網羅的な解析により同定されたバイオマーカーを検知して診断等に利用するための新しい細胞機能計測・操作技術、細胞利用技術を開発することを目標とする。これにより、ポストゲノム時代におけるライフサイエンスの中心課題である、生きた細胞を「知る」ことに関するブレークスルーをもたらす。具体的には、世界に先駆けて構築した細胞機能解析発光プローブの実用化をさらに進め、体内時計や化学物質有毒性評価をモデルとし、本プローブをより汎用性の高いものにする。さらには、細胞機能計測・操作技術の信頼度の向上を目指して細胞内物質群の計測・標準化のための研究開発を行う。この目標達成のため、本年度の目標は細胞を「知る」を中心に4項目の研究課題を掲げ、

1) 生物発光プローブの基盤開発、2) 体内時計システムの可視化、3) 生物発光プローブを活用した化学物質有毒性評価試験法の開発、4) 細胞内物質群の計測・標準化、等の研究を行う。

研究テーマ：テーマ題目2 (1)

### 分子創製研究グループ

(Biomolecular Engineering Research Group)

研究グループ長：達 吉郎

(関西センター池田)

概 要 :

細胞内における生体分子の動きや情報伝達の流れを分子レベルで解析、制御するためには、ナノバイオテクノロジー等、異分野と融合した新しい細胞工学技術が求められている。当グループでは、物理化学や有機化学、光化学、生物物理をベースにした研究者から構成されている。分子レベルで細胞機能の計測や制御、解析ができるシステムの開発に重点をおいて研究を行う。具体的な研究課題としては、下記5件を進める。

1) 人工生体膜技術の開発

固定化モデル生体膜システム構築のため、これまでに得られた知見を活用しパターン化脂質二分子膜作製技術、膜タンパク質組み込み技術、および膜タンパク質活性計測技術を開発する。

2) 表面プラズモン励起蛍光分光法 (SPFS)

格子結合表面プラズモン共鳴を利用した新しい高感度蛍光顕微鏡の開発のため、格子条件(周期、深さ、形状)の最適化を行う。

3) ケージドペプチド技術の開発

光で活性制御可能なケージドペプチドの体系化を進め、光化学反応の残基依存性の解析を行う。

4) 分子認識プローブ技術の開発

銅イオンとアセチルアセトンが錯形成することによって蛍光挙動が変化する配位子を創製し、配位子の分子構造と蛍光挙動の相関性について検討する。

5) 膜タンパク質ナノ計測技術の開発

生体試料の急速凍結技術を改良し、電子顕微鏡による細胞膜のナノ計測に応用する。

研究テーマ：テーマ題目2 (2)

### 細胞分子機能研究グループ

(Functional Protein Research Group)

研究グループ長：三宅 淳

(関西センター池田)

概 要 :

タンパク質は細胞の多彩な機能を支える最も重要な分子であり、タンパク質の諸性質を明らかにすることは、細胞を分子レベルで理解し、セルエンジニアリングをボトムアップ的に構築する上で極めて重要である。そこで当該グループは細胞機能の分子論的理解と制御を目指し、特にタンパク質の立体構造-分子機能相関の解明を中心課題に据える。対象の選択についてはアウトカムを重視し、研究成果が産業利用に結びつくよう心がけていく。また、タンパク質研究を行う上で必要とされる汎用的でかつ革新的な周辺技術の開発も並行して行い、基本特許化を目指すとともに上記の中心課題研究の加速化に利用する。当該グループはタンパク質研究に係わる、ノウハウ、技術(特に組換えタンパク質の発現と精製)を蓄積しており、これらを活かした他グループや企業との共同研究、研究サポートも併せて積極的に推進して行く。

研究テーマ：テーマ題目2 (3)

### 細胞情報工学研究グループ

(Cell Informatics Research Group)

研究グループ長：三宅 正人

(臨海副都心センター)

概 要 :

細胞は遺伝子の機能やその相互作用ネットワークなど未知の部分に支配されているところが遙かに大きいので、細胞を制御できる対象とするためには、個々の遺伝子の機能のみならず、それらの相互作用と細胞レベルの高次な性質の関係について研究する必要がある。

本グループでは、細胞内分子の相互作用を抑制・亢進したときの細胞の振舞いの変化を大規模並列に時系列で解析することを可能にするツール「トランスフェクションマイクロアレイ™」を開発し、上記命題を解決する細胞情報のハイスループット解析システムの構築を進めている。これによって、細胞内のシグナル伝達経路への理解を深めるネットワーク解析法の開発を行うことにより、新規な分子の探索、細胞診断技術、薬剤作用機序解析に応用していく。

研究テーマ：テーマ題目 2 (4)

#### 生体運動研究グループ

(Bio-motility Research Group)

研究グループ長：中村 史 (兼任)

(つくばセンター)

概要：

生体運動は生命にとって必須の現象であり、これを研究することは、基礎生物学的にも臨床応用研究としてもきわめて重要である。我々は、タンパク質分子モーターをはじめとして、生体運動に関与する様々な分子の機能と構造を、粘菌細胞を用いた細胞生物学的手法、組換え変異分子モーターの発現と生化学的解析、電子顕微鏡法による高分解能立体構造解析など多岐にわたる切り口から研究するとともに、これらの分子や細胞をナノテクノロジーとして産業に応用することを目指した開発研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2 (5)

#### 細胞増殖制御研究グループ

(Cell Proliferation Research Group)

研究グループ長：ワダワ レヌー

(つくばセンター)

概要：

我々の研究グループはこれまで細胞の不死化や癌化などについての基礎研究を積み重ねてきた。独自に同定したモータリン (hsp70ファミリーに属するタンパク質) は、ヒトの癌と老化病に強い関わりがあることが明らかになってきた。我々はモータリンに対する抗体の細胞内在性を明らかにし、細胞を追跡するナノ粒子の構築に成功した。モータリンの染色は正常細胞と癌化細胞の区別にも応用できる。また、癌抑制タンパク質 p53の制御因子として同定した CARF 遺伝子が細胞老化に深く関わっていることを明らかにした。CARF 遺伝子に対する siRNA がガン治療に応用できる可能性を見出した。さらに薬剤耐性とガン転移に関わる遺伝子スクリーニングを行っている。

老化や癌化の分子メカニズムを探索するため、siRNA ライブラリーや cDNA 発現ライブラリーを用いたスクリーニング実験も行っている。我々がインドに自生する植物アシュワガンダの葉から新規に同定した薬効成分についても解析を進め、抗癌活性や抗老化活性のある成分や関連する遺伝子群を同定している。

その他にも、タンパク質を構成しないノンコーディング RNA (ncRNA) に着目し、生きたままの細胞内で ncRNA を蛍光検出する新規手法を通じて分子解析を進めている。上記のような標的因子の細胞内での挙動を制御することで、細胞の不死化や癌化を自在に操ることができる技術の開発を行い、「より良い医薬品の開発・提供」や「健康産業の創造」に貢献

できるような研究活動を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2 (6)

#### 遺伝子応用技術研究グループ

(Applied Gene Technology Research Group)

研究グループ長：中村 史

(つくばセンター)

概要：

遺伝子、タンパク質などの生体の分子に関する情報を高精度かつ高速に解析する技術の開発及び、これらの情報を産業に展開するための技術を開発することを目的とする。磁気ビーズ、マイクロアレイ、蛍光検出、ナノテクノロジーなどを利用した新たな解析手段の開発、及びゲノム情報を利用した診断技術の開発や生物機能の利用技術の開発を行う。DNA や抗体を固定化したビーズを用いた DNA の変異や抗原を自動的に解析する技術、DNA マイクロアレイを用いた染色体異常を検出することによってガンなどの診断を行う技術、ナノスケールの直径の針を用いて生きたまま細胞を操作する技術、ゲノム情報に基づいた新規な酵素の機能解析などによる生体分子の解析に有用なツールの開発や有用物質の生産に結びつけるための技術などの開発を行う。

研究テーマ：テーマ題目 2 (7)、テーマ題目 2 (8)

#### ゲノムインテリジェンス研究グループ

(Genome Intelligence Research Group)

研究グループ長：河原林 裕

(関西センター尼崎)

概要：

次世代シーケンサーの産出する大量データのマネージング手法、クラスターリング手法、類似性解析手法、質の評価手法、連結手法、他のデータとのマージ手法等の検討・開発を進め、次世代シーケンサーデータを用いた効率的ゲノム配列構築を可能とするシステムの開発を目指す。それらの手法を基盤に構築されるゲノム配列中に存在する特徴的な遺伝子の情報を抽出し、それらを中心とした知識・意味を見出すためのシステムの開発を進める。さらに、見出された特徴的な遺伝子が有する機能を実証するために、幾つかの異なるシステムを用いた検証系の確立を目指す。微生物の特徴的な遺伝子産物をモデルとした超好熱古細菌有用酵素・蛋白質獲得や環境中 DNA からの直接遺伝子探索、真核生物の病態モデルとしてのメダカの構築、嗅覚センサーの応用等の実験的アプローチで予防医療やバイオマーカーとして利用可能な有用遺伝子探索系の確立を目指す。

研究テーマ：テーマ題目 2 (9)

-----

[テーマ題目 1] 組織・細胞の再生・代替 (1)

【研究代表者】大串 始

(組織・再生工学研究グループ)

【研究担当者】大串 始、服部 耕治、出口 友則、

立花 宏一、秋葉 龍郎 (兼任)、

寿 典子 (常勤職員6名、他80名)

【研究内容】

骨関節再生に関する研究において、ヒト骨髄からの間葉系幹細胞の増殖技術を確立し、この間葉系幹細胞から再生培養骨を作製することに成功した。当初は関節症の患者の骨再生を行ってきたが、最近では大腿骨頭壊死や先天性骨疾患の患者の骨再生も行った。大腿骨頭壊死に関しては、荷重部の関節であり、壊死部を搔爬すると骨頭の変形が生じる可能性があり、培養骨移植に腓骨移植を併用した。また、この症例には、今まで用いてきたハイドロキシアパタイトセラミックでなく、リン酸三カルシウムセラミック内での培養骨を作製して用いた。これは、大腿骨頭内から非吸収性のハイドロキシアパタイトセラミックが関節内に迷入すると関節軟骨へ障害を及ぼす危険性があり、吸収性であるリン酸三カルシウムセラミックを用いた。これらの再生医療技術の臨床応用には、ヒト細胞を無菌状態で培養できる環境、すなわちセルプロセッシングセンター (CPC) の構築ならびにそのマネジメントが重要であり、そのために我々はこれらのシステムを構築した。これらの骨再生においては、標準化活動も視点に入れている。すでに、培養間葉系幹細胞の *in vitro* での骨基質定量法を確立し、本手法の規格案を ASTM International (American Society for Testing and Materials) ヘドRAFT提案するのみならず、間葉系幹細胞の種々生体材料内での骨形成の評価方法に関して、ISO TC150へPWI (Preliminary Working Item) として提案し、平成21年度の ISO TC150の総会で議論する予定である。上記の骨基質定量には計測装置を必要とする。現在、汎用型の非常に高価な装置を用いる必要があるが、この定量法を一般化するには安価な装置が必要である。このために、三洋電機 (株) とともに骨基質定量に特化した計測装置の開発を開始し、プロトタイプの装置を作製した。さらに、間葉系幹細胞を臨床応用するには、その細胞の増殖能を非侵襲的に予想できることが理想である。そのため、形態観察による間葉系幹細胞の増殖活性研究を行い、幹細胞の厚みが増加することにより増殖能が高まることを見いだした。さらに、この厚みの計測に関わる装置開発をオリンパス (株) とともにやっている。以上は間葉系幹細胞を用いた骨再生の研究であるが、独自に開発したスキャホルド上で間葉系幹細胞の軟骨分化研究に着手した。ウサギを用いた実験により、関節軟骨欠損にこのスキャホルド内で間葉系幹細胞を移植して軟骨欠損が良好に修復することを見いだした。さらに、豚等の大動物での安全試験を踏まえて実際の軟骨損傷の患者に移植することに成功した。

心再生の臨床応用に関しては、心不全の患者の骨髄から間葉系幹細胞を増殖して患者約10例に移植し、重篤な副作用もなく心機能が改善したことを確認できた。この心再生のメカニズムとして、移植された間葉系幹細胞の心筋細胞への分化が生じることが期待されるが、この分化効率が高くなかった。しかし、間葉系幹細胞、特にヒト骨髄由来の間葉系幹細胞が血管新生に関わるサイトカインである VEGF や HGF を旺盛に分泌することを見いだした。重要な点であるが、細胞を数継代行っても、その分泌能は低下しなかった。このことは、間葉系幹細胞が分化能力のみならずサイトカインの作用により、移植周囲の組織に働きかけて血管新生を導く可能性を示唆した。実際、ヒト間葉系幹細胞を免疫不全動物であるヌードラットに移植したところ、ヒト型の VEGF がラット体内で確認でき、移植ヒト間葉系幹細胞がラット体内で生き続け、VEGF を分泌しえることを実証した。

以上のように、我々はこの数年骨髄由来の幹細胞を用いての研究を行ってきたが、骨髄以外の体性幹細胞探索研究も開始した。具体的には、棄却される組織である歯胚 (親知らず) に間葉系幹細胞が存在することを検証し、その増殖に成功した。この歯胚の増殖能は骨髄由来の間葉系幹細胞と比較すると、より活発な増殖能を示した。また、歯胚間葉系幹細胞は骨への分化も生じたが、肝細胞へも分化することを確認した。肝細胞への分化は *in vitro* で可能であるが、ラットの肝不全モデルを用いて、生体内 (*in vivo*) でも歯胚由来間葉系幹細胞が肝細胞へ分化するのみならず、肝不全の肝機能を回復することも見いだした。さらに、脂肪細胞由来の間葉系幹細胞の研究にも着手している。

このように、骨髄以外の幹細胞を用いての新たな臨床応用への可能性を見いだした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】幹細胞、再生医療、骨再生、心筋再生、歯胚、標準化

【テーマ題目1】組織・細胞の再生・代替 (2)

【研究代表者】安積 欣志 (人工細胞研究グループ)

【研究担当者】安積 欣志、清原 健司、杉野 卓司、

寺澤 直弘 (常勤職員4名、他7名)

【研究内容】

組織・細胞機能の代替技術、あるいは、身体的ハンディを克服・支援する機器・技術等の開発において、生物と同じ様な環境変化に対する物性の変化をする特性をもち、しかもソフトで軽量な人工材料 (刺激応答材料) を開発することは重要である。我々は以上の視点にたち、特に運動機能の代替材料としての人工筋肉材料の開発を進めている。具体的には、これまで、生物学的にも力学的にも生体適合性が優れていると考えられる高分子ハイドロゲルを用いた、電場駆動型のソフトアクチュエータの開発を進めてきた。この素子は低電圧で大きく変形し、

様々な応用開発も進められているが、ハイドロゲルを用いることからくる使用環境の制約や、発生応力が小さい点が研究課題としてあった。我々は、これらの問題を解決するために、電解質として常温熔融塩とも称せられるイオン液体を、また電極材料として、電気化学表面積が大きく導電性も優れ、しかも機械的特性も優れて軽いという、アクチュエータ電極材料としては理想的ともいえる単層カーボンナノチューブを用いたアクチュエータ素子を開発した。すなわち、開発した素子は、イオン液体ゲルの両側を、カーボンナノチューブを分散したイオン液体ゲルからなるカーボンナノチューブゲル電極でサンドイッチした構造からなり、完全なドライ環境で、数 V で大きく変形することが可能というものである。平成18年度より開始した、この素子の高機能化を進めロボット用アクチュエータとして開発を行う、NEDO ナノテク先端部材実用化研究開発「高配向性 CNT を用いたナノ構造制御による低電圧駆動高分子アクチュエータの研究開発」プロジェクトにおいて、この素子の開発を進めた。最終年度である本年度は、昨年度産総研ナノカーボン研究センターで開発されたスーパーストック法による、高純度、長尺のカーボンナノチューブを用いたアクチュエータ素子の改良を進めた。カーボンナノチューブの種々の分散法について検討を進め、応答性の改良を行った。その結果、周波数応答が10 Hz から100 Hz 程度の高速の素子を作製することに成功した。この素子は、数 V の低電圧で空中駆動可能なものとしては、現在のところ、世界で最も応答性が優れたものと考えられる。また、カーボンナノチューブとイオン液体およびベースポリマーからなるアクチュエータ電極中に、導電性微粒子を添加することにより変形量、変形力が飛躍的に向上することを見いだした。このプロジェクト終了後は、医療・福祉機器用アクチュエータとしての実用化開発を進めていく計画である。また、この様なイオン分極に基づく原理のアクチュエーション現象について、電気二重層内における応力発生メカニズムを分子シミュレーションによりモデリングし、分子レベルからのモデリングを進めるとともに、電圧を加えた際の電極層内部における圧力発生メカニズムについての実験的およびモデル的な研究を進めた。これらの基礎的研究を進めるとともに、共同研究などで応用デバイスの開発も同時に進めている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人工筋肉、高分子アクチュエータ、カーボンナノチューブ

【テーマ題目1】 組織・細胞の再生・代替 (3)

【研究代表者】 小島 正己 (バイオインターフェース研究グループ)

【研究担当者】 小島 正己、工藤 卓、大石 勲、  
細川 千絵、北島 真子  
(常勤職員5名、他5名)

## 【研究内容】

生体情報が統御するバイオシステムの解明と工学を越える新バイオ技術の創成を目指します。新規バイオ技術を生み出すためには、バイオの論理と工学の論理をより高い次元で融合する考え方の創造が必要になります。バイオインターフェース研究グループは、ヒト幹細胞 (iPS 細胞など) からの人工神経細胞作製技術、単一神経細胞・単一シナプスのレーザー操作技術、神経科学の概念を物理学や工学を使って発展させて新しい知的情報処理を提案する神経知能工学、組織再生工学に基づいた機能再生技術などを融合し、ブレイン・マシン・インターフェイス (BMI) をはじめとする次世代技術の開発を目指します。将来は、自己学習する知的なロボット技術、人工の視力や聴覚など身体機能を代替するサイボーグ技術などの実現が期待されます。

- 個性的な脳の仕組みの研究から見出す脳の新原理の発見と精神神経疾患創薬のための基盤技術の開発  
生命現象とは、その共通する仕組みと多様性を生み出す仕組みの競合的 Balance により進化を続ける合理的な複雑系であり、この考え方を脳に当てはめるとき、健やかかつ個性的な脳の理解を目指すこととなります。この研究では、脳由来神経栄養因子 (BDNF: Brain-derived neurotrophic factor) と呼ばれる脳の成長因子に注目し、個性的な脳の仕組みという新しい脳科学の課題に取り組みます。BDNF の生理作用は、神経細胞の生存、機能発達、シナプス可塑性、神経損傷修復など極めて多様ですが、その一方で、一塩基多型 (SNPs: Single nucleotide polymorphisms) による BDNF の分子機能修飾と脳機能の個性化が示唆されています。この研究では、バイオインフォマティクス、構造生物学、分子生物学、細胞生物学、モデルマウスの作製と行動解析、電気生理学 Cohort 解析などを用いて、BDNF の polymorphisms の分子機能の解明を進め、個性的な脳の発現メカニズムの理解を目指します。
- 再構成培養神経回路網を用いた神経知能工学プラットフォームの開発  
生体系である神経回路網と電子デバイス系を統合する技術を開発し、ブレイン・マシン・インターフェイス (BMI) をはじめとするサイボーグ工学の要素技術開発を行いました。これらの研究の中核にあるのが、再構成培養神経回路網を用いた神経知能工学プラットフォームであり、ロボットと培養神経回路網を相互接続し、ロボットの行動に伴って神経回路網の出力を担う神経細胞の発火分散値が減少する変化を確認しました。この結果は神経回路網が外界とインタラクションすることで自律的に情報処理様式を調整したということであり、神経回路網制御・神経情報コードのデータ解読に重要となりました。
- バイオインターフェース研究の学術的理解とその産業

応用を目指した新規モデル生物を含めた有用バイオアッセイ系の構築

高次生命現象は遺伝子発現、蛋白質などの生体分子、細胞、組織間のインターフェースによって複雑精緻に制御されていますが、その機構は未解明の部分が多く存在します。本研究ではモデル動物を用いて特に発生や再生の過程における分子・細胞レベルでのインターフェースの機構の解明を試みるとともに、人為的な制御により有用蛋白質の大量生産に繋がる技術の開発を試みています。

・単一神経細胞・単一シナプスのレーザー操作技術の開発

神経回路網は様々な機能分子の活動に応じて細胞ネットワークを動的に変化させ、情報処理を行う生体システムです。本研究では、神経細胞内の局所領域に高強度レーザー光を導入することにより、神経細胞のレーザー操作技術の開発に取り組んでいます。フェムト秒レーザーを用いた神経回路網の局所領域の切断や、光ピンセットによる単一シナプス動態の機能制御を目指します。このレーザー操作技術により、神経回路網における分子動態から細胞ネットワークに至る階層システムに対する新しい理解と神経科学に対する新たな展開を拓きます。

・ヒト幹細胞 (iPS 細胞など) からの人工神経細胞作製技術

これまで、ヒト ES 細胞を用いた治療技術には、既存の方法を越える画期的な効果が期待されてきました。しかし、その倫理的・技術的な問題のため、実際の治療応用を加速する実用化研究の推進が必要とされてきました。本研究ではヒト体細胞より作成した幹細胞 (iPS 細胞) を分化誘導してシャーレ上で機能的神経細胞ネットワークを構築する研究を進めます。この研究から確立されるヒト神経細胞の均一かつ大量培養系は、パーキンソン病やうつ病などの精神神経疾患病因の解明とその治療と創薬研究の進展に貢献します。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経細胞、神経栄養因子、再構成神経回路網、ブレイン・マシン・インターフェース、モデル生物、フェムト秒レーザー、ヒト幹細胞

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (1)

【研究代表者】 近江谷 克裕  
(セルダイナミクス研究グループ)

【研究担当者】 近江谷 克裕、中島 芳浩、呉 純、  
星野 英人、丹羽 一樹  
(常勤職員5名、他8名)

【研究内容】

細胞を「知る」細胞機能計測のための基盤研究として生物発光系機能計測システムの開発を行った。具体的に

は、1) 生物発光プローブの基盤開発として、赤色発光甲虫ルシフェラーゼの部位特異的な変異体を作成し細胞内での安定化に成功した。また、自己励起蛍光タンパク質・BAF の CFP タイプ (BAF-C) の開発にも成功した。昨年に引き続き、ウミホタルルシフェラーゼの近赤外光プローブの作成法として糖鎖に蛍光色素を導入、さらには体内に導入しても効率よく標的細胞に結合できる抗体とのプローブ化に成功、知財化を行い、またインビボでの評価をマウスレベルで進めた。ウミホタルルシフェラーゼ技術の製品化を進めるため、海外企業と積極的に技術移転交渉を継続した。2) 体内時計システムの可視化として、マルチ遺伝子発現検出システムを利用、時計遺伝子である *Bmal1* 及び *Per2* の転写活性を赤色と緑色の光で発信するトランスジェニックマウスの作成に成功し、種々の組織における両遺伝子の発現解析を行い有用な TG マウスであることを明らかにした。また、抗がん剤のターゲットタンパクである *Topoisomerase1* の遺伝子発現が自立的なリズムを示すこと、さらにその発現が時計遺伝子により制御されていることを発光レポーターを用いて明らかにした。3) 生物発光プローブを活用した化学物質毒性評価試験法として、細胞内の複数の遺伝子発現情報を解析するマルチ遺伝子発現検出システムの応用展開、簡易かつ迅速で高精度な化学物質のリスク評価管理を行うため化学物質評価用マルチ遺伝子発現検出システムを開発、特に今年度は、毒性評価モデルとして免疫毒性評価用細胞の開発を重点的に行った。免疫毒性の評価に繋がる *IL1β*、*INFγ* プロモータ及び *GAPDH* プロモータを多色ルシフェラーゼにそれぞれ挿入したベクター群を導入した免疫毒性評価3色発光 *Jurkat* 細胞株の樹立に成功した。さらに *IL8* プロモータの評価ベクターの作成に着手した。また、ハイスループットに毒性評価を可能にするための多検体測定プロトコルを作成した。4) 細胞内物質群の計測・標準化として、バイオ発光・蛍光技術のより高い信頼度、高い再現性を確保するため、標準発光試薬や光量測定定量化などの検討を継続した。特に、光放射量の国家標準に基づく測定装置・方法の開発に注力し、実証段階に入った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 イメージング、バイオ標準、細胞機能

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (2)

【研究代表者】 達 吉郎 (分子創製研究グループ)

【研究担当者】 達 吉郎、川崎 一則 (兼任)、  
安藤 尚功、田和 圭子、森垣 憲一  
(常勤職員5名、他9名)

【研究内容】

脂質二分子膜を固体基板上に再構成するメンブレンチップ技術は、固体基板上において膜タンパク質を組み込んだパターン化脂質二分子膜をアレイ化することにより新規な計測システムを構築することを目指すものである。



現在、多く開発されているプロテインチップは、対象が水溶性タンパクに限られており、膜タンパク質は脂質膜に組み込まれた状態でのみ活性を示すため、機能解明やバイオデバイスへの応用が水溶性タンパクに比較して大きく遅れている。今年度は実現に必要な要素技術の開発を進めた。ポリマー脂質膜と流動性脂質膜の構造・組成を精密に制御することに成功した、ベシクル融合法によりポリマー脂質二分子膜作製効率の大幅な向上を実現した。膜画分の基板への固定化手法、および酸素センサーによる酵素活性計測手法を開発した。

表面プラズモン励起蛍光分光法（SPFS）は、金薄膜表面に吸着した物質の表面プラズモン共鳴による近接場光の励起を用いることで、オングストロームレベルで吸着量（膜厚）などの計測が可能な測定法である。表面プラズモン励起蛍光分光法は、表面プラズモンにより励起された蛍光を測定するため、表面だけを選択的により高感度で（3桁以上）測定することができ、細胞膜近傍での物質動態の計測やバイオセンサーチップなどの技術に有用と考えられる。今年度は、バイオチップの最適化を行い、「蛍光分子の励起波長に適した400 nmの周期、格子の溝深さ20 nm、台形の表面プロファイルをもつ格子」のスペックを持つ格子基板により、スライドガラスと比べて40倍以上の増強蛍光が得られた。

ケージド化合物は、光解離性保護基を生理活性物質に結合した化合物であり、光照射で構造や機能が制御できるため、細胞や組織において生理活性物質の作用動態を高い時間空間分解能で作用動態を解明するための重要な技術と考えられており、ケージド化合物のうち、開発が遅れていたケージドペプチドの調整法の開発を先駆けて進めている。今年度は、ケージドペプチドの光分解反応速度はアミノ酸残基に依存するが、反応収率の残基依存性は低いことを明らかにした。また、細胞接着因子をケージドペプチド化し、細胞接着の光制御に成功した。

金属イオンに対して選択的に応答するプローブ分子は、生体内の金属元素の挙動を低侵襲にモニターする技術として重要である。今年度は、アセチルアセトンとピレンを有する蛍光配位子は銅イオンと選択的に錯体を形成し配位子の蛍光が消光されること示し、その蛍光挙動にはアセチルアセトンとピレンの共存が不可欠であることを明らかにした。

急速凍結レプリカ電子顕微鏡法は、化学的な固定剤や氷晶防止剤を使用せずに電子顕微鏡標本を作製する技術であり、細胞の構造解析に威力を発揮する電顕観察法である。今年度は、高粘度試料用に改良した急速凍結電子顕微鏡技術を用いて、動物組織や高濃度細胞試料内の膜小胞や膜タンパク質のナノ構造体を画像化した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脂質二分子膜、メンブレンチップ、重合性脂質、光リソグラフィ、表面プラズモン励起蛍光分光、イメージング、高感

度、ケージドペプチド、抗体、急速凍結レプリカ電子顕微鏡法、ナノバイオテクノロジー

## 【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発（3）

【研究代表者】 三宅 淳（細胞分子機能研究グループ）

【研究担当者】 三宅 淳（兼任）、石川 一彦、上垣 浩一、萩原 義久（兼任）、中村 努、峯 昇平（常勤職員6名、他7名）

## 【研究内容】

産業用酵素、特に超耐熱性を有する産業用酵素の開発を行っている。

超好熱性の生物のゲノム解析は、（現在の）製品評価技術基盤機構を中心とする業務として、アーキア（古細菌、始原菌）である *Pyrococcus horikoshii*、*Aeropyrum pernix* を対象に進行し、20世紀の終わり頃公開された。超好熱性生物のゲノムを全解読した例として、ともに最初の例に属し、日本で進行したゲノム全解読が世界に貢献したと認められている。どちらのアーキアも100°C近い高温で生育する生物で *Pyrococcus horikoshii* は嫌気性、*Aeropyrum pernix* は好気性で、双方の性質を持つアーキアが比較できるという点でも有用性が高い。

文部科学省が21世紀に入って開始した「タンパク3000プロジェクト」では、*Pyrococcus horikoshii*、*Aeropyrum pernix* の2つのアーキアの生産するタンパク質についても、できるだけ網羅的に構造と機能の理解が求められた。当グループは始動時からこのプロジェクトに係わり、特に細胞の頑健性などの重要な機能を念頭におき、長寿命、健康、耐環境性、効率性、特異性などの優れた特徴を持つ産業用酵素を対象に、構造決定と機能の研究を進めてきた。

平成17年度に開始された「産業用酵素シンポジウム」も、継続して毎年開いてほしいという声を背景に平成20年度には「第4回産業用酵素シンポジウム」として東京大学と共同開催し、内外の講師の講演とポスター発表の機会を提供した。

また、当グループの研究成果から生まれた知財を中心に設立された「株式会社 耐熱性酵素研究所」が、AISTベンチャーから巣立ち、一般の企業として株式上場を目指すまでに成長した。

「タンパク3000プロジェクト」に参加することにより放射光施設 SPring-8を利用する機会を大幅に確保でき、NMR法とも併せてタンパク質の精密立体構造の決定を進めている。本年度、(1)超耐熱性キチナーゼのキチン結合ドメインを利用すればセルロースの糖化に重要な酵素の高機能化に有効であることを示した。(2)種々の糖分解酵素を組み合わせることで高温で完全糖化が可能なシステムを開発した。(3)超耐熱性セルラーゼの立体構造を決定し、この構造と機能情報からバイオマスの糖化

工程に有効な酵素であることを示した。(4) スレオニン脱水素酵素の構造情報から、その機能に関わるアミノ酸残基を同定し、酸化還元系のバイオセンサー応用への基礎的データを収集した。(5) タンパク質科学を産業応用及び生命現象の根源的理解へ繋げるための研究を行い、1) 抗体の安定性と抗原結合能を保ったまま、SS結合を他のアミノ酸に改変するルールを明らかにし、2) 受精膜融合に関わる蛋白質フラグメントを同定、その物性を明らかにした。(6) 活性酸素除去に関与する蛋白質(Prx)の酸化反応中間体の化学構造を明らかにし、天然物由来としては初めて超原子価化合物を発見した。(7) 細胞の分化制御を行う蛋白質を細胞に直接導入し機能発現に成功した、が主たる成果である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造、タンパク質立体構造、超耐熱性、産業用酵素、アーキア、古細菌、始原菌、磁場、高品質結晶、X線構造解析、NMR、構造生物、細胞の品質管理機構、抗体工学

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (4)

【研究代表者】 三宅 正人

(細胞情報工学研究グループ)

【研究担当者】 三宅 正人、藤田 聡史

(常勤職員2名、他16名)

【研究内容】

#### 1) 創薬ターゲット同定技術開発

細胞モニタリング技術と細胞情報解析技術を活用して解析したパスウェイ情報に基づき、有望な創薬ターゲットを信頼性高く、高効率に絞り込み可能な技術の開発を行った。具体的には、インテグリン抗体が固相トランスフェクションの促進剤として利用可能なことを明らかにしたことで、ユニバーサルなトランスフェクションマイクロアレイの開発に目処がついた。

大規模な遺伝子スクリーニングにおける課題は、常に、初期に設定された分子ライブラリの規模や種類に結果が依存することである。本研究においては、初期の分子ライブラリの規模や種類に関わらず、目的の分子が絞り込まれるために有用な手法の提案とその有効性の評価を行った。TFA法とは、基盤チップ上に遺伝子(DNAやRNA)をマイクロアレイ化し、その表面上から細胞に遺伝子を導入する技術である。アレイ上に播種された細胞のうち、遺伝子がスポットされたエリアに接着した細胞にのみ、その固相表面上から遺伝子が導入される。初代培養細胞を含む多くの細胞に対して遺伝子(DNA、siRNA)を高効率に導入することが可能であり、この手法を応用した新たな遺伝子機能の解析技術の開発を進めた。具体的には、トランスフェクションマイクロアレイを用いた遺伝子抽出の実証試験：神経前駆細胞から神経突起が伸長するプ

ロセスに関わる新規に見つかった2つの遺伝子について詳細に解析した結果、神経突起伸長に特異的に関わるチロシンキナーゼであることが確認され、siRNAを用いた遺伝子の抽出がトランスフェクションマイクロアレイによって正確に行えることが実証された。

#### 2) 細胞制御機構の解析

ガンの主たる特徴は増殖、不死化、運動、浸潤、転移、血管新生などであり、これらの抑制がガン治療において重要である。よって、これらを評価するためのモニタリング技術は必要不可欠であるが、細胞レベルの現象のモニタリングのうちこれまで大規模なターゲット探索の手法がなかった不死化、運動、浸潤、転移におけるモニタリング技術の開発には未熟な部分が多い。細胞及び分子レベルの時系列計測データを用いて、細胞内の化学的な反応が統率のとれた細胞運動機能に関わる遺伝子を抽出するために開発した新規なツールを用いて遺伝子のスクリーニングを行い、実用性を評価した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 トランスフェクション、一細胞解析、時系列解析、遺伝子ネットワーク、パスウェイ解析、創薬標的探索

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (5)

【研究代表者】 中村 史

(生体運動研究グループ)

【研究担当者】 中村 史(兼任)、上田 太郎(兼任)、広瀬 恵子、長崎 晃

(常勤職員4名、他9名)

【研究内容】

細胞運動や細胞質分裂は、細胞増殖にとって必須のプロセスであり、それらの分子機構の理解は、基礎生物学的にも医学的にもきわめて重要な意義を持つ。我々は、ゲノムや構造が単純で分子遺伝学的解析に適している細胞性粘菌をモデル実験系として基礎的理解を進め、得られた知見を哺乳類物細胞にフィードバックするという方針で研究を進めている。具体的には、変異細胞性粘菌を用いた網羅的な解析により細胞運動に必要であると同定した Phospholipase D (PLD) に着目した研究を進めており、ラット膀胱癌細胞において PLD 活性を阻害すると運動機能が低下することを見出した。そこで細胞内 PLD 活性を可視化するためのプローブの作成と、生細胞内における PLD タンパク質の分子動態を明らかにするために全反射顕微鏡を用いた観察を進めている。一方、細胞質分裂機構に関しては、その制御に Rho タイプの G タンパク質が紡錘体の下流で重要な働きをすることが知られていたが、我々は逆に、Rho が紡錘体微小管の動態に大きな影響を及ぼすことを発見した。これらの研究は今後、細胞質分裂の制御機構に大きなインパクトを与えるものと期待される。

我々はまた、生体運動を駆動するキネシン、ダイニンなどのタンパク質分子モーターについて、その運動メカニズムの解明とナノアクチュエータ等への応用を目指した研究を行っている。まず、昨年度に続き、細胞内の蛋白質繊維である微小管に沿って運動する分子モーターキネシンやダイニンの運動メカニズムを解明するため、微小管に結合したキネシンやダイニンの ATP 加水分解サイクルに伴う構造変化を、低温電子顕微鏡法を用いて研究した。ダイニン分子は、ストークとよばれる棒状部分を回転させて微小管を動かすというストーク回転モデルが一般的だったが、我々は、微小管に結合したストークの角度が力発生の前後に対応すると思われる状態で変化しないことを示し、ストーク回転モデルに代わる新たなモデルを提唱した。一方、レールとなるタンパク質フィラメントもモーター機能に重要な役割を果たしている可能性が指摘されている。そこで我々は、ミオシン分子モーターの線路となるアクチンフィラメントの構造・機能関連を明らかにするための研究も進めている。具体的には、アクチン-チモシン融合タンパク質を利用した独自の効率的組換えアクチン発現系を用いて、さまざまな変異アクチンの調製と解析を進めている。その結果、正常にミオシンと結合し、その ATP 分解活性を刺激できるにもかかわらず、運動活性を持たない変異アクチンを作成することができた。また、アクチン中の保存されたグリシン残基をバリンに置換した変異アクチンを作成し、その解析も進め、酵母の増殖能を指標に新たな優性変異アクチンを複数個同定した（グリシンスキャニング）。

一方、我々は分子モーター等を用いたナノバイオテクノロジー研究も行っている。今年度は、自己組織化を人工的にデザインできる分子として注目を集めつつある DNA を使ったナノ構造・ナノアクチュエータの開発に取り組み、二本鎖ハイブリダイゼーションを可視光で制御する技術の開発に成功した。また二分子の GFP が接触するとその蛍光特性が変化する性質を利用し、タンパク質ベースの張力センサーの開発にも成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 アメーバ運動、ガン転移、細胞質分裂、細胞増殖、走化性、分子モーター、電子顕微鏡、画像解析、組換えタンパク質発現系、ナノバイオテクノロジー、ナノアクチュエータ、DNA、張力センサー

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発 (6)

【研究代表者】 ワダワ レヌー

(細胞増殖制御研究グループ)

【研究担当者】 ワダワ レヌー、カウル スニル、吉成 幸一、吉崎 慎矢、加藤 義雄 (常勤職員5名、他7名)

【研究内容】

本研究テーマでは、細胞増殖制御に関与する様々な分子 (RNA、天然有機物、抗体、ペプチド) についての詳細な検討を行い、正常及び異常な細胞増殖条件下でどのように調節されているかを解明する。ここで言う正常な条件には生体・組織の老化に伴う細胞複製による細胞の老衰を含んでおり、特に細胞の老衰に関連する新規の機能性遺伝子を同定することを中心にして研究を進めている。また異常な条件下での細胞増殖制御の研究では、ガンや様々な種類のストレス下での細胞増殖を対象としての研究を行っている。

まず、本研究テーマでは、細胞増殖に関するタンパク質 *mortalin* に対する抗体が直接細胞表面に作用して、増殖性の細胞内に特異的に取り込まれる現象を発見した。この内在性抗体を用い、毒性がなく、リアルタイムで細胞を可視化追跡することができるナノ粒子 (*i-Quantum dots*) を構築することに成功した。このナノ粒子を用いて間葉系幹細胞を生体内で追跡する技術を開発した。さらに種々のモノクローナル抗モータリン抗体を作製し、それぞれの細胞内在化機能と抗ガン作用を解析している。モデル生物と特異的な抗モータリン抗体を利用した水質汚濁などの環境測定に応用する。また、CARFがp53の上流で作用し細胞老化、アポトーシスで重要な働きを持っていることを明らかにした。CARFに対するsiRNAを用いることによって、アポトーシスと細胞老化の作用機序解明を行なっている。さらに、インドやネパールに自生するナス科の低木植物アシュワガンダ由来の新規抽出成分 (*i-Extract*) が新規の抗ガン剤として有用であることを明らかにするとともに、神経細胞を分化誘導作用や抗老化作用もあり、正常細胞を酸化ダメージから守る働きがあることを明らかにした。

次に、研究担当者らが持つshRNAライブラリーやcDNA発現ライブラリーを用いたスクリーニングのノウハウを用いてMKT-077や*i-Extract*などの薬剤の細胞内ターゲット遺伝子の同定に成功した。ガン細胞の多剤耐性に関与する遺伝子の候補として、独自にBst2遺伝子を同定し、作用機序の解析を進めている。これらの遺伝子の一部についてはさらに分子伝達経路の解析を進めており、モータリンが関与していることを明らかにした。また、モータリン染色法を用いたレポーターアッセイで抗ガン作用を示すshRNAの同定に成功し、さらにその解析を進めている。

我々は細胞内に抗体ライブラリーを発現させることにより、新規細胞表現型関連遺伝子を同定するためのスクリーニング系を開発してきた。ガン転移に関わる遺伝子をスクリーニングした結果、hnRNP Kを同定し、hnRNPKに対する細胞内抗体がガン抑制作用を有していることを明らかにした。現在、この抗体を用いてマウスでの分子機序解明を行なっている。

さらに近年、細胞不死化やガン化および分化における、細胞のダイナミックな表現型の変化における作用因子を

同定する延長線上でタンパク質に翻訳されないノンコーディングRNA (ncRNA) に着目し、ncRNAの制御に関わる遺伝子の探索法や生細胞内でのncRNA蛍光検出システムの開発に取り組んでいる。遺伝子の発現調節を司る小さなRNA (miRNA) はncRNAの一種であり、様々な疾病に関与していることが明らかとなっている。我々はmiRNAを生きた細胞内で定量化する新たな手法を開発し、実際に筋肉特異的に発現するmiR-133が、幹細胞から筋管細胞へと分化する際に、時々刻々と発現して行く様子を捉えている。また、細胞老化とガン化に関与するmiRNAを同定するため、マイクロアレイを用いた発現解析を行い、いくつかの種類のmiRNAが、ガン化や細胞老化の状況に応じて、発現変動していることを明らかにしている。

これらの研究により、老化とガンに対する効果的な治療法の開発がより高いレベルで行われることになると考えられる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】細胞増殖制御、ncRNA、老化、ガン、植物抽出物、ナノ粒子、モータリン

#### 【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発 (7)

【研究代表者】中村 史

(遺伝子応用技術研究グループ)

【研究担当者】中村 史、平野 隆 (兼任)、  
秋葉 龍郎、小池 英明、玉野 孝一  
(兼任)、鍵和田 晴美、萩原 義久  
(兼任) (常勤職員7名、他27名)

#### 【研究内容】

ゲノム解析の進展によって膨大な遺伝子塩基配列が蓄積され、これを利用した生命科学の研究、ゲノム創薬や医療診断技術の開発、有用物質の生産技術の開発など、ライフサイエンス分野における基礎研究から医療・バイオテクノロジーなど産業利用まで、きわめて広範な利用が行われている。一方、ゲノム情報のより高度な利用には、単なる塩基配列だけでなく、DNAの修飾から遺伝子にコードされたタンパク質の性質、遺伝子やタンパク質が関与によって生産された物質、細胞の機能など、多種多様な解析を高速かつ安価に行うことが重要となっている。そこで、本研究では、分子生物学的・生化学的な技術の開発を中心とし、自動化を視野に入れた解析技術の開発を行う。また、様々な解析によって得られた情報を利用して、医療診断や有用物質生産などの産業化に利用するための技術を開発することを目的とする。

黄麹菌のゲノム解析においては、比較ゲノム解析やDNAマイクロアレイを用いた解析によって、代謝経路の解析と生産性向上の研究を行い、これまで未知であった代謝経路の解析が進みつつある。また、二次代謝系遺伝子を利用した糸状菌の安全度評価方法の開発、染色体の高次構造に依存した発現制御の兆候を見いだすことに

成功した。沖縄の泡盛などの焼酎の製造に用いられる黒麹菌のゲノム解析を進め、ドラフト配列の決定に成功した。ギガシーケンサーにより近縁の生物の解析も並行して進め、黄麹菌や近縁の黒カビ等との比較ゲノム解析を進めている。これらにより、黄麹菌のゲノム情報を用いた産業への利用技術の開発が進み、比較ゲノム解析による遺伝子機能の解析のための基本的な技術が整備されつつある。ビーズアレイ技術については、これまでに開発した要素技術を基盤として、特に産業的に利用価値の高い抗原の検出について、定量性、再現性の確保、複数の抗原の多重化検出について検討を進めた。ゲノム配列に基づいて、食糧として重要な魚類の産地および系統を識別する方法を開発した。クロマグロのゲノムライブラリーを作成し、識別に重要な領域の配列を決定するとともに、産地・系統を識別することが可能な配列を特定した。遺伝子の配列に基づいて産地・系統を識別する方法は、食の安全確保につながる技術と期待される。

京都大学山中教授のiPS細胞の発見により、細胞を精密に制御する技術は近年益々必要性が高まってきている。移植医療を前提として考えるならば、健康で安全な細胞を提供する技術が必要となる。ナノ針を用いた細胞操作技術(セルサージェリー技術)で開発される操作技術・解析技術では、細胞を殺さないことは当然のことながら、細胞に対して目的以外の変化を与えないことを目指しており、細胞を提供することを生業とする新たな産業分野の礎となる要素技術の確立を目標としている。この中で細胞の性質を生きたまま判定する手法の開発を行っている。細胞の状態を表す標的分子としてmRNAやタンパク質が挙げられる。モレキュラービーコン修飾ナノ針を挿入することによって、生きたヒト培養細胞内で発現するmRNAを検出することに成功した。また、ラット海馬由来の初代培養神経細胞に対して神経細胞のマーカータンパク質であるβIIIチューブリンを修飾したナノ針を挿入し、神経細胞であることを力学的に判定することが可能であった。この他にも、平坦化した探針を用いて細胞の表面に発現するマーカータンパク質を検出する手法の開発も試みており、マウス由来繊維芽細胞では骨格筋分化過程においてリガンドIGF-IIが自己分泌シグナルとして発現するが、分化誘導によりIGF-IIが発現し、細胞表面に結合した細胞を抗体修飾AFM探針を用いて力学的に判定することができた。以上、三通りのマーカー検出方法において見通しが立った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】麹菌、ゲノム科学、有用物質生産、ビーズアレイ、ナノ針、AFM、細胞操作

#### 【テーマ題目2】細胞機能計測・操作技術の開発 (8)

【研究代表者】平野 隆

(遺伝子応用技術研究グループ)

【研究担当者】平野 隆、町田 雅之 (兼任)、

玉野 孝一（兼任）  
（常勤職員3名、他3名）

【研究内容】

ゲノム情報を利用した診断技術は様々な方式や技術が存在するが、ゲノム DNA に基づく方法は、解析方法が比較的容易で信頼性の高い結果が得られる特徴があると考えられる。また、細胞内のタンパク質分子の動態を時系列的に画像解析することにより、細胞機能に関する重要な情報が得られると期待される。そこで、発現メカニズムの解明やガンの性質などを高感度かつ高精度に診断するシステムを構築することを目的として、高感度かつ高信頼度で解析する技術の開発を行った。

これまで診断あるいは創薬の基本となる日本人ゲノムライブラリーの創生を行った。これまで診断、創薬はゲノムレベルで言えば欧米人の属するコーカシアンについて開発が行われ、我が国に導入されていた。しかし日本人の属する東アジアのモンゴリアンは欧米人のコーカシアンとは薬剤に対する感受性あるいは疾患のあり方が異なることが知られている。すでに近年、最も罹患率が世界的に上昇しつつある肺ガンについて、東アジアの女性の肺ガン、特に腺ガンに有効な抗ガン剤イレッサが見出されている。さらに様々な薬剤の副作用に関して日本人は異なることが報告されている。このようなゲノムレベルでのコーカシアンとの相違点を明らかにするためには日本人のゲノムライブラリーを構築し、我が国共有のヒトゲノムリソースとして公開する必要がある。このような日本人ゲノムリソースの開発は産総研が公的機関として行うべき最も基本的使命である。

当該年度においてはこれまでゲノムアレイを用いて胃ガンに関する解析を行ってきた結果から、胃ガンの悪性度を診断するミニアレイの開発を開始した。我が国において胃ガンは最も罹患率の高い疾患であるが、造影技術あるいは内視鏡診断および内視鏡手術の進展により胃ガンの治癒率は劇的に向上した。しかし浸潤性あるいは転移性の高い胃ガンの治癒率はガンの大きさによらず低い。したがって胃ガンの治癒率を向上させるには浸潤性、転移性などの悪性度を判定する疾患別アレイの開発が重要である。産総研では日本人 BAC ライブラリーを確立していることから、日本人 BAC を用いて人種差の少ない胃ガン悪性度判定用ミニアレイの開発に着手した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ゲノムアレイ、画像解析、ヒトゲノムリソース、BAC ライブラリー

【テーマ題目2】 細胞機能計測・操作技術の開発(9)

【研究代表者】 河原林 裕（ゲノムインテリジェンス研究グループ）

【研究担当者】 河原林 裕、佐藤 孝明、川崎 隆史、  
中村 真理、藤森 一浩  
（常勤職員5名、他4名）

【研究内容】

近年急速に開発が進んだ次世代シーケンサーは、これまでに予想されなかったような大量の塩基配列データを構築することが予想される。安価に大量の塩基配列を構築できる次世代シーケンサーの出現は、今まで属や種の中の代表的なものについてのみ、ゲノムレベルの塩基配列が解明されるに過ぎなかった現実を個体や個人レベルのゲノム塩基配列を比較的容易に構築できるように変革していく可能性がある。そこで本研究グループでは、次世代シーケンサーが構築する大量の生データを基礎にして、いかに効率的にゲノムレベルの塩基配列を構築するかという問題に取り組み、ブレイクスルーとなりうる技術の確立を目指している。

ゲノム解析に関しては超好熱古細菌のゲノム配列を決定した経験を生かした次世代シーケンサーデータ処理手法の開発に取り組んでいる。超好熱古細菌ゲノム情報をモデルとした有用酵素・蛋白質の探索については、糖代謝関連酵素の超好熱古細菌ゲノム情報を利用した単離を進め、これまでに性質が調べられてきた真核生物やバクテリアの酵素と異なる性質を有する酵素を幾つも単離してきた。さらに、活性中心のアミノ酸に変異を導入することで有用な酵素活性を促進させることができた。また、メダカをモデル生物として利用して疾患マーカー単離に応用する取り組みでは、神経特異的な遺伝子発現調節領域の同定や、特定の医薬品に対するレスポンスが人と類似していることを証明する等の成果をあげた。これらの成果により、メダカが今後マーカー探索等で利用できる有用なモデル生物であることを示すことができた。また、高度な知的情報処理を行う神経系の機能再生／代替基盤技術の一環として、嗅覚系で複雑な入力情報から必要な情報が自動的に抽出されるアルゴリズムを明らかにする研究を進めた。マウスのレセプタコードとヒトの官能評価の関係性を解析し、それぞれでの類似度の分類がよく似ている結果が示された。また、マウスの行動実験と単離嗅細胞の応答感受性の測定結果は、高感度レセプタからの信号がニオイの主要な要素情報形成を支配していることを示唆し、提案中の階層的符号化説およびそれに基づく信号処理アルゴリズムが新たなデータで支持されたものと解釈された。また、センサ用培養細胞では、作成したキメラ G タンパク質  $\alpha$  サブユニットが、レセプタの応答特異性の細部を反映した細胞応答の発生を可能にする結果が得られた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 次世代シーケンサー、超好熱古細菌、ゲノム配列、メダカ、疾患マーカー、嗅覚機能代替匂いセンサ

⑭【ゲノムファクトリー研究部門】

(Research Institute of Genome-based Biofactory)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：鎌形 洋一  
副研究部門長：扇谷 悟  
主幹研究員：高木 優

所在地：北海道センター、つくば中央第4  
人員：40名（38名）  
経費：612,426千円（235,045千円）

概要：

1. ミッション

本研究部門のミッションは「バイオによるものづくり」を掲げ、遺伝子組換え植物・微生物を用いた有用物質生産技術や生物製剤等を開発するとともに、タンパク質、核酸等の高機能化及び利用に関する研究を進めることにある。そのためにはまず基礎研究を推し進めなければならないことは言うまでもない。これら基礎研究土台にゲノム情報から得られる核酸化学情報、転写情報、タンパク質情報、代謝産物情報を最大限に活用し、物質生産等に貢献する本格研究を行なっていく。

2. 研究の概要

- 1) 遺伝子組換え作物の作出に、植物ウイルスベクターは短いタイムスパンで目的遺伝子を植物で多量に発現させる効果的方法である。一方、野外で用いた場合、無秩序な感染拡大リスクがあり、実用化への高いハードルとなっていた。上記問題を解決すべく、拡散しない植物ウイルスベクターシステムの開発研究を行った。遺伝子組換え植物作出技術と植物ウイルスベクター技術を組み合わせることで、一般の植物に感染が拡がらない植物ウイルスベクターシステムを開発した。
- 2) ミゾリピンは、腎移植における拒否反応の抑制等の治療などに広く用いられている低分子化合物である。しかしミゾリピンの効果と安全性を確保するため、血中濃度測定による投与量調整の必要性が指摘されていた。そこで本研究では、ミゾリピンの血中濃度測定に使用できる酵素（ミゾリピンリン酸化酵素）を見つけ、その効率的な製造方法を開発した。このことよりミゾリピンの血中濃度は、時間を要する高速液体クロマトグラフィーによる測定に対し短時間で簡便な測定が可能となった。
- 3) 様々な環境因子によって DNA が損傷を受けると、DNA の塩基部分が2本鎖より脱離した脱塩基部位（AP site）が DNA 中に生成し、遺伝子変異の原因となる。本研究では、この AP site を、市販の測定試薬よりも高感度に検出する新しい試薬を開発した。また、この試薬は、酸化させた RNA に対しても効率良く反応したことから、DNA ならびに RNA の新しい検出、定量試薬となる可能性が示された。

外部資金：

- ・文部科学省 科学研究費補助金「ナノ構造電極界面を用いた CYP の電気化学酵素反応制御法の開発と応用」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「不安定化塩基対に選択的に結合する新規低分子リガンドの開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「細胞膜動態を解析するための新規機能性マイクロ電極の開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「ロドコッカス・エリスロポリスが生産する抗菌活性物質とその遺伝子の解析」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「地下圏メタンフラックスに関与する新規な嫌気呼吸未培養細菌の探索と分離培養」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「地下圏内メタン生成・消費活動に関わる未知微生物群の分離培養と動態解析ツールの開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「微生物由来不凍タンパク質の構築原理と分子進化の解明」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「RNA の定量的検出を目指した核酸標識試薬の開発」
- ・文部科学省 科学研究費補助金「低温性担子菌類の環境適応と種内分化に関する研究」
- ・経済産業省 技術振興課委託費 戦略的技術開発委託費「植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発 植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発」
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 バイオマスエネルギー先導技術開発「新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導研究開発） 酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究」
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 バイオマスエネルギー先導技術開発「新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導研究開発） 新規好アルカリ性乳酸菌を用いた乳酸の低コスト生産法の研究開発」
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

生物機能活用型循環産業システム創造プログラム・省エネルギー技術開発プログラム 「植物機能を活用した高度モノづくり基盤技術開発/植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発（植物の統括的な遺伝子の発現制御機能の解析）」

- ・独立行政法人科学技術振興機構 重点地域研究開発推進プログラム（シーズ発掘試験）「迅速な特定遺伝子検出を可能とするマイクロ波照射ハイブリダイゼーション法の開発」
- ・財団法人北海道科学技術総合振興センター 地域イノベーション創出研究開発事業「ジャガイモそうか病の遺伝子診断に基づく新規防除システムの開発」
- ・財団法人北海道科学技術総合振興センター 地域資源活用型研究開発事業「道産ワイン製造残渣を用いたメタボリック症候群予防食品の開発」
- ・独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 平成20年度「イノベーション創出基礎的研究推進事業 発展型研究一般枠」「花きの形質改変に特化した転写因子制御技術の開発とデータベースシステムの構築」
- ・独立行政法人農業生物資源研究所 平成20年度新農業展開ゲノムプロジェクト「人為的変異を利用したイネ実験系統群の作出」
- ・独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センター 平成20年度「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」「リグニン合成およびストレス耐性を制御する転写因子の検索」
- ・国立大学法人帯広畜産大学 地域資源活用型研究開発事業「北海道産低品位石炭を活用したパーラー排水浄化システムの開発」

内部資金：

- ・ハイテクものづくりプロジェクト エネルギー削減効果をもつ不凍タンパク質（AFP）技術の実証

発表：誌上発表50件、口頭発表122件、その他19件

#### 植物分子工学研究グループ

(Plant Molecular Technology Research Group)

研究グループ長：松村 健

(北海道センター)

概要：

植物の遺伝子組換え技術を利用して、有用物質、特に哺乳類の医薬品原材料を主に植物で高発現・高生産可能な技術開発とこれと並行して医薬品原材料生産遺伝子組換え植物を密閉、かつ完全な人工環境下で栽培・育成から製剤化までの一貫した工程を実施可能な植物工場システムの確立を目標に研究を進めている。

植物で医薬品原材料等の高付加価値有用物質を生産するには、従来植物への遺伝子導入方法が用いられているが、他の有用、かつ有効な方法として植物ウイルスベクターの利用方法がある。この手法は、数日でより多量の目的物質を植物で生産可能な優れた手法であるが、植物ウイルスの持つ病原性・伝播性により実用化がされていない。そこで、植物ウイルスベクターの増殖・伝播に必要な遺伝子を欠失させた新規の植物ウイルスベクターを構築した。一方で、欠失させた遺伝子を発現する遺伝子組換え植物を作出した。この両者の組み合わせにより、伝播の危険性を回避した実用化が望める植物ウイルスベクターの開発に成功した。

また、遺伝子組換え植物を利用した医療用原材料生産においては、計画生産性、清浄度等々から人工照明を利用した完全人工環境下での栽培が望ましい。これまで、産総研で開発した密閉型遺伝子組換え植物工場施設を用い、完全人工環境下での栽培実施例の無かったジャガイモおよび、イネ、イチゴの栽培技術の確立に成功した。

加えて、イヌの歯周病治療薬として効果のあるイヌインターフェロン発現遺伝子組換えイチゴの生産試験を行っており、床面積30平米の栽培室における年間栽培において、約160万個の治療薬試作ロット製造が可能なことを実証した。今後、この試作ロット生産系を用い、遺伝子組換えイチゴで生産した医薬品原材料の機能・効能、安全性等の試験を実施していく予定である。

- 研究テーマ：1. 閉鎖型植物生産施設に適した有用物質生産基盤植物の開発研究  
2. 医療用原材料生産のための密閉型遺伝子組換え植物工場の開発

#### 遺伝子転写制御研究グループ

(Gene Regulation Research Group)

研究グループ長：高木 優

(つくばセンター)

概要：

植物は、酸素、食料を供給してくれるばかりでなく、生活を豊かにする様々な物質（代謝物）を供給してくれる。これらの植物の機能は、全て植物ゲノムに存在する遺伝子の働きによるものと言っても過言ではない。そのため、植物がもたらす機能をより効率的に利用するためには、関連する個々の遺伝子の機能解析が必要不可欠である。特に植物では、遺伝子発現の制御が転

写レベルで行われていることから、転写因子を活用した方法が有効であることが示されている。ところが、植物のゲノムには重複遺伝子が数多く存在することから、遺伝子破壊や相補的な RNA 導入等の従来の方法では、種々の生物機能を制御する因子の探索が容易ではないことがわかってきた。そこで、我々は、転写抑制機能を利用した遺伝子サイレンシングシステム（CRES-T 法）を開発し、遺伝子発現の様式をダイナミック変化させることが可能にした。この方法によって、これまでの変異株では見られなかった新規な形質を有する形質転換体を作出することができるようになった。本グループでは、シロイヌナズナをモデルとして、有用形質に関連する転写因子を CRES-T 法により探索し、それらに機能を活用することによって、産業上有用な機能性植物の作出のための基盤的研究を行う。

研究テーマ：植物転写因子機能解析研究

#### 遺伝子発現工学研究グループ (Proteolysis and Protein Turnover Research Group)

研究グループ長：田村 具博

(北海道センター)

概要：

当研究グループでは、有用物質の生産や環境浄化ならびに有用タンパク質の生産など多目的用途に利用可能な高機能型細胞（プラットフォーム）の創製に向けて、放線菌（ロドコッカス属細菌）や大腸菌を宿主とした各種技術開発を進めている。

放線菌を宿主とした組換え蛋白質生産系を利用して、免疫抑制剤ミゾリピン（腎移植における拒否反応の抑制・ループス腎炎・慢性関節リウマチ等の治療などに広く用いられている低分子化合物）の血中濃度測定に使用できる酵素を見出しその製造に成功した。このことにより、ミゾリピン血中濃度測定の高スループット化が可能となった。

ロドコッカス属細菌から抗菌物質生産株を同定し、同定した菌体から分泌される新規物質の構造決定に成功した。このことよりロドコッカス属細菌が新たな抗菌物質生産菌として探索・利用出来ることを示す成果が得られた。

大腸菌を宿主としてアンチセンス RNA による遺伝子発現抑制技術を確立した。遺伝子破壊法に比べて高スループットな解析が可能であることや、必須遺伝子の解析が可能となることから、本技術による物質生産へ向けた代謝工学的機能改変・解析が期待される。

研究テーマ：1. 放線菌を多目的用途に利用可能なプラットフォームに改変する技術の開発  
2. 有用生体分子の探索とその構造と機能解

析

### 3. 代謝工学的改変技術の開発と応用

#### 分子発現制御研究グループ

(Expression and Molecular Regulation Research Group)

研究グループ長：扇谷 悟

(北海道センター)

概要：

当研究グループは、ゲノム情報を活用することにより従来の技術を越えるタンパク質や代謝物の生産技術を開発することを目的として研究を行っている。

酵母における低温誘導発現系の研究においては、細胞内で不溶化していると考えられるタンパク質について、シャペロンを共発現させることにより可溶性発現率を向上させることに成功した。一部のタンパク質は、シャペロンの共発現により、不溶性を含めた全体の発現量が増加した。これはタンパク質の分解が抑制されたためではないかと考えられた。また、酵母において、2種類のタンパク質を同時生産する方法について開発した。

新規分泌型ルシフェラーゼを用いたレポーターアッセイに関する研究においては、同ルシフェラーゼと膜レセプターを用いたリガンドアッセイ系のモデルの開発を行い、リガンド量に応じた発光量の変化を得た。

機能性脂質の生産系の研究では、乳酸菌に対してコール酸処理を行うことにより糖脂質とリン脂質の組成に大きな変化が起こることを見出した。

研究テーマ：1. 真核生物の高効率発現系の開発

2. 酵母におけるハイスループットレポーター系の開発と応用

3. 機能性脂質の高効率生産系の開発

#### 遺伝子資源解析研究グループ

(Genomic Resources & Environmental Adaptation Research Group)

研究グループ長：湯本 勳

(北海道センター)

概要：

特殊な生理機能を有する極限環境微生物を探索し、選択分離して得られた微生物から特殊な生理機能に関与するタンパク質分子の生理機能の詳細の理解及びタンパク質分子の構造解析を行い、タンパク質分子の機能に基づいた環境適応能の理解に努めるとともに、これまで知られているタンパク質の反応機構、生理機能及び構造を比較することにより、これまでと違った視点から酵素の構造機能相関に新たな機能的意義付けを行い得られた知見を酵素機能改変等に幅広く応用することを目指す。また、極限環境微生物の環境適応機構を一つの特殊なシステムとして捕らえ、それらの環境



適応特性及び制御機構の解明を目指して研究を行う。得られた成果を微生物代謝機能の改変及び微生物による物質生産に資することを目的として研究を行う。

高カタラーゼ生産微生物株は強い過酸化水素耐性能を持っている。本菌株の過酸化水素耐性能と、カタラーゼの局在性との関係を検討した結果、カタラーゼが菌体表面に存在する時に過酸化水素耐性能が強くなることが判明した。また培養条件の検討により従来知られていた菌体内の量に匹敵するカタラーゼを菌体外に放出させることが可能になったことにより、今後の同酵素精製の省力化に繋がるものと考えられる。

グラム陰性絶対好アルカリ性細菌の最も含有量が多いと考えられるチトクロム *c*-552について大量発現系を構築しその性質を調べ、元菌株において同チトクロム *c* の遺伝子破壊を行った。その結果チトクロム *c*-552は元株のチトクロム *c* 酸化酵素と反応するとともに、高アルカリ条件下で高い電子保持機能を持っていることが明らかになった。さらに同チトクロム *c* の遺伝子破壊により、菌株の高 pH、低通気条件に対する生育速度が低下した。

- 研究テーマ：1. 極限微生物由来タンパク質構造と機能情報に基づくタンパク質の機能改変に関する研究  
2. 極限微生物の環境適応機構システムの解明とその応用に関する研究

### 機能性タンパク質研究グループ

(Functional Protein Research Group)

研究グループ長：津田 栄

(北海道センター)

概要：

不凍タンパク質など産業や医学の分野において広範な応用が期待される未利用機能性タンパク質郡のみを研究対象として、それらの天然資源（動植物）からの探索、アミノ酸・遺伝子配列の決定、性能評価、機能解明、及び有効活用法の検討を行う。特に、実用化研究に必須となるタンパク質大量精製技術の確立、高精度の活性評価システムの構築、多様な細胞保存効果の検証を行う。

食品や冷熱分野での産業応用に最も適した不凍タンパク質の大量精製技術を独自に開発して特許を取得した。国内大手企業との間でその実施契約の締結に至り、現在は同タンパク質を用いた様々な技術と商品の開発がさまざまに進捗している。魚類 III 型不凍タンパク質やその類似ペプチドがヒト肝臓由来細胞の生存率を飛躍的に高めることを見出した。NMR 法と X 線法による高機能2量体型不凍タンパク質 RD3、ヒト成長因子受容体 EGFR、抗原-抗体複合体 HyHEL-10-HEL、ヒト抗体等の構造機能解析結果を主要国際誌に論文発表した。オリジナル不凍活性測定システムによ

る不凍タンパク質-氷結晶相互作用の実験結果も国際誌に論文発表した。ゲルに凍結耐性を与える水溶性合成高分子を特定し不凍タンパク質との相違点を解析した。不凍タンパク質固定化基板の表面特性の解析を FTIR, XPS 等を用いて行った。

- 研究テーマ：1. 不凍タンパク質を用いた省エネ型冷熱利用技術の開発  
2. 不凍タンパク質の大量精製法の確立  
3. 産業用タンパク質の医学応用及び食品応用

### 生物材料工学研究グループ

(Bio-material Engineering Research Group)

研究グループ長：鈴木 正昭

(北海道センター)

概要：

本研究グループは生体物質の生産、分離、センシングへの応用を目指した生体物質の2次元位置選択的配列技術、ナノ粒子の合成研究を行っている。真空紫外光による有機シラン層の表面化学種の変化について調べ、それを利用したタンパク質の効率的な固定化方法について検討した。その結果短時間の真空紫外光照射で有機シラン層の表面化学種を変換できることがわかり、この性質を利用してタンパク質の固定に成功した。また環境負荷が少なく再生可能な生物材料の中でその大部分を占めている糖質資源の高度利用を目指してマイクロ波や水熱反応を用いた糖類からの有用物質生産についても研究している。加圧型反応器のグルコース水熱反応に対する圧力の効果及びセルロース系への応用、マイクロ波法では数種の高沸点溶媒の影響を検討した。

- 研究テーマ：1. 生体分子固定のための微細表面修飾技術  
2. 生物材料の高度利用

### 生体分子工学研究グループ

(Biomolecular Engineering Research Group)

研究グループ長：小松 康雄

(北海道センター)

概要：

本研究グループでは、有機化学的手法と電気化学的手法を活用し、生体関連物質の機能解析と新しい検出技術の開発を行っている。

平成20年度は、昨年度までに開発した RNA 標識試薬が、DNA 損傷の一つである脱塩基部位に対しても効率良く反応することを明らかにした。またその反応効率は市販の試薬よりもの高いことも明らかにした。

一定温度下の細胞の形状と膜の安定性を長時間にわたって連続的に調べる走査型電気化学顕微鏡システムを開発した。これを用い、低温下の細胞が膨張後に破

裂することを明らかにし、その様子をイメージングすることにも成功した。

- 研究テーマ：1. 高感度遺伝子検出技術を目指した、機能性分子の開発  
2. 電気化学を利用した、生体関連物質の機能解析と検出技術の開発

⑮【先進製造プロセス研究部門】

(Advanced Manufacturing Research Institute)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：三留 秀人  
副研究部門長：手塚 明、村山 宣光、永壽 伴章  
上席研究員：大司 達樹、前田 龍太郎  
主幹研究員：平尾 喜代司

所在地：中部センター、つくば東、つくば中央第5

人 員：115名 (112名)

経 費：1,615,552千円 (846,319千円)

概 要：

環境との調和を図りつつ、高い国際競争力を有する我が国の製造産業の持続的な発展を実現するには、「最小の資源」「最小のエネルギー」「最小の廃棄物」で「最大限の機能・特性」を発揮する製品を「高効率」で作る生産プロセス技術（ミニマルマニュファクチャリング）の確立が不可欠である。このため当部門では、材料技術と製造技術とを一体化することにより、製品の機能・精度・生産性（効率・コスト）の高度化を追求する「高付加価値技術」及び、製品のライフサイクル全体における低環境負荷性の追求と機能・生産性の両立を図る「低環境負荷技術」を開発することをミッションとする。

高付加価値技術においては、製造プロセスアルゴリズムとして、マルチスケール解析を援用した機能の最大発現を可能とするマルチスケール最適設計手法を確立するとともに、それを基に高機能付与や多様なニーズ対応等を可能とする高機能創製製造技術、プロセスの高効率化等を可能とする高生産性製造技術を開発する。マルチスケール最適設計では、材料機能や個別技術を最大発現させる製品設計、システム構築及び両者の相乗効果を図るために、材料組織等をミクロスケール、製品等をマクロスケールと捉えたマルチスケール解析技術や、微細欠陥の面積部材での効率的検知などを始めとするマルチスケール検証技術などを開発する。このマルチスケール最適設計技術を基に、高機能創製製造技術では、ミクロレベルの機能集積と内部構造の同時構築を可能とする機能集積化技術、広いスケールレベルでの形態・形状制御と機能付与に資する機能誘導構造化技術を、また高生産性製造技術の開発では、

製造プロセスの簡略化・高効率化に繋がる高効率プロセス技術を開発する。

低環境負荷技術においては、製品ライフサイクルアルゴリズムとして、環境負荷性・機能性・生産性におけるライフサイクル的パフォーマンスを総合的・定量的に評価するライフサイクル設計・管理手法を確立し、それを基に製造プロセスの環境負荷の低減等を可能とするローエミッション・再生プロセス技術を開発するとともに、得られた技術を高付加価値技術の開発に順次応用することにより、ミニマルマニュファクチャリングの確立を図る。ライフサイクル設計・管理では、製品のライフサイクル的パフォーマンスの極大化のために、環境負荷、機能、生産性等の視点で定量的・総合的に評価するトータルパフォーマンス評価技術、安全確保・ライフサイクル管理のために製造プロセスのモニタリングや製品のトレースを可能とするプロセスモニタリング・製品トレース技術等を開発する。このライフサイクル設計・管理技術を基に、ローエミッション・再生プロセス技術では、加工条件・設計等の最適化による環境性・生産性の向上に資するローエミッションプロセス技術等を開発し、環境負荷性を考慮した製造・再生プロセスの構築を目指す。

これら高付加価値技術及び低環境負荷技術に加え、製造における安全・信頼性基盤技術及び人材育成等の共通基盤技術により、第3期への展開を視野に入れて第2期中期計画の達成を図る。

これらを実施する研究拠点は、無機系材料に関する研究ポテンシャルを持つ中部センター（8研究グループ）と、機械・加工技術や材料・プロセスに関する研究ポテンシャルを持つつくばセンター（13研究グループ）の2カ所にあり、計21研究グループ、1連携研究体（つくばセンター）及び1研究班（中部センター）で研究を進めた。平成20年度においては以下の課題を重点研究課題とした。

- ・トータルプロセスとシステムの再設計手法の研究
- ・実験関数を許容したマルチスケール定性推論設計
- ・オンデマンド・サステナブルプロセスの開発
- ・製造現場における安全・安心基盤技術の開発
- ・高精度損傷評価・解析に基づく信頼性診断システムの構築
- ・先端微細加工技術分野の人材育成
- ・環境適合型トライボシステムの開発
- ・光反応制御による機能材料集積化技術の開発
- ・クリーンキャストシステム
- ・機能・構造部材融合プロセス技術開発
- ・バイオ・ユニット・インテグレーション：2D&3D 構造体の製造プロセス技術
- ・セラミックス高度化のための省エネルギープロセス技術開発

-----  
外部資金

経済産業省 戦略的技術開発委託費

- ・「高感度環境センサ部材開発」

経済産業省 中小企業産学連携製造中核人材育成事業

- ・「マイクロナノ量産技術と応用デバイス製造に関する新事業開拓イノベーション人材育成」

環境省 地球環境研究総合推進費

- ・「2050年 IT 社会における IT システムの環境負荷低減に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

- ・「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 要素技術開発 高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究開発」
- ・「揮発性有機化合物対策用高感度検出器の開発 センサ素子の研究開発」
- ・「革新的部材産業創出プログラム 新産業創造高度部材基盤技術開発 マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」
- ・「高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業 MEMS—半導体横方向配線技術」
- ・「ナノテク・先端部材実用化研究開発 ナノキャピラリー構造を有する高容量電解コンデンサの研究」
- ・「ナノテク・先端部材実用化研究開発 高性能 AD 圧電膜とナノチューブラバーを用いたレーザ TV 用高安定光スキャナーの基盤技術開発」
- ・「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発 次世代技術開発 液相マイクロ波プロセスによる次世代高容量活物質の研究開発」

文部科学省 科学研究費補助金

- ・「新規ガーネット型高速リチウムイオン伝導体の単結晶育成と固体—固体界面の制御」
- ・「ペロブスカイト型アルミニウム複合酸化物を用いた高性能シンチレータ材料の開発」
- ・「フェーズフィールドモデルに基づくマイクロ流路内二相流の界面追跡計算法の開発」
- ・「超音波により誘起されるマイクロヘテロ反応場の解析と化学プロセスへの展開」
- ・「超音波を用いた非接触操作技術の開発と応用」
- ・「走行ロープシステムの振動抑制」
- ・「トライボケミカル反応を利用した自動車排気ガス浄化に役立つ低摩擦・低摩耗材料の開発」
- ・「光化学修飾法による硫黄官能基化ダイヤモンド粉末の作製及び生体分子固定に関する研究」
- ・「先進磁気センサを用いた複雑形状き裂の非破壊評価・解析システムの構築」

独立行政法人日本学術振興会 科学研究費補助金・特別研究員奨励費

- ・「超音波キャビテーション気泡の動的挙動解析とバイオ系新材料創製への展開」
- ・「パーソナルヘルスケア安心安全用フェムトグラム感度ピエゾ振動子の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

産業技術研究助成事業費助成金

- ・「故障解析用レーザ IC 開封技術及び開封装置の開発」

独立行政法人科学技術振興機構

戦略的創造事業

- ・「ネットワーク MEMS デバイスの開発」
- ・「ULP ユビキタスセンサの開発」
- ・「超高速ナノインプリントリソグラフィ—高スループット—」

独立行政法人科学技術振興機構

地域イノベーション創出総合支援事業

- ・「薬物放出能を有するコアシェル型有機／無機複合ナノ粒子の開発」
- ・「セラミックナノファイバーの大量合成技術を応用する新規キャパシタの開発」

財団法人日本宇宙フォーラム

- ・「常温衝撃固化現象を利用した微小重力下での製膜プロセス開発」

社団法人日本機械工業連合会

機械工業における技術開発動向の調査等補助事業

- ・「平成20年度「ファインセラミックスのエンジニアリングに関する海外実態調査研究」」

財団法人中部科学技術センター

平成20年度地域イノベーション創出研究開発事業

- ・「自己整合技術を用いた有機光テープモジュールの開発」
- ・「高速高感度オンサイト免疫化学検出システムの開発」

財団法人岐阜県研究開発財団

平成20年度地域科学技術振興事業委託事業

- ・「環境調和型顔料・釉薬の開発及び非石膏型によるプレス・鋳込み成形量産システムの開発」

財団法人マイクロマシンセンター

平成20年度戦略的技術開発委託費

- ・「マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術

の開発」

財団法人日立地区産業支援センター

平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業

- ・「圧造成形順送プレス工法による LED 用機能部品の製造技術開発」

財団法人ふくい産業支援センター

平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業

- ・「金属光造形複合加工法の高度化による医療機器製品への適応製造技術の開発」

財団法人ひろしま産業振興機構

平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業

- ・「表面改質型焼結技術の開発」

ファインセラミックス技術研究組合

- ・「セラミックリアクター開発」

発 表：誌上発表461件、口頭発表780件、その他81件

機能モジュール化研究グループ

(Functional Assembly Technology Group)

研究グループ長：淡野 正信

(中部センター)

概 要：

環境・エネルギー問題の解決を図るために、高性能のセラミックリアクター（燃料電池等、電気化学反応を主体とした物質やエネルギーの変換機能モジュール）の実現が期待される。小型高効率化や多機能化といった飛躍的な性能向上を実現するためには、従来技術では不可能であるような、優れた機能を発揮するための部材が高度に集積した構造を造り込むための、モジュール化技術の開発が不可欠となる。そこで、①ナノ構造制御等による高機能のマイクロ部材を開発し、②そのマイクロ部材の3次元のモジュールとして高度に集積化して、③さらにこれらのプロセスを同時・連続的な構造化技術として実現することが可能な、革新的な製造技術の確立により、社会的なニーズに応えつつ産業競争力強化への貢献を目指す。

具体的には、高度なセラミックプロセス技術の開発と適用により、異種材料・材質の一体化や、ナノ～マクロスケールにわたる高次構造制御を行い、高効率の電気化学反応場を創製する。さらにプロトタイプモジュールとして実現し、その環境浄化能や発電出力等の性能について、従来を超える高効率性を実証するとともに、実用化展開を図る。

研究テーマ： テーマ題目 3

結晶機能制御研究グループ

(Crystal Materials Engineering Group)

研究グループ長：秋本 順二

(つくば中央第5)

概 要：

当研究グループは、高付加価値を有する新規機能性無機結晶材料の開発、並びに新規素材合成プロセスの開拓などの高効率製造技術の開発を担当する。具体的には、イオン交換合成法、低温溶融塩法、オゾン酸化法、マイクロ波加熱法などの低温溶液を用いた素材合成技術を開拓・適用し、リチウム電池材料等への応用を目指して、チタン酸化物、マンガン酸化物、コバルト酸化物、鉄酸化物などの新規機能性無機結晶材料の合成・開発を行う。また、そのために基盤となる、結晶構造・電子構造解析技術の高度化、精密単結晶育成技術の確立を目指す。さらに、低温・高速コーティング技術等の手法を適用し、新規原料素材を使用したエネルギー変換・貯蔵デバイスの開発を目指す。

研究テーマ： テーマ題目 4、テーマ題目 5

機能薄膜プロセス研究グループ

(Thin Films Processing Group)

研究グループ長：熊谷 俊弥

(つくば中央第5)

概 要：

当研究グループは、部門のミッションである「高付加価値技術系」のうち、製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高効率プロセス技術の開発を担当する。すなわち、機能性無機薄膜製造技術の低温プロセス化を中心に省エネルギー化、プロセス簡略化を図るために、①高効率コーティング技術、②機能材料薄膜化技術及び③素子モジュール化・プロトタイプ化技術を開発する。

①、②では、重点課題「光反応制御による機能材料集積化技術の開発」を中心として、塗布熱分解法、塗布光照射法及びこれらと組み合わせる先駆体材料、基板表面や中間層の制御技術など新規コーティング技術を開発するとともに、薄膜化・積層化・表面官能基化や配向制御により高機能が発現するような無機・金属材料の固体化学的手法による設計と合成プロセスおよび化学修飾プロセスの低温化・簡略化を行う。

③では部門内外との連携による産総研 IP インテグレーション及び企業との共同研究などにおいて、超電導限流素子、赤外線センサ、熱伝導度センサ等の素子モジュール・プロトタイプ作製技術への展開を図る。

研究テーマ： テーマ題目 5、テーマ題目 6

エコ設計生産研究グループ

(Environmentally Conscious Design and Manufacturing Group)

研究グループ長：三島 望

(つくば東)

## 概要：

グループにおいては環境配慮生産と環境配慮設計を両輪として、実際の環境配慮製造プロセス技術を提案、実証するとともに、製品・製造プロセス・生産システムなどの統合的環境配慮設計のためのツール開発を目標としている。前者については、「フィードバックレーザ加工システム技術」を中核技術として、「難削微細形状デバイス用レーザ・電解複合加工技術」に取組み、これまでに無い極細管への複雑形状加工に成功した。その他、「超精密フライス加工用多刃工具の開発」などの研究を進めている。後者では部門内重点課題「トータルプロセス/システムの再設計手法の研究」において、これまでに提案した指標；TPI（トータルパフォーマンスインディケータ）を、製品/製造プロセス/生産システムに統合的に適用し、製造技術全体としての環境配慮性を評価することを試みた。この成果と、関連研究の成果を、平成20年度ユニット評価においては、“ローエミッション製造技術”として示した。その他、前年度までに行った製品のトータルパフォーマンス評価のソフトウェア公開、持続可能性マップの可視化、など開発した評価、予測手法を社会に還元することも進めている。

研究テーマ：テーマ項目7、テーマ項目16

## 難加工材成形研究グループ

(Low-Formability-Materials Processing Group)

研究グループ長：西郷 宗玄

(つくば東)

## 概要：

マグネシウムやチタン、ステンレス等の難加工材について、省エネ工程で環境に配慮した成形技術を金型の潤滑システムとともに開発し、最終的に部材等の形状への成形を行う。そのために、素材の製造技術とその成形技術を粉体加工と塑性加工を主としたプロセスの高度化、複合化、融合化によって開発する。素材の成形性を改善するための加工熱処理技術の確立、応力条件を制御した温間、熱間鍛造技術の開発、マグネシウム合金板材の冷間プレス成形技術の開発を行う。また、金型への固体潤滑材のコーティング技術を検討し、ドライ成形用金型の開発を行う。さらに、粉末法によりステンレスやチタンの軽量高機能材料の開発を行うとともにマグネシウムの切削粉のリサイクル化技術を開発する。

研究テーマ：テーマ項目7、テーマ項目8、テーマ項目9

## 先進焼結技術研究グループ

(Advanced Sintering Technology Group)

研究グループ長：渡利 広司

(中部センター)

## 概要：

セラミックスは優れた機能を有するが、原料の粉碎・分散・混合・乾燥・形状付与・有機バインダー除去・焼結・加工といった数多くのプロセスを経て製造されるため、製造コストが極めて高くなり、このことが用途を限定している。そのため、各工程に要する時間の短縮化、使用する資源の減量化、投入エネルギーの低減化、工程時間の最小化を導く高効率製造技術の開発が求められている。当研究グループは、製造プロセスのコンパクト化を目指し、原料の粉碎・分散・混合工程を短時間、かつ同時に行う湿式ジェットミルによるスラリー調整技術の開発、高性能無機バインダーの開発、有機バインダー低減化技術の開発、電磁場を利用したセラミックスプロセッシング技術の構築、遠心焼結技術の研究開発等を進めている。また、これらの知見から得られた技術に基づき、セラミックスとプラスチックの複合材料に関する製造プロセス技術の開発をおこなっている。

研究テーマ：テーマ項目2、テーマ項目7、テーマ項目10

## 超音波プロセス研究グループ

(Ultrasonic Processing Group)

研究グループ長：飯田 康夫

(中部センター)

## 概要：

超音波を用いた化学プロセスは、常温・大気圧下でマイクロな極限環境を容易に創出することが可能であることから、熱や光などを用いる従来型プロセスとは異なった、新規な低環境負荷型プロセス技術として期待されている。当研究グループでは、超音波の産業応用を目的として、その基礎となるソノプロセッシングの高度化と高効率化の研究を展開している。具体的には、キャビテーション気泡の圧壊挙動の理論的解析、光散乱法等を用いた新規な多数気泡空間分布解析法の開発等を実施する。一方、応用面では、ソノケミカル反応場の特徴を生かしたナノ構造制御機能性粒子の創製、超音波洗浄の精密化、マイクロ空間における気泡挙動観察など、多方面にわたる超音波を利用した産業プロセス技術の開発を進めている。

研究テーマ：テーマ項目11、テーマ項目12

## テーラードリキッド集積研究グループ

(Tailored Liquid Integration Group)

研究グループ長：加藤 一実

(中部センター)

## 概要：

21世紀の高度情報化社会・環境調和型社会の持続的発展と高齢化社会における医療福祉技術の高度化のた

め、高性能小型電子機器や超小型精密医療用機器の開発が緊要である。このような機器においては、複数の機能が集積した機能集積材料の適用搭載が必要であり、そのためには先進液相原料（テーラードリキッド）とその集積プロセス技術の開発が不可欠である。当研究グループでは、機能集積材料として集積化圧電デバイス、強誘電体メモリ、マイクロリアクタ、環境センサ、フレキシブル光デバイス等を具現化するため、テーラードリキッド内の機能発現ユニットの合成技術、液相を経由したナノ～マイクロ領域の構造形成技術、複雑形状あるいはフレキシブル基板上への精密構造体の集積化技術等に関する研究開発を実施し、産業技術基盤と国際競争力の強化を図る。

研究テーマ：テーマ題目13

### トライボロジー研究グループ (Tribology Group)

研究グループ長：安藤 泰久

(つくば東)

#### 概 要：

ナノスケールから大型のシステムまで、トライボロジー全般に係わる横断的かつ基礎・基盤的技術の向上を図ることにより、我が国の産業競争力強化に貢献することを目標としている。そのために、製造装置の効率や製品の付加価値を向上させるため、トライボロジーグループが有するポテンシャルを生かし、それを表面機能構成技術に展開していく。具体的には、「メカニカル機能付加技術」、「ケミカル機能付加技術」、「インタフェース高度化技術」を有機的に連携させることで、「ローエミッションプロセス技術」、「高効率プロセスの開発」を進めていく。その中で、環境面への配慮も含めたシステム性能を向上させることや、表面や潤滑システムに新しい機能を発現させることを目指す。中・長期的には、マイクロ/ナノトライボロジーを主軸とした研究を進め、トライボロジーを科学的に深化させ、サステナブルトライボロジー技術へと発展させていく。また、最先端の技術情報拠点となるべく研究グループ内の研究者個々人の研究ポテンシャルを高めるとともに、産業界の根幹技術であるトライボロジー技術の向上と普及に努める。

研究テーマ：テーマ題目14、テーマ題目15

### 表面機能デザイン研究グループ (Surface Interactive Design Group)

研究グループ長：加納 誠介

(つくば東)

#### 概 要：

本研究グループは、部材表面への微細形状付与による摩擦・摩耗の安定化・低減化技術の開発、部材表面への微細形状付与除去加工技術の開発、表面修飾技術

の開発をベースとした表面機能創成と応用を中核ミッションとし、持続発展可能な社会の実現に資する「表面機能設計技術」の開発を目指す。本研究グループでは、低摩擦表面創製技術：表面テクスチャを利用した低摩擦表面を作り出すことを目指した、金属等の表面に微細な形状変化（例えば凹凸）や表面エネルギー変化（例えば異種材料の分散）を創生・評価する技術の開発、分子吸着解析・利用技術：表面自由エネルギーをコントロールすることを目指し、界面活性剤や各種潤滑剤・加工剤等による表面修飾により、物理化学的・生物学的な機能を発現させる技術の開発、表面機能設計・改質・利用技術：表面に赤外線や紫外線などの光エネルギー照射などにより、表面近傍の組成や構造を改質し部材表面に接する分子の吸着性を制御する技術とこれを利用する技術を開発している。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目15、テーマ題目24

### 集積加工研究グループ (Integration Process Technology Group)

研究グループ長：明渡 純

(つくば東)

#### 概 要：

機能材料・ナノ材料を実用的なデバイスに繋げる革新的な低温プロセス技術や集積技術の確立と生産技術としての高度化を目指す。そのため、産総研が独自に開発した機能性材料の低温集積化コーティング（エアロゾルデポジション法：AD法）の高度化やこれを利用したセラミックス材料「常温衝撃固化現象」の解明、イオン・電子ビームなどを用いた表面改質技術、水熱合成法などを用いた薄膜・厚膜技術のメカニズム解明と高度化など、主に非熱平衡過程を用いたプロセス基盤技術の確立とデバイス試作、及びこれらのプロセス技術を実現するための計測・評価技術、また、これらの各要素プロセスを用いた生産システムとして省エネ、省資源に資するオンデマンド性の高いプロセス基盤技術を開発する。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目16

### ネットワーク MEMS 研究グループ (Networked MEMS Technology Group)

研究グループ長：伊藤 寿浩

(つくば東)

#### 概 要：

より多機能で、信頼性の高い機械システムを実現するために、通信機能を有した微小で高機能な電気機械素子の開発を行っている。特に安全安心や省エネルギーを目指したセンサネットワークや、工業製品のトレーサビリティを確保するためのセンサ通信機能付きタグ等の開発を目指す。これらのユビキタスデバイスの

実現には、スマート材料、超高感度センサ素子、パワーマネージメント技術、実装技術及びコスト削減を目指したプロセス装置やマイクロ材料プロセス等の開発が不可欠となっている。当研究グループでは、MEMS ファウンドリをベースに、ネットワーク型ベンチャー企業群、製造企業・研究機関との共同研究を通じて、MEMS の要素技術や実装技術の開発を推進している。具体的には、パワーマネージメント技術を取り入れた低消費電力型 MEMS センサデバイスの開発、超高感度高信頼性センシングデバイスの開発、ユビキタスセンサ用パワーMEMS デバイス開発、自己組織化プロセス等を応用した異分野融合型次世代デバイス開発、及びシステムデバイスを小型化するための実装技術の開発等を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目17、テーマ題目  
28

### インプリント製造技術研究グループ

(Nanoimprint Manufacturing Technology Group)

研究グループ長：高橋 正春

(つくば東)

概要：

MEMS 分野における微小光学素子やバイオ分析チップなどの流体素子、さらに画像提示素子など微小なデバイスの研究開発が盛んである。実用化の鍵は微細ナノ構造体をいかに低コストに製造するかにかかっている。近年、コストダウン効果が高いナノインプリント製造技術が注目を集めている。

ポリマー系材料やガラス材料（耐熱性、化学的耐久性や光学的特性の高い）のナノ製造技術を確立するとともに、デバイス応用展開を図っている。また、静電成型を応用したガラス材料へのナノメートルスケール金属パターンの転写技術や埋め込み技術などの形成技術を開発している。これらにより、フィルム積層による集積型 MEMS デバイス作製技術（基板貫通配線、高密度配線基板、ナノスケール微細電極）などの新たな応用へと展開する。

ナノインプリント成形技術の鍵となる高精度マスター型の製造技術においては、自由局面やテーパ形状を有する3次元精密型の直接製造技術や立体構造体の表面に継ぎ目なしパターンを転写する技術を確立するとともに、型の高速製造技術開発および高機能化、大面積化に取り組んでいる。また、インプリント成形装置開発では、操作性、機能性およびスループットの高いナノインプリント装置（光・熱インプリント、静電引力や超音波を援用したナノインプリントなど）の開発に取り組んで知る。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目18、テーマ題目  
28

### 高性能部材化プロセス研究グループ

(High-Performance Component Processing Group)

研究グループ長：吉澤 友一

(中部センター)

概要：

高度化・高性能化する製造システムや産業機器を支えるための中核となる先進構造部材を創製することを目的に、材料機能を合目的かつ効率的に部材構造中に配置する製造技術の開発を行っている。特に、セラミックスが本質的に有する高い硬度、耐食性、化学的安定性等を部材機能に取り込んだ高耐食性部材、高性能多孔体部材、高耐摩耗性部材等の開発を目指している。このため、気孔の大きさ、分布状態、配置・配向、傾斜化を可能とする気孔形成技術、内部と異なる表面構造を付与するためのプロセス技術等の開発に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3、テーマ題目  
19、テーマ題目20

### 高温部材化プロセス研究グループ

(High-Temperature Component Processing Group)

研究グループ長：北 英紀

(中部センター)

概要：

一般にセラミックスは高度に精製された原料を使用し、高温で焼き固めて作製されており、その製造過程で多大なエネルギーを消費している。一方、その優れた特性を活かし、使用過程における環境負荷を下げることもできる。環境調和と競争力の両立を狙いとしたミニマルマニュファクチャリングでは、各過程でのロスを少なくすると同時に、ライフサイクル全体での環境負荷バランスも考慮した開発を進めることが必要である。具体的には、原料製造、成形、焼成等のプロセス過程で生じるロスを出るだけ小さくし、無駄を省き、効率の高いプロセスを開発すると同時に、セラミックスに合った応用を慎重に検討し、適用化に必要な技術課題を解決していくことがミニマルマニュファクチャリングへの道筋であると考えられる。

当グループでは、上記考えに基づき、主に窒化ケイ素等のエンジニアリングセラミックスを対象として、窒化の基礎研究を起点とした原料技術から、成形、接合、焼成といったプロセス、そして部材化とその応用、さらにライフサイクルでの資源消費性の評価に至るまでの幅広いレンジでの研究を、ミニマルマニュファクチャリングを基軸として進めている。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目20、テーマ題目  
21、テーマ題目26

### 生体機構プロセス研究グループ

(Bio-Integration Processing Group)

研究グループ長：加藤 且也

(中部センター)

概要：

高齢化社会の到来を迎え、バイオ、メディカル分野における高付加価値製品のフレキシブル製造プロセス技術開発が急務である。当研究グループでは、生物機能を発現させるために必要とされる最小の単位(ユニット)であるバイオカスタムユニットの集積により、細胞増殖・分化を活発にさせるなどの生体機能を自立的に誘導する、バイオ、メディカル分野の革新的な製造技術の確立を目指している。具体的には生体組織形成を促進する構造の構築や細胞接着を誘導する材料表面修飾などによる、生体応答性、生体親和性に優れたバイオカスタムユニットの実現とともに、これらカスタムユニットの集積によって得られる高度なバイオ機能を有する製品群に開発を実施している。また集積体の他分野(触媒担体や吸着材等)の応用展開も視野に入れている。

研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目22

#### ファインファクトリ研究グループ

(Fine Manufacturing Systems Group)

研究グループ長：岡崎 祐一

(つくば東)

概要：

微小部品や製品をエネルギーとスペースの使用を抑えて合理的に製造する思想であるマイクロファクトリの技術的深化と産業的広がりを推進することによって、地球温暖化対策と産業競争力の維持に貢献することを目的とする。そのために自ら各種マイクロ機械やシステムの研究開発を行うことによってその意義をアピールするとともに、研究開発活動のハブ的存在として、情報の集積と国内外の学協会における活動を支援する。また、マイクロファクトリの実践を志向する企業活動を共同研究などを通じて支援する。世界の製造業を支えている工作機械技術と精密加工技術の進展に資するべく工作機械関連機関・企業と連携し、精密機械加工および精密機械計測の基礎的開発から商業的展開までのスコープにおいて協同し、また工作機械の国際規格制定に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目16、テーマ題目

23

#### 製造プロセス数理解析研究グループ

(Process-oriented Computational Applied Mechanics Group)

研究グループ長：手塚 明

(つくば東)

概要：

計算力学(計算工学)は、機械工学、熱工学、材

料工学、流体工学、バイオエンジニアリング、土木工学、航空工学など、従来の分断化された学問分野を結ぶ横糸である。現象を支配する方程式が共通であれば、同一の解析プログラムがスケール・分野を問わず有効である。当研究グループは、製造プロセスに関わるマクロ及びメソスコピックな物理現象を対象とし、有限要素法に代表される数値解析手法の開発とその応用を研究範囲とし、内外の実験部隊とのコラボレーションを有機的に遂行する。

研究テーマ：テーマ題目5、テーマ題目24、テーマ題目

26

#### センサインテグレーション研究グループ

(Sensor Integration Group)

研究グループ長：松原 一郎

(中部センター)

概要：

製造産業の安全性向上等を目的として、高性能ガスセンサの開発を目指している。ガスセンサの開発にあたり、「新材料のセンサ応用」と「新しいセンシング原理の提案と実証」を基本方針とし、その中で材料開発からプロトタイプの前製までトータルな研究開発を進める。明確なニーズに対応する課題として、室内空気質モニタリング用のVOCセンサ、高速に応答するニオイセンサ、及び人間計測へのガスセンサ利用としての呼気センサの開発を行っている。水素センサの国際標準化に向けた活動も実施している。さらに、センサ開発に必要な共通基盤的技術として、セラミックスペーストの評価技術開発、高分散性ナノ粒子の合成法及び大量合成装置の開発、デバイスの局所微細構造解析技術開発、センサ関連材料の物性評価技術開発にも取り組み、基礎から応用までバランスのとれた研究開発を推進している。

研究テーマ：テーマ題目10、テーマ題目26、テーマ題目

28

#### 機能・構造診断研究グループ

(Functional and Structural Damage Diagnosis Group)

研究グループ長：鈴木 隆之

(つくば東)

概要：

「高付加価値技術」及び「低環境負荷技術」の基盤となる安全・信頼性基盤技術として、機器・構造物からそれを構成する機能素子まで、さまざまな階層の健全性評価に関する研究開発を行っている。微小磁場の検出が可能な先進磁気センサや磁気力顕微鏡等の走査型プローブ顕微鏡技術の適用、あるいは既存の非破壊損傷評価プローブの改良により漏洩磁束法やECT法を用いた電磁気的手法を中心に実験的に非破壊損傷



評価を行うとともに、計測された磁気情報より逆解析を行い、高速度かつ高精度にき裂、欠陥、損傷の形状寸法を求める技術を開発している。また、次世代の非破壊損傷評価、医療用画像診断などに用いるガンマ線計測技術に関して先進半導体検出器のエネルギー分解能、時間分解能の評価を行うとともに、そのシンチレータ材料の開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目15、テーマ題目24、テーマ題目26

### マイクロ熱流体研究グループ

(Microfluidics Group)

研究グループ長：松本 壮平

(つくば東)

概要：

マイクロ熱流体システムの製品化並びに普及のための基盤技術の確立を目指し、マイクロ領域で顕在化する熱・流体現象の解明並びに制御、さらに先端 MEMS デバイスやシステムへの展開を図る。そのため、実験及び数値シミュレーションを用いた現象の解明と制御手法の開発、具体的デバイスなどへの応用、デバイスの評価などを一貫して行う。特に、ポンプやバルブ、流路や反応部、検出部などを一枚のチップに集積したマイクロ化学分析システムの実現に向けての要素・基盤技術を開発する。また、人間状態などの計測・分析システムの開発を通して、システム化のために共通基盤的に必要となる技術を確立する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目27、テーマ題目28

### Macro BEANS連携研究体

(Collaborative Research Team of Macro BEANS)

連携研究体長：伊藤 寿浩

(つくば東)

概要：

Macro BEANS連携研究体は、「異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト」(BEANSプロジェクト)(経済産業省委託費)(H20～H24)のその主要な研究開発項目の一つである「マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発」を産総研において産学連携の集中研方式で実施するために設置された。

本連携研究体における集中研方式による共同研究には、財団法人マイクロマシンセンターに出向する5企業の研究者が参加するほか、共同研究には大学研究者も参加する。

マイクロ・ナノ構造を有する高品位機能膜をメーター級の基板に真空プロセス装置を用いずに形成する製造技術と、基板の大面積化を伴うことなく、メーター級のフレキシブルシートデバイスを実現する、製織技

術などを活用した新たな製造技術を創出する事を具体的目標とする。

### エンジニアリングセラミックス研究班

研究班長：平尾 喜代司

(中部センター)

概要：

半導体、非鉄、鉄鋼などの製造業さらには環境・エネルギー分野における機器、システムはますます高度化し、これらのシステムを構成する部材に求められる要求性能も高いものになってきている。セラミックスは高い弾性率、硬度、耐熱性、軽量性、耐食性など優れた特性を兼ね備えており、金属、プラスチックでは対応が困難な環境で用いられる材料・部材として重要なものとなっている。

この様な社会的な要請に応えるため、構造用セラミックスに関する二つの研究グループ(高温部材化プロセス研究グループ及び高性能部材化プロセス研究グループ)を横断的にまとめ、エンジニアリングセラミックスに関する研究を一層加速するために、平成20年度より当研究班を設置した。

#### 【テーマ題目1】先端微細加工技術分野の人材育成

【研究代表者】前田 龍太郎(上席研究員)

【研究担当者】前田 龍太郎、高橋 正春、伊藤 寿浩、高木 秀樹、廣島 洋、池原 毅、小林 健、松本 壮平、黒田 雅治、鈴木 章夫、加納 誠介、芦田 極(常勤職員12名、他2名)

#### 【研究内容】

微小素子を製造するための MEMS 技術については、産業界に習熟した技術者が不足していることおよび技術習得の場所、機会がないことが、産業化の障害となっている。そこで MEMS 技術やナノインプリントに代表される先端微細加工技術についてプロセス実習や、設計、シミュレーション解析実習および計測評価までを含んだ講習を通して人材育成事業を行い、教材のアップグレードや受講者からの要望、評価をもとに、教授法について改善を行っている。流体 MEMS に関しても教材コンテンツの整備を行い、マイクロ流体デバイス作成を中心とした実習講座を行った。平成20年度は特に上記に加えて熱ナノインプリント成形シミュレーション解析及び MEMS 実装関連のウェハレベル接合技術、マルチユーザ MEMS 設計についてコンテンツ整備を行った。

今後は共用 MEMS プロセッシング施設をさらに拡充・整備し、産総研内外に公開することで、プロトタイプングを迅速に行うなどにより、研究者・技術者への研究開発支援を行う。また、異分野の技術者に参入の妨げとなっている MEMS 等の先端技術の敷居を下げるために、全国連携でのコンテンツを整備、実習プログラム開

発を行い、微細先端加工技術の異分野へのビジネス化を図る。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 MEMS、ナノインプリント、実習、実装、人材育成、マイクロ流マイクロ・ナノ微細加工技術

〔テーマ題目2〕 セラミックス高度化のための省エネルギープロセス技術開発

〔研究代表者〕 平尾 喜代司（主幹研究員）

〔研究担当者〕 平尾 喜代司、周 游、宮崎 広行、福島 学、吉澤 友一、北 英紀、日向 秀樹、近藤 直樹、鈴木 隆之、西村 良弘、桑 正市、大司 達樹（常勤職員12名）

〔研究内容〕

セラミックスは高い耐熱性、耐摩耗性、耐食性など金属や有機材料にない優れた特性を有する。本研究では、高い機能を持つセラミックス部材・製品を高効率、省エネルギーで製造することを目的に、局所的なエネルギー投入や化合物合成時の生成エネルギー等を利用したプロセス基盤技術を開発する。さらに、原料から製造プロセスに至る一連の操作における投入エネルギーを評価し、最少の投入エネルギー・資源で高機能製品を製造するプロセス技術（ミニマルマニユファクチャリング）の確立を目指す。

具体的には、① 燃焼合成を用いた窒化物系蛍光体の高速合成、② 反応焼結を用いた高機能窒化ケイ素焼結体の製造、③ マイクロ波照射等の局所的なエネルギー投入を用いたセラミックス部材の高速接合に関して研究を進めている。

それぞれの課題について、本年度の成果は次の通りである。①  $\text{Eu}^{2+}:\beta$ -サイアロン蛍光体について、燃焼合成時における着火剤、保持容器、燃焼モード（燃焼波の進行方向）等を系統的に検討し、従来材料と同等の発光強度を有する蛍光体を従来手法の1/50の時間で合成することに成功した。② 窒化ケイ素の反応焼結を短時間で行うには、反応熱によるシリコンの溶融を防ぐことが重要である。種々の添加剤を検討し、従来よりも100℃以上低温で窒化を開始させることが可能な窒化促進剤を見出した。③ マイクロ波による接合部の局所的な加熱により炭化ケイ素焼結体を30分程度の短時間で接合することに成功した。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 セラミックス、燃焼合成、反応焼結、マイクロ波加熱、接合

〔テーマ題目3〕 機能・構造部材融合プロセス技術開発

〔研究代表者〕 淡野 正信（機能モジュール化研究グループ）

〔研究担当者〕 淡野 正信、濱本 孝一、鈴木 俊男、山口 十志明、吉澤 友一、宮崎 広行、周 游、福島 学（常勤職員8名）

〔研究内容〕

セラミックス部材を3次元集積化することで、高機能モジュールとして、環境・エネルギー分野の多様な社会ニーズに対応した応用展開が可能となると同時に、大きな市場創出効果が期待されると同時に、従来から検討を進めている機能部材集積技術に加えて、実用条件（反応量、耐久性・信頼性等）で十分な性能を発揮することを目指し、機能・構造部材の一体構造化により実用モジュールを創製する。そのために、機能・構造部材融合のための製造プロセス開発を進め、積層・接合等の機能・構造部材の融合化により、実用モジュールとしての具現化を図る。

平成20年度は、高次機能化プロセスでは、機能ユニットのマクロ構造での性能実証と高度化／界面機能化技術を進め、構造部材マッチング技術では、構造-機能ユニットの界面適合化技術開発の検討を行った。その結果、電極ナノ構造化技術を開発、多層構造セルに反映させてマクロ構造とすることで、導電性の飛躍的な向上が可能であることを見出し、セラミックス電気化学リアクターによる  $\text{NO}_x$  浄化では世界初の200℃台での低温作動化に成功し、ディーゼル車の排ガス浄化等に必須の実用化条件の一つをクリアする等の成果を挙げた。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 機能-構造部材融合化、ミクロ部材、高集積化プロセス、電気化学リアクター、排ガス浄化、マイクロ燃料電池

〔テーマ題目4〕 高付加価値を有する新規機能性無機結晶材料の開発

〔研究代表者〕 秋本 順二（結晶機能制御研究グループ）

〔研究担当者〕 秋本 順二、早川 博、木嶋 倫人、高橋 靖彦（常勤職員4名、他6名）

〔研究内容〕

本テーマでは、部門のミッションである「高付加価値技術」としての製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高付加価値素材の高効率製造技術を開発する。平成20年度は、新規リチウム電池材料等の製造プロセスの開拓、低環境負荷な原料を使用した新規素材開発、並びに集積加工研究グループとの連携により、低温・高速コーティング技術としてエアロゾルデポジション（AD）法を適用した新規エネルギー変換・貯蔵デバイス用部材の作製と評価を行った。その結果、ソフト化学的合成手法等の適用により、高容量チタン酸化物、マンガ酸化物等の合成条件の最適化を行い、優れた電極特性を明らかにした。また、新規単結晶育成技術の開拓により、チタン酸化物、マンガ酸化物等の単結晶を合成し、結晶構造・電子構造の精密な解析に成功した。さらに、高圧合

成法により作製された新規マンガ酸化物の高容量電極特性を明らかにした。一方、AD 製膜に適する原料粉末の調整条件の最適化により粉体特性の制御を行うと共に、酸化物系固体電解質材料等について、中性子回折データを用いた精密な結晶構造解析に成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ソフト化学、溶液成長法、結晶成長、X線構造解析、精密単結晶育成技術、マンガ酸化物、チタン酸化物、コバルト酸化物、鉄酸化物、イオン伝導体、リチウム二次電池材料

#### 【テーマ題目5】 光反応制御による機能材料集積化技術の開発

【研究代表者】 土屋 哲男

(機能薄膜プロセス研究グループ)

【研究担当者】 土屋 哲男、熊谷 俊弥、相馬 貢、山口 巖、松井 浩明、中島 智彦、永井 秀明、間宮 幹人、秋本 順二、木嶋 倫人、澤田 有弘、中住 昭吾、手塚 明 (常勤職員12名、他2名)

#### 【研究内容】

革新的なオンデマンド製造システム構築には、多種多様な機能性膜を低温・高速で製造し、かつ形状加工可能な光プロセスが有効である。本重点課題では、昨年度の戦略次世代重点課題の成果を基に①フレキシブル基板への薄膜作製と積層化プロセスの開発、②厚膜プロセスの開発、及び③単結晶基板を用いない配向制御法の開発などを実験及び計算科学的手法(有限要素法による光反応熱拡散プロセス解析)により行い、多種多様な高性能、機能薄膜を製造する革新プロセスの確立を目的とした。

応用研究としては、紫外ランプを用いた新しい低コストプロセスの開発を進め、有機基板上への白色蛍光体(RbVO<sub>3</sub>)の積層化や厚膜化のための下地層として高い臨界電流密度(J<sub>c</sub>=6.1 MA/cm<sup>2</sup>)を有する超電導膜を実現した。また、高速に各種電極薄膜を作製するため、レーザーを用いた新しいプロセスの開発を進め、ナノ粒子光反応法による透明導電電極の室温製膜(PET基板上にシート抵抗: 500 Ω/□)や低温結晶成長に有効な金属ガラス電極がレーザーアニールにより再ガラス化が可能であることを見出した。一方、成長機構に係わる基礎研究では、熱シミュレーションと実験の比較による光結晶成長メカニズムの解明や有限要素法の適用を進めた。今後は、光反応制御プロセスを用いたデバイスの試作と有限要素法等を用いた光照射による2次元、3次元の熱シミュレーションによる詳細な結晶成長機構解明を行う予定である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 低温製造技術、塗布光照射法、ホットディスク法、熱伝導度測定、ペロブスカイ

トマンガ酸化物膜、透明導電膜、蛍光体薄膜、超電導薄膜

#### 【テーマ題目6】 高付加価値素材の高効率製造技術・素材モジュール化技術

【研究代表者】 熊谷 俊弥

(機能薄膜プロセス研究グループ)

【研究担当者】 熊谷 俊弥、今井 庸二、相馬 貢、永井 秀明、中村 挙子、土屋 哲男、山口 巖、間宮 幹人、中島 智彦、松井 浩明、塚田 謙一、近藤 和吉、神谷 国男、中川 愛彦

(常勤職員10名、他4名)

#### 【研究内容】

本テーマでは、部門のミッションである「高付加価値技術系」のうち、製造プロセスの簡略化・高効率化につながる高効率プロセス技術、温和で簡便なオンデマンド低温化学修飾プロセス技術及びこれらの有効性を実証するための素材モジュール化技術を開発する。

高効率プロセス技術では、結晶相を含む Zr-Cu-Al 系金属ガラスのレーザー照射による再ガラス化、定量化された温度履歴を持つ試料ごとの部材化に向けた耐食性や電気伝導度の評価、エネルギー計算による構造安定性の評価を行った。

低温化学修飾プロセスでは、過酸化水素および水素化剤を併用した表面化学修飾により、表面化学構造を制御した酸素終端ダイヤモンドライクカーボン(DLC)膜の作製について検討した。室温・紫外光照射下における過酸化水素処理により、高親水性(接触角: 6°)の発現に成功し、また過酸化水素処理 DLC 膜に水素化剤を更に作用させることにより、水酸基(-OH)のみで修飾された表面を構築し、化学構造の制御に成功した。酸素終端 DLC 膜の水中における摩擦試験においては、空気中と比較して安定した低摩擦特性を示した。

素材モジュール化技術では、超電導限流器、赤外線センサ、熱伝導度センサ等の素子モジュールを作製することを目標とした研究開発を行った。超電導限流素子では、昨年度に引き続いて塗布熱分解法により長尺形状の YBCO 膜を作製し、これに金銀合金膜および銀電極を形成して限流素子モジュールとし、エネルギー技術研究部門、東京大学、名古屋大学、東京電機大学及び企業に提供して並列・直列接続における臨界電流特性、限流特性を調べた。赤外線センサでは、塗布光照射法で作製したセンサ膜の製造速度が5倍以上に増大した。また、熱伝導度センサでは、ホットディスク法による薄板や発泡体などの高温域での熱伝導度測定手法の開発を行い、従来法では正確な測定が困難な発泡体や無機-有機複合材の熱伝導度評価を通して部門内連携を推進した。さらに、塗布光照射法により難加工性導電体薄膜のパターン薄膜作製法を確立し、企業と共同で導電体デバイス性能試験

を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 コーティング技術、塗布熱分解法、塗布光照射法、表面化学修飾、金属ガラス、超電導限流器、赤外センサ、熱伝導度センサ、導電体デバイス

【テーマ題目7】 トータルプロセス／システムの再設計手法の研究

【研究代表者】 三島 望

(エコ設計生産研究グループ)

【研究担当者】 三島 望、増井 慶次郎、近藤 伸亮、栗田 恒雄、松本 光崇、清水 透、渡利 広司、堀田 裕司、明渡 純、中野 禅 (常勤職員10名)

【研究内容】

本研究では、製造技術において高能率・高精度・低コストと低環境負荷の相反する要求を両立させるために、製品製造プロセス、さらにはそのプロセスを実現するための生産システムをトータルとして考えることで、その評価／設計を統合的に行う方法を確立することを目的としている。特に平成20年度は、製造プロセスを実現するためのハードウェアシステムの環境負荷、コストを統合的に評価に取り入れ、システム構成の再設計を行う方法を検討、提案した。

評価対象としては、①昨年度も行った「セラミックスのコンパクトプロセス」、②デスクトップ複合加工機を用いた各種の小径穴あけ加工、③オンデマンド MEMS 製造装置を用いた光スキャナ製造の3つの製造プロセス／生産システムである。①については焼成炉、②についてはデスクトップ形複合加工機、③については開発した製造装置、の3つのハードウェアを対象に、タスクタイムと生産設備の想定寿命から、それぞれの装置の占有時間を計算し、これに基づいて環境負荷 (ライフサイクル CO<sub>2</sub>)、コスト (機械コスト、労働コスト、消耗品コスト) を考慮に入れて改善効果を検証した。その結果、①については、生産システムを考慮しない場合と特に傾向の差は無く、コンパクトプロセスの優位性に変化はなかった。②については、既存の大型設備との比較には至っていないが、プロセス TPA が加工法選択の指標として使い得るとの結果を得た。③については、設備コスト、設備製造の環境負荷を考慮することで、オンデマンド MEMS 製造装置の、既存の半導体プロセスと比較した優位性をより明確に示すことができた。総合的には、平成20年度の研究により、対象とするミニマルな製造技術においては設備 (生産システム) 分を考慮することにより、一層の有効性を主張できることが確認できた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 環境負荷、製造プロセス、生産システム、トータルパフォーマンス、オンデマンド

MEMS 製造装置、コンパクトプロセス、小径穴あけ加工

【テーマ題目8】 難加工材の成形に関する研究

【研究代表者】 西郷 宗玄

(難加工材成形研究グループ)

【研究担当者】 西郷 宗玄、清水 透、菊地 薫、鳥阪 泰憲、村越 庸一、加藤 正仁、花田 幸太郎、(常勤職員7名、他2名)

【研究内容】

難加工材であるマグネシウム合金の用途拡大のため材料開発と成形技術の開発を行っている。Mg 合金の機能向上を目指して、複合化方法を検討し、特性と成形法の検討を行う。今年度は、Mg-Ca 合金とハイドロキシアパタイトとの複合材の作成を行い、機械的特性および耐食性の評価を行った。Mg-Ca 合金では室温における引張試験結果から、Ca 添加量が増えるに従い強さが増す傾向を示している。一方、伸びは小さく、添加量の影響が見られない。室温における圧縮試験結果から、Ca 添加量が増えるに従い破壊強さが増す傾向を示している。室温における硬さ試験からも、引張試験、圧縮試験と同様な傾向を示した。Mg-Ca 合金の生理食塩水中における消失率を明らかにし、消失率はいずれの Ca 添加量においても 0.09~0.1% [day] である。粉末冶金法を用いて、ハイドロキシアパタイトとの安全な混合の条件を見出し、高温押し出しにより、18 wt% ハイドロキシアパタイトとの混合粉を固化成形することができた。得られた複合材は、300 MPa を超える強度が得られた。今後、耐食性や成形性を調べるとともに、生体吸収材料や耐熱材料の応用にむけての検討を行う。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 Mg、複合材、耐食性、生体、耐熱材料

【テーマ題目9】 冷間加工用マグネシウム合金板材とその加工技術の開発

【研究代表者】 西郷 宗玄

(難加工材成形研究グループ)

【研究担当者】 西郷 宗玄、村越 庸一、加藤 正仁、清水 透、菊地 薫、鳥阪 泰憲、花田 幸太郎、荒井 裕彦、初鹿野 寛一 (常勤職員8名、他1名)

【研究内容】

自動車などの輸送機器にマグネシウム合金を適用すると、軽量化により消費エネルギーの低減に貢献することが期待されている。広い適用のためには、薄板材の冷間プレス成形が実現されることが必要であるが、従来のマグネシウム合金薄板の冷間プレス成形性は乏しい。本研究は、冷間成形性の高いマグネシウム合金板材を開発することを目的とする。目標は、冷間加工条件で加工高さ 5 mm 以上の実現、および、室温でエリクセン値 (張

出し値) 5.0以上の板材を作製することである。従来のマグネシウム合金薄板材の張出し成形性の阻害要因となっているのは、マグネシウム合金の常温での唯一のすべり面である(0002)面が、板表面に平行に著しく配向した集合組織になっていることに起因しており、そのため、板の厚さ方向への変形ができず、2軸方向の引張り変形ができないことであった。本年度の研究では、Mg-6%Zn-1%Al-0.5%Ca合金(ZA61Caと呼称)の板材を製造し、集合組織を破壊して2軸引張り変形ができるようにすることにより室温での張出し試験において8.2 mmのエリクセン値が得られた。また、室温での荷重制御スピニング加工により30 mm以上の加工高さを実現した。以上の結果は、実用アルミニウム合金と同等の強度と冷間プレス成形性を併せ持つマグネシウム合金の開発に成功したことを意味する。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マグネシウム、冷間加工、板材成形、集合組織、組織制御

【テーマ題目10】 無機-有機ポリマーハイブリッド材料の環境調和型製造プロセスの開発

【研究代表者】 堀田 裕司

(先進焼結技術研究グループ)

【研究担当者】 堀田 裕司、渡利 広司、長岡 孝明、杵鞭 義明、安岡 正喜、佐藤 公泰、桑 正市、加藤 且也、永田 夫久江、松原 一郎(常勤職員10名、他2名)

【研究内容】

プラスチックの高機能化・高信頼化の観点から、セラミックス粒子を添加した高機能性プラスチックが注目されている。特に自動車、電子・電気及び医療分野では、軽量性、耐熱性、耐候性、機械特性、電気特性などを有する高機能性プラスチックの注目度は高い。一般に機能性に優れたセラミックスをプラスチックに添加し材料特性を引き出すためには、粒子の高充填化と分散が必要である。しかしながらセラミックス微粒子は強い凝集体を形成しているため、高粉体充填量での粒子分散操作は、あらかじめ化学物質による粒子表面処理後に行っている。そのため、化学物質が環境に対して負荷を与える可能性が懸念される。この様な背景から、環境調和型の無機複合プラスチック製造プロセス技術の開発が切望されている。一方、当研究グループでは、これまでセラミックス製造プロセスの短時間化を目的に、湿式ジェットミルによる粉碎・分散・混合技術の開発を進めてきた。開発したプロセスでは粒子表面に損傷を与えることなく粒子を分散させることが可能であり、粒子の分散性に大きく影響を及ぼすことを見出していた。

本研究では、開発した湿式ジェットミルによる分散技術によって、粒子表面に化学反応処理を施すことなくプラスチック中に均一にセラミックス粒子を分散させる環

境調和型製造プロセスの開発と分散効果について検討した。

具体的には、粉末凝集体の解砕に湿式ジェットミルを利用することによって、粒子表面を化学的に改質することなく高粉体充填量(60 vol%)のセラミックス粒子をプラスチック中に一次粒子レベルで均一分散できる環境調和型プロセス技術の開発に成功した。開発したプロセスによって作製した $Al_2O_3$ -エポキシ複合プラスチックの場合、その室温曲げ強度が粒子無添加材及び同量の凝集粒子を添加したものと比較して、それぞれ10%、20%向上した。さらに250℃での曲げ強度は、それぞれ45%、25%程度向上し、一次粒子レベルでの均一分散がプラスチックの強度向上のみならず熱劣化抑制に効果のあることを明らかにした。さらに、紫外線劣化抑制に対する均一分散の効果をZnO-エポキシ複合プラスチックで検討したところ、8時間紫外線照射後の曲げ強度は、原料粉末を単純分散した従来材では約50%低下するのに対して、開発プロセスで作製した粒子均一分散型の開発材では7%の低下に留まり、一次粒子レベルでの粒子分散はプラスチックの耐紫外線効果を引き出すことを明らかにした。開発プロセスは、粒子表面を化学的に処理することなく高粉体充填量でプラスチック中に均一な粒子分散が可能であるため、製造工程の短略化並びに低環境負荷の観点からも優れた製造方法である。

また、「エンジニアリングプラスチック部材の最新動向」と「セラミックス成形技術の新展開」の題目名でワークショップを各2回ずつ行い、当研究グループの成果普及に努めた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 無機複合プラスチック、分散、高充填化、耐熱性、耐紫外線、環境調和型製造プロセス

【テーマ題目11】 超音波により誘起されるマイクロヘテロ反応場の解析と化学プロセスへの展開

【研究代表者】 飯田 康夫

(超音波プロセス研究グループ)

【研究担当者】 飯田 康夫、小塚 晃透、砥綿 篤哉、辻内 亨、安井 久一(常勤職員5名)

【研究内容】

超音波により誘起されるマイクロヘテロ反応場として、空間的に反応領域が拘束されたマイクロリアクター型反応場と、溶液内に形成されるエマルジョン型反応場の2つについて研究を進めた。マイクロリアクター型においては、脂質やたんぱく質などを殻としたマイクロバブルの調製を試みたが、特異なメリットを見出すことはできなかった。一方、マイクロバブルのその場観察においては、顕微鏡下でマイクロリアクター型セルを用いることによって、ガス拡散によるバブル消滅過程や、密集したバブル集団の振動挙動などを高速ビデオやストロボ撮影

法を用いて観察することができた。一方、エマルション型マイクロヘテロ反応場を用いた合成応用では、タンパク質、脂質、多糖類、および生体親和性高分子などを殻としたマイクロバブルの作成を試みた。超音波ホーンによるエマルション型マイクロヘテロ反応場と機械式攪拌法（ホモジナイザー）を比較すると、一般に、超音波ホーンを用いることによって、より微細なマイクロバブルを形成することが可能であった。さらに、超音波により誘起される特殊な反応場を制御・理解するために、レーザー散乱法や回折法を用いた多数キャビテーション気泡評価法を開発し、気泡振動挙動、気泡数密度や気泡径分布などの測定を可能とした。本研究のもう一つのテーマである理論解析では、多数気泡間の相互作用を取り入れたモデルを作成し、気泡集団が発生する音響スペクトルの意味を明確にするとともに、マイクロバブルの数密度と破壊耐性の関係について議論した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超音波、キャビテーション、気泡、シミュレーション、マイクロ反応場

#### 【テーマ題目12】 超音波プロセスの研究

【研究代表者】 飯田 康夫

(超音波プロセス研究グループ)

【研究担当者】 飯田 康夫、小塚 晃透、砥綿 篤哉、安井 久一、辻内 亨 (常勤職員5名)

#### 【研究内容】

ソノプロセスに関わる基礎現象の理解と、その特徴を生かした材料創製や産業応用を目的として研究を進めた。理論的な研究では、超音波照射下のマイクロバブルの膜の破れる条件の計算方法を確立し、気泡数密度が増加すると、気泡間相互作用が強まって、膜が破れにくくなる事を明らかにした。さらに、気泡の自然（共鳴）周波数が、気泡数密度が増加すると低くなることを明らかにした。また、超音波キャビテーションにおける広帯域雑音が、気泡数の時間変動によって引き起こされる事を明らかにし、過渡的キャビテーションと関係している事を示した。実験的な研究としては、ノズル内へ注入する気液量を変えることで導入気泡サイズを変化させて音響発光強度を測定し、気泡微細化に伴う圧縮比増大に起因した気泡高温化の効果として最大3倍のキャビテーション能力向上を達成した。またハイドロホン素子表面への気泡付着を避けながら気泡層を通過した音波の波形歪みを観測可能とするとともに、歪みの傾向が理論値と一致すること、および界面活性剤の濃度の違いにより波形歪みの傾向が変化することを明らかにした。超音波照射部を組み込んだ固液分離システムを試作し、固体粒子を含む懸濁液をフィルタ膜でろ過し抽出液量にて評価する実験を種々の固体粒子に対して行った結果、牛乳5%の水溶液を原液とした場合に抽出速度が上昇することを確認した。一方、材料合成関係では、超音波造影剤や薬物送達

(DDS) 機能を持たせた薬剤キャリアとしての展開が期待されている機能性マイクロバブルについて、生分解性ポリマーや天然多糖類、蛋白質などを殻としたバブルの合成を雰囲気制御した条件で行うとともに、超音波照射下における挙動観察、特性評価を行った。また液相におけるナノ粒子の合成において銀濃度（10 mM から100 mM）で銀ナノ粒子が合成でき、超音波照射による粒子近傍での反応析出を行うことで複合粒子を作製することができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超音波、キャビテーション、気泡、材料創製、シミュレーション、光散乱

#### 【テーマ題目13】 界面反応場を利用した形態制御技術の開発 開発溶液プロセスによる酸化物材料の微細構造化

【研究代表者】 木村 辰雄 (テラードリキッド集積研究グループ)

【研究担当者】 木村 辰雄、鈴木 一行、増田 佳丈、加藤 一実 (常勤職員4名、他1名)

#### 【研究内容】

界面反応場を利用して酸化物材料の高次構造構築を可能とする高効率な製造技術開発に必要な基礎的知見を収集することを主目的として、噴霧乾燥による粒子形態制御、微小空間内での形態制御、機能集積などに関して調査した。界面活性剤分子の自己集合を利用した内部構造制御が可能な前駆溶液調製法に関する知見を活用して、アルデヒド類などに対して優れた吸着特性を示すホスホン酸アルミニウムに着目して研究を遂行した。透明前駆溶液から球状粒子が得られることを確認し、低温での噴霧乾燥によりメソ構造制御も同時に実現できることを見出した。界面活性剤除去後も粒子形態及びメソ構造が保持でき、世界初の新シリカ系ハイブリッドメソ多孔体球状粒子の合成に成功した。その他、ロッド状酸化物メソ多孔体の合成が可能であること、ミスト堆積法により微細凹凸基板全面に均質なハフニア膜が形成できること、凹凸基板表面でも形態制御した多針状チタニア粒子の堆積膜を生成させられることなど、微小空間を利用した多様な形態制御の可能性について基礎的知見を収集した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 界面反応場、形態制御、透明前駆溶液、界面活性剤、自己集合、メソポーラス材料、ゾルゲル膜、ナノ粒子、堆積膜

#### 【テーマ題目14】 サステナブル表面技術の研究

【研究代表者】 安藤 泰久

(トライボロジー研究グループ)

【研究担当者】 安藤 泰久、日比 裕子、村上 敬藤澤 悟、間野 大樹、田中 章浩 福山 理絵、田村 悠

(常勤職員5名、他3名)

**【研究内容】**

植物油は、鉱物油と比較して高い粘度指数を持ち、油性剤として機能する成分を元来含有していることなどから、バイオ燃料の材料としてのみならず、高生分解性と低毒性を両立させた環境対応型潤滑油への展開も期待されており、現在も様々な分野で応用に向けた取り組みが進められている。ナタネ油やダイズ油など、食用油として一般的な植物油はオレイン酸やリノール酸などの不飽和脂肪酸を多量に含有しており、生分解性に優れる反面、酸化安定性に劣ると言われている。

しかし、これら植物油の酸化と潤滑特性の変化について、各種の摺動材料を対象として系統的に論じた先例はほとんど無いため、本テーマでは、加熱試験によって強制的に酸化させたナタネ油を用い、40℃と100℃の温度条件下で種々の金属系摺動材料の組合せにおける酸化前後の潤滑特性の変化を調べた。その結果、試験温度の上昇時に酸化油の潤滑特性が通常油より悪化した軸受鋼と軸受鋼の組合せに対し、りん青銅と軸受鋼の組合せでは40℃と100℃の両温度条件下において酸化油は通常油より低摩擦・低摩擦を示した。

**【分野名】** ナノテクノロジー・材料・製造**【キーワード】** 植物油、酸化、軸受鋼、りん青銅、潤滑、摩擦**【テーマ題目15】 環境適合型トライボシステムの開発****【研究代表者】** 加納 誠介

(表面機能デザイン研究グループ)

**【研究担当者】** 加納 誠介、是永 敦、三宅晃司、中野 美紀、大花 継頼、村上 敬、日比 裕子、間野 大樹、安藤 泰久、鈴木 隆之、鈴木 健、久米 孝昌、西原 潤樹 (常勤職員11名、他2名)**【研究内容】**

表面・界面における摩擦や摩擦現象の基本原理は未だ見出されていないため、適切なメンテナンスや部材の寿命予測が困難であり、その原理の解明はエネルギー利用の効率化に大きな影響を及ぼす重要な技術である。そこで摩擦・摩擦を制御可能な基盤技術を構築することを目的に、機械・物理・化学・材料等の異なる専門分野を持つ研究者の知見や技術を融合して、環境変化に対応した業種横断的な摩擦摩擦現象に関する課題解決に取り組んでいる。摩擦摩擦に関わる現象を3つの切り口から捉え、解決していく研究を実施している。まずは摩擦面の形状制御による潤滑領域の拡大(表面テクスチャリング技術)であるが、これは金属表面にマイクロテクスチャを形成し、局所的な動圧発生を発生させ、強制的に潤滑剤分子の配向制御を行うことを狙いとしている。また、潤滑剤に対する研究では液晶やパーティクルを用い、その分子の構造を外力場により制御し、潤滑剤全体の粘弾性を

を制御しようとするものである。三番目の方法として、表面コーティングを検討している。無機材料膜やSAM膜などを表面に形成し、分子吸着特性やぬれ性を制御することで、安定した潤滑を実現しようとするものである。

このように、表面・界面における摩擦や摩擦現象の基本原理を研究の対象とし、現状では困難な、適切なメンテナンスや部材の寿命予測に資する基盤技術研究を行った結果、本研究課題では特に、以下のような結果を得た。

テクスチャ効果の拡張パターン探索では、潤滑領域が拡大するとともに、混合潤滑領域の拡大にも成功し、従来のきざぎ技術と比べても、安定した軸受特性結果を得た。すなわち、格子や平行溝配置ではなく、ディンプル形状の形成で、潤滑領域の拡大に、実機レベル試験においても成功した。

この効果をサポートする研究として実施した、静的荷重下での表面吸着分子の配向測定・解析では、摩擦試験中のIR測定において、油の中のC-H伸縮振動のピーク面積と油膜厚さに注目して解析を行った。その結果、油膜厚さは $PAO+PAE < PAO+OA < PAO$ であることを見出した。また、油の種類により、接触面圧と摩擦力、油膜厚さの関係に違いがあることを明らかにした。また、皮膜の効果として、水環境下で、DLC膜の摩擦挙動は、真実接触面積(突起密度)と相関が見られることより、潤滑膜の形成が示唆された。摩擦面変化から予測される変化パターンのモデル化では、モデルコンセプトの提示を行った。このモデルでは、表面破壊現象を想定した単純な形状と力の関係を想定し、それぞれのバランスがある確率で崩れるというモデルである。今回はある材料の特定の摩擦条件を例にモデル化した。今後はその他の条件にも拡張していく。

**【分野名】** ナノテクノロジー・材料・製造**【キーワード】** 摩擦摩擦、表面機能、潤滑、コーティング、表面分析**【テーマ題目16】 オンデマンド・サステナブル製造技術の開発****【研究代表者】** 中野 禪

(集積加工研究グループ)

**【研究担当者】** 中野 禪、芦田 究、栗田 恒雄、朴 載赫、馬場 創、明渡 純 (常勤職員6名)**【研究内容】**

オンデマンドMEMS製造技術開発では、金属プレス加工、AD法、インクジェット法等を利用した小型製造システムを作成しナノテ展等において展示し反響を得ている。本技術を元に企業へのポテンシャルを示し、企業が求める産総研を目指すためには同技術の高度化・ポテンシャルの向上が重要である。そこでオンデマンドMEMS製造技術の主要課題の一つである金型製造部分を中心に金型製造のオンデマンド化を実現し、企業ニー

ズへの回答を用意する。あわせてオンデマンドプロセスのサステナブル化も進め、さらなる普及を実現する。

本研究開発では、製造技術について、ミニマル化、見える化等を通し、試作開発レベルから製造に関わる時間を短縮し迅速に製造を実現するオンデマンド製造技術を開発している。併せてこの時間短縮の効果、見える化の効果等による高品位な製品開発を実現し、競争力の確保を目指している。平成20年度も引き続き展示会・シンポジウム等での発表による企業への普及を行った。製造現場としての課題として、設備導入、段取りなどの課題が、課題として大きいことが分かった。工具寿命等の延伸による段取り向上や分割金型による迅速な品種変更を実現してきた。設備のフレキシビリティ向上や段取りの変更、投資の削減などへの課題も検討を進めている。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ミニマルマニュファクチャリング、オンデマンド製造、MEMS、プレス加工、エアロゾルデポジション

【テーマ題目17】 ネットワーク MEMS に関する研究

【研究代表者】 伊藤 寿浩

(ネットワーク MEMS 研究グループ)

【研究担当者】 伊藤 寿浩、池原 毅、石田 敬雄、張 毅、小林 健、Lu Jian、李 東建、岡田 浩尚、村上 直、郭 哲維、近森 邦夫、寺田 功、須田 和美、田中 久美子、小幡 實、今村 純子、今井 智子 (常勤職員5名、他12名)

【研究内容】

MEMS 技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証することを目的としている。特に、平成20年度は、超低消費電力型のデジタル圧電加速度センサおよびデジタルバイメタル温度センサを試作し、それらの基本動作を確認するとともに、平均消費電力 0.03 mW 程度のイベントドリブン型無線センサ端末を試作した。安全安心応用としての動物健康管理システムへの適用については、共同研究機関の養鶏施設においてプロトタイプネットワークシステムの構築を行った。また、インターネットデータセンターの電力制御応用に関しては、ネットワークセンシングシステムのプロトタイプを試作するとともに、無線センサ端末の要素部品である高効率マイクロコイルの製造プロセス開発を行った。さらに、無線センサ端末のテニスラケット等の運動用具への応用に関する調査研究を実施した。

人の健康管理への応用を目指した超高感度においセンサシステムの開発については、要素デバイスである複数の検出膜を塗布した振動型センサの分析機能を確認するとともに、センサと熱型濃縮機構とを組み合わせ、小型におい検出システムを試作した。また高感度センサ実

現に不可欠なマイクロスケールシリコンの疲労特性に関する研究では、疲労寿命の弾性異法性効果を発見した。

ユビキタスマイクロ電源の開発に関して、自立型 MEMS デバイスのエネルギー源としても期待される太陽電池用の次世代透明導電膜として、ニオブドープ TiO<sub>2</sub> 薄膜作製について研究を行った。マグネトロンスパッタ法と真空中450℃の熱処理の組み合わせにより TiO<sub>2</sub> スパッタ膜としてはトップレベルの抵抗率  $4.45 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$  の低抵抗膜作製に成功した。また、次世代有機・無機ハイブリッドデバイスと MEMS 技術との融合についての検討を行い、既存の色素増感太陽電池、ガスセンサーなどの有機・無機ハイブリッドデバイスの性能向上や製造技術として MEMS 関連技術の適用が有効であるとの結論を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 MEMS、センサ、アクチュエータ、ネットワーク、物流、安心安全、健康モニタリング

【テーマ題目18】 インプリントによる金属パターン製造技術

【研究代表者】 高木 秀樹

(インプリント製造技術研究グループ)

【研究担当者】 高木 秀樹、銘苅 春隆、廣島 洋、高橋 正春、前田 龍太郎 (常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

インプリント加工は、これまで主として樹脂やガラスなどの絶縁体を対象としてきた。本研究では、インプリント技術の高密度実装技術等への適用を目指し、金属の微細パターンを形成する技術を開発した。具体的には、熱インプリントを応用した高アスペクト微細パターンへの金属の埋め込み技術、および静電接合を応用したガラスへのナノメートルスケールの金属パターンの転写技術について検討した。埋め込み法では、線幅 0.25 μm でアスペクト比 20 以上の溝形状にアルミニウムパターンを形成することに成功した。転写法では、提案原理によりガラス上に 0.4 μm までの微細金属パターンが形成可能であることを実証すると共に、4 インチウエハでの一括パターン転写を実現した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 MEMS、ナノインプリント、マイクロ・ナノ成形技術

【テーマ題目19】 高性能セラミックス多孔体に関する研究

【研究代表者】 吉澤 友一

(高性能部材化プロセス研究グループ)

【研究担当者】 吉澤 友一、宮崎 広行、周 游、福島 学 (常勤職員4名、他2名)



### 〔研究内容〕

セラミックスは優れた耐熱性、耐食性を有しており、その多孔体は脱塵フィルター、分離膜及びその支持基材、下水処理の際の汚泥への散気など、エネルギー創出や環境浄化などの分野で賞用され研究開発が進んでいる。本研究では、マクロ細孔を有する超高気孔率セラミック多孔体の新規製造技術に取り組んだ。

フィルター用途等の多孔体では、圧力損失低下のため、高い気孔率が要求されている。通常の部分焼結多孔体では、気孔率は50%程度が限界である。一方、より高い気孔率の多孔体セラミックの製造方法としては、焼結時に消失するような有機物や炭素を大量に混ぜて焼結する方法や、スポンジへセラミックススラリーを含浸させ、加熱除去する方法などがある。前者は、閉気孔ができやすい欠点があるとともに、大量に添加する有機物の加熱除去に多大なコストが必要である。また、後者は、スポンジにスラリーを含浸させるため、細かい気孔径にすることが困難である。また、両者とも気孔率を高くすると強度が著しく低下し、ハンドリングにも問題を抱えている。

本研究テーマでは、これらの問題を解決するために、ゲル化凍結法による超高気孔率多孔体の製造方法を開発した。本法は、セラミックススラリーに少量の水溶性のゲル化剤を添加し、スラリーをゲル化後、凍結することで、ゲルが抱いていた水分を氷として排出させることで気孔を形成する。本法で得られる多孔体は、気孔率が最大93%で、通常の機械加工ができる強度を有している、また、凍結方法を工夫することで、一方向に配向した連通孔が得られ、流体透過性能が高い。また、気孔率は、スラリー濃度と焼結温度で調整することが可能である。さらに、有機物を少量しか使用しないため、焼結時間を大幅に短縮できるメリットがある。本法は、関連企業より高い評価を得て、技術開示、試料提供、また、実用化を目指した共同研究を行った。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 セラミックス、多孔体、フィルター、細孔径、高气孔率、ゲル化、凍結、透過量

### 〔テーマ題目20〕 新規硬質セラミックスの開発

〔研究代表者〕 吉澤 友一

(高性能部材化プロセス研究グループ)

〔研究担当者〕 吉澤 友一、宮崎 広行、周 游、  
福島 学、日向 秀樹、平尾 喜代司  
(常勤職員6名、他2名)

### 〔研究内容〕

現在、金属材料の切削工具材料として超硬合金(WC-Co)が広く用いられている。しかし、タングステンは、地殻存在量が少なく、また、産出国が限られ、長期的な安定供給が懸念される。切削工具を始めとする硬質材料は、自動車産業を始めとする多くの機械工業でなくてはならない工具であり、将来的な安定供給の確保

が重要な課題である。構造用セラミックスは、稀少資源を使用せず、超硬合金を上回る硬度、高温強度を有し、硬質工具用代替材料の候補である。また、構造用セラミックスの軽量性、高剛性を利用した軽量構造部材への期待も大きい。一方、代表的な構造用セラミックスである窒化ケイ素の新たな用途として、その安定性などを利用した新規蛍光体が注目されている。

切削工具材料としてアルミナ( $Al_2O_3$ )、窒化ケイ素( $Si_3N_4$ )などのセラミックスも使用されているが、現在は少量である。これらの材料が広く使用されない理由は、前者は、靱性の低さに起因する耐久損性の不足であり、後者は、高温での鉄との反応性である。材料組織制御の観点より、これらの欠点を克服するため、アルミナでは、既開発の高靱性材をベースに、高温硬さ、耐摩耗性が高い材料を表面に形成する、また、窒化ケイ素ベースでは、窒化ケイ素の表面に反応を抑制する層の形成することで問題を解決する。高靱性アルミナ材は、平成19年度までの耐摩耗/高靱性二層アルミナの技術を応用し、表面層厚さ制御技術を確認した。また、複数面に同時に表面耐摩耗層を形成する技術を確認した。さらに、新規表面層処理剤の探索にも成功した。これらの試作材は、切削工具チップの形状に加工し、実際に鋳鉄と一般鋼の切削試験を行い、安定した特性を示した。窒化ケイ素に関しては、組成を変更し、焼結工程の途中で表面に炭化物が形成する条件を発見した。

一方、最も硬く、軽量なセラミックスである炭化ホウ素は、工具や軽量高剛性材料として極めて有望であるが、通常の焼結が困難であり、工業的には、ホットプレス法により生産されている。このため、コスト、形状、寸法の制約があり、広く使用されるに至っていない。平成19年度までに、この炭化ホウ素セラミックスの常圧焼結を検討し、金属アルミニウム蒸気雰囲気中で著しく焼結が促進されることを発見した。焼結雰囲気中にSiCを添加すること、また、材料中に少量の炭化タングステンを添加することで、さらに焼結が加速することが判明した。本研究は、民間企業と共同で行い、企業で実用化に向けて試作、販路開拓中である。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 レアメタル、元素戦略、タングステン代替、切削工具、アルミナ、炭化ホウ素

### 〔テーマ題目21〕 クリーンキャストシステムの研究

〔研究代表者〕 北 英紀

(高温部材化プロセス研究グループ)

〔研究担当者〕 北 英紀、日向 秀樹、近藤 直樹  
(常勤職員3名)

### 〔研究内容〕

循環システムは持続性の外殻である。循環システムを稼働させるためには外部からの資源・エネルギー投入は

不可欠であり（熱力学第二法則）、システムの合理化の本質は、そうした外部投入資源・エネルギーを如何に減らすかである。人類が目指すべきは合理的な循環システムであり、そのためには、システムの変革をもたらす新規な部材やプロセス開発のみならず、様々に形を変えながらシステムに出入りする資源やエネルギーの消費性を一元的に評価できる手法や指標を示していくことが必要と考えている。対象とすべき素材は鉄、紙など様々であるが、我々はアルミニウムを検討対象としてその循環システムの合理化に係わる研究を進めることとした。

平成20年度は、その合理化に必要な部材・プロセスの開発と同時に、エクセルギー解析を使ってその効果の予測を行った。具体的には、溶湯搬送システムの確立に不可欠となる断熱軽量搬送部材、及びオンサイトキャストシステムに関わる必要な部材の試作を行った。部材プロセス開発においては、中空セラミック部材を立体的に組み上げ構成した軽量断熱容器は断熱性と容量が同等で、従来に比べて20%以上軽量化できる見通しを得た。また「必要な溶湯を必要なだけ」をコンセプトとしたオンサイトシステムの開発を進めており、本年度はその要素研究としてプラズマによる瞬間溶解、ならびにマシナブルセラミックを活用した成型モデル機を設計・試作した。一方、指標については同システムに関してエクセルギーによる解析を実施し、資源消費の低減に係わる効果を予測した。すなわち、前記搬送容器を使って、月間あたり1000トンのアルミ溶湯を処理することを想定し、その容器製造、及び使用過程におけるエクセルギーの損失を明らかにし、ライフサイクルでの大幅なエクセルギー消費削減が期待できることを示した。また、環境負荷低減に優れた技術であってもコストが適正で無ければ普及しない。すなわち、部材性能に見合うコストでの作製できることが必須と考えており、複数機能をもつ部品コストの目標設定として、重回帰分析に基づき、機能と価格の関係式を明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 循環システム、セラミックス、アルミニウム、ライフサイクル、環境負荷、効率、エクセルギー

【テーマ題目22】 バイオ・ユニット・インテグレーション：2D&3D 構造体の製造プロセス技術  
バイオ・ユニット集積製造プロセス技術

【研究代表者】 加藤 且也

(生体機構プロセス研究グループ)

【研究担当者】 加藤 且也、斎藤 隆雄、永田 夫久江、寺岡 啓、稲垣 雅彦（常勤職員5名）

【研究内容】

バイオカスタムユニットの活用により生体機能を自立的に誘導するプロセスである、革新的バイオミメティック製造プロセス技術の開発を行う。さらに新規プロセス

を進展させ多様なニーズに対応した高機能・高付加価値を有する部材の創製技術を開発する。本年度は、これまでに開発を行ったバイオ・ユニットの機能を発現させるために、2D&3D 積層化技術や接合技術などのユニットアセンブリー技術開発を行う。さらにすぐれた生体機能の集積されたユニット集合体の「製品」として応用（触媒担体、生体材料、食品応用など）への展開を目指す。

前年度までに2種類の形状の貫通孔を有するチタンシートを積層集積化による3D 構造体の作成を行ったが、本年度はこの手法を進展させ、セラミックス（ムライト）や高分子（ポリ乳酸）に適用させ、3D 積層構造体を創製した。別の積層体として、これまでに実施している hidroキャスト法の高度化により、生産及び容積精度を向上した精密球状ユニットの作成に成功した。その結果、臨床試験を担当する共同研究先からのモザイク人工骨供給要請に応える準備が完了した。さらに有機/無機微小ユニットを自己集合させることにより、有機/無機複合多孔質膜を形成した。孔径は、直径約1マイクロメートルであり、孔の表面にリン酸カルシウムが存在するという特徴を持つ。これらはフィルター材や生体材料などへの応用が期待される。次に生体材料などのインプラント表面を迅速かつ効率的にデザインするため、ハニカムやラフネスなどの表面構造・物性を制御したあるいは、細胞親和性がパターンニングされたユニットを作製した。また、表面構造の異なるユニット上での培養実験によって表面構造応答遺伝子の網羅的探索を行い、候補遺伝子を多数同定した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 生体材料、アパタイト、人工骨、細胞、コーティング

【テーマ題目23】 マイクロファクトリ

【研究代表者】 岡崎 祐一

(ファインファクトリー研究グループ)

【研究担当者】 岡崎 祐一、芦田 極、小倉 一郎、水原 清司、加藤 教之  
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

マイクロファクトリの要素技術開発として、以下の研究開発を行った。

マイクロ機械計測を実現するため、新たに x、y 方向に独立した両端固定はり状の構造を有する計測プローブを開発し、実験により3次元の方向に独立して30 nm 程度の分解能で接触検出が可能であることを確認した。また昨年引き続き、マスターボールと変位センサからなる装置主軸の回転中心測定システムを用いて、回転主軸と直進軸の平行度を高精度に求める手法を提案し、実験によりその有効性を確かめた。

マイクロ機械部品の組み立てに関し、ハンドリングや計測など、自動化におけるさまざまな課題を企業からの

具体的要請に沿って解決した。

マイクロファクトリおよび精密加工にとりくむフィンランド VTT へ研究員を派遣し、先方と一体となった調査・研究活動を進めた。

外部機関の活動支援については、JETRO 事業の一環としてデスクトップファクトリに関する国際ワークショップ (DTF2008) を実行責任者の一部として企画し、また国外からの調査団に対応した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 精密切削加工、マイクロファクトリ、機械計測、工作機械、運動制御

#### [テーマ題目24] 実験関数を許容したマルチスケール定性推論設計

[研究代表者] 手塚 明

(製造プロセス数理解析研究グループ)

[研究担当者] 手塚 明、往岸 達也、中住 昭吾、澤田 有弘、加納 誠介、原田 祥久、是永 敦、三宅 晃司 (常勤職員8名)

#### [研究内容]

ミニマルマニュファクチャリングの技術的具体化を行う高付加価値技術系に関して、材料形態のメゾスケール及び形状構造のマクロスケールを意識しつつ、設計目的関数と使用条件・(材料・加工の)設計因子の応答(関係把握)を記述し、実験応答関数及び仮想応答関数とCAE 入出力を守備範囲とする応答曲面による、概念設計と詳細設計の中間の位置づけとなる新しい形の定性推論設計手法を構築する。これにより、CAE をベースとしながら、CAE に載りにくい現象、実験に載りにくい現象の双方を設計推論に考慮する事が可能となり、メンテナンスを含めた製造設計への道を開拓する。

平成20年度は、トライボロジー特性改善設計に関わる研究を題材に、メゾスケールとマクロスケール構造の双方を設計変数とするマルチスケール構造化設計と、現象抽出型の複数の設計変数応答曲面をベースとする定性推論設計の有効性を示した。特性改善設計においては表面テクスチャ加工を施すことで機能向上の探索を行うが、計算力学で予測可能な設計因子と不可能な設計因子とを分離し、CAE 化可能な設計因子や現象支配因子に対する数値解析手法を均質化法に基づくマルチスケール定式化手法で開発した。これにより設計因子である流体潤滑面の平均化剛性、流体充填剛性、浸透係数、ミーゼス応力などのマクロ的な性能変化を、潤滑面のメゾスケール解析から予測もしくは機能同定する手法を確立した。また残された設計因子や現象支配因子が非 CAE 化の効果大きい部分であり、実験データと CAE の連動による応答曲面化すべき部分の抽出と同定に成功した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 計算力学、設計、定性推論、実験関数

#### [テーマ題目25] セラミックスのセンサデバイス応用

[研究代表者] 松原 一郎 (センサインテグレーション研究グループ)

[研究担当者] 松原 一郎、申 ウソク、伊豆 典哉、西堀 麻衣子、伊藤 敏雄 (常勤職員5名)

#### [研究内容]

各種セラミックスを利用したセンサデバイス開発に必要な共通基盤の技術として、セラミックスペーストの塗布技術開発、高分散性ナノ粒子の合成法及び大量合成装置の開発、デバイスの局所微細構造解析技術の開発、デバイス化プロセスの高度化に取り組んでいる。平成20年度の成果は以下の通りである。

コバルトブルー酸化物粒子を用いたインクジェット塗布においては、セラミックス粒子含有率20 wt%のインクジェット塗布を実施し150  $\mu\text{m}$  と10  $\mu\text{m}$  程度の幅と厚みのセラミックスラインが安定的に塗布可能であった。コアシェル型のインキの塗布も実施し、高濃度粒子含有率のインキによる塗布に成功した。

ナノ粒子を連続的に分離可能な装置の分離部の中核となる連続遠心分離機を導入し、周辺装置を組み合わせで分離部を完成させた。次に、合成部と接続して動作確認を行った。その結果、合成部で生成した分散液(原液)を水で2倍に希釈する必要はあるが、分散液(原液)を20 mL/min の流量で連続遠心分離可能であることが分かった。すなわち、1時間あたり、100~120g のナノ粒子を分離できる能力を有することを実証した。さらに、単分散性向上のためには、反応塔内での温度を如何に均一にするかが重要であることが分かった。

マイクロデバイス集積化用 CO 燃焼触媒 (Au/Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) の調製を従来とは異なる新規な調製法で行うことにより、Au 担持量20 wt%における Au 粒径が従来法~100 nm から本研究~10 nm となり、CO 燃焼性能が10倍、選択性が5倍向上した。このデバイスにおいて微細構造観察による燃焼特性を解明した。さらに、マイクロデバイス集積化用 CH<sub>4</sub>燃焼触媒 (Pt/SnO<sub>2</sub>) について、Pt 担持量を40 wt%にすることにより、100°C での CH<sub>4</sub>燃焼を達成した。また、マイクロデバイスの高温駆動化について、積層型ヒータを作製することにより300°C での安定動作を達成した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] セラミックス塗布、ナノ粒子合成、微細構造観察、デバイス化プロセス

#### [テーマ題目26] 高精度損傷評価・解析に基づく信頼性診断システムの構築

[研究代表者] 鈴木 隆之

(機能・構造診断研究グループ)

[研究担当者] 鈴木 隆之、西村 良弘、笹本 明、原田 祥久、中住 尚吾、手塚 明、

北 英紀（常勤職員7名）

#### 【研究内容】

機器・構造物の長期的な安全性、信頼性確保技術、及び、「最小の資源」、「最小のエネルギー」で長期間に亘り品質を保証する生産プロセス技術に貢献するためには、部材や構造物中に生じるき裂や損傷を検出することが重要である。そこで電磁気や X 線を用いた非破壊損傷評価試験と PC クラスタを用いた並列多次元 FFT 処理を組み合わせて、き裂、や損傷を高精度、高速度で検出、評価する手法を開発する。それとともに、大型部材や構造物中に発生することの多い複雑形状き裂を、重合メッシュ法を用いた拡張有限要素法により解析し、その伝播挙動を明らかにする。さらに、これらの成果を統合し、機器・構造物の寿命・余寿命評価が可能となる信頼性診断システムの構築を図る。

平成20年度は、これまで開発してきた渦電流探傷法を用いた非破壊検査システムを高性能化するため、計測データからノイズを判断、除去するアルゴリズムを高度化した。その結果、欠陥の計測時間を従来の方法と比較して10%まで短縮させることができた。また、本手法を隣接欠陥群にも適用した結果、計測データでは渦電流信号が重畳してしまい識別できないような場合においても、信号を分離し欠陥像を再構成することができた。さらに、深さの異なる様々な表面欠陥にも適用し、表面の欠陥長さのみならず、深さ方向の情報についても得ることができた。

実際の機器・構造物では内部欠陥等の様々な複雑形状欠陥や損傷が生成するが、それらにも対応することができるよう、電磁超音波法や先進磁気センサである FG センサを用いた手法の開発を実施した。電磁超音波法では大規模3次元画像再構成を実施するため、データの取得、画像再構成が1024<sup>3</sup>以上の解像度にて実施できるプログラムを開発した。また、本プログラムを内部模擬欠陥に適用し、順・逆解析を行うことができることを確認した。さらに、本プログラムに用いるための内部欠陥を対象にデータを取得した。高感度磁気センサである FG センサを用いた欠陥評価では、特に磁性構造材料においては、欠陥に関するデータを取得、集積することによりき裂形状やき裂深さ等を定量的に求めることが可能であることを示した。

き裂の伝播挙動、伝播方向を明らかにするための拡張有限要素法を用いたき裂解析に関しては、昨年度までに導出したき裂縁上の応力拡大係数算出の計算アルゴリズムを計算機上に実装し解析を行った。その結果、平面状き裂面における直線き裂縁上の応力拡大係数を算出して理論式と一致する結果を得ることができた。また、直線き裂縁から曲線き裂縁に適用対象を拡張し、3次元平面状き裂面を有する構造部材の応力拡大係数を算出するアルゴリズムを開発・実装した。さらに、実際に円弧形状のき裂面を内部に含む円柱棒という実用的問題を扱い、

高精度に解析できることを検証した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 非破壊検査、渦電流探傷、電磁超音波、先進磁気センサ、順・逆解析、FFT、拡張有限要素法、き裂伝播

#### 【テーマ題目27】 マイクロ熱流体の基盤技術に関する研究

【研究代表者】 松本 壮平

（マイクロ熱流体研究グループ）

【研究担当者】 松本 壮平、鈴木 章夫、黒田 雅治、森川 善富、松本 純一、高田 尚樹  
（常勤職員6名、他4名）

#### 【研究内容】

生体に装着して各種状態を計測する化学センサは今後重要であり、そのために必要な、フィルム積層による柔軟かつ機能集積型のマイクロ化学分析システムの作成を検討している。平成20年度は以下の内容を実施した。

フィルム型の化学センサでは、液体サンプルを操作する機構の小型化が困難であり、この問題に対して、電気的に固体表面のぬれ性を変化させて表面張力により液体を駆動するエレクトロウエットングを利用する液体サンプル操作機構の検討を行った。MEMS 技術により、固体表面に微細な凹凸パターンを加工することで実質表面積を増大させ、低電圧動作を可能にする技術を開発し、効果の実証に成功した。

マイクロ流体デバイスの設計・評価に必要な流体シミュレーション技術に関して、自由界面を含む流体の挙動を正確に予測可能なフェーズフィールドモデルに基づくシミュレーション技術の拡張を行った。この結果、表面張力駆動対流、固体表面におけるぬれとはっ水、微小空間における毛管現象などの現象を高い信頼性で再現することが可能となった。また、任意の複雑形状流路に適用可能な非構造格子による自由界面のシミュレーションの大幅な高速化に成功した。

検出機構の開発として、液中試料の高精度安定観察を目指し、非線形制御を応用してプローブ用カンチレバーをファンデルポール (van der Pol) 型自励発振させる原子間力顕微鏡 (AFM) の開発を行っている。定常な自励発振と一定小振幅の両立という課題を解決し、周波数変調型 (FM) -AFM を完成させた。標準サンプル (段差19 nm、ピッチ3 μm、表面 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) の液中観察に成功し、コンタクト・モードと比較しても遜色ない画像を、非接触にて取得した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロ流体、MEMS、流体シミュレーション、非線形力学

#### 【テーマ題目28】 製造現場における安全・信頼性基盤技術の開発

〔研究代表者〕 鈴木 章夫

(マイクロ熱流体研究グループ)

〔研究担当者〕 鈴木 章夫、松本 壮平、森川 善富、  
伊藤 寿浩、高橋 正春、松原 一郎、  
申 ウソク、西堀 麻衣子  
(常勤職員8名)

〔研究内容〕

製造産業の安全性を高めるための予防安全技術として、常時モニタリングによる時系列データの解析から現在の状態の定量化及び将来の状態を予測する技術を開発する。具体的対象として、作業を阻害しない作業者のストレス・疲労度などの計測技術を開発し、高精度予測手法と合わせることにより、安全性向上に資する技術開発を行う。

平成20年度の成果は以下の通り。

人の呼吸をサンプリングし、開発した小型プロトタイプ呼吸分析システムの結果と分析機器による結果との比較検討を進め、システムの有効性を確認した。呼吸分析による生体状態解析を行う医師等の専門家と連携し、システムの追加作製・貸出、計測法支援等を行い、システムの高精度化、安全・安心基盤技術としての有効性の実証に向けて前進できた。

汗などに含まれる生化学物質を分析して人間状態解析を行うデバイスの開発では、液体サンプルを的確に分析部へ送るハンドリング技術として、エレクトロウェットティングを利用する流体アクチュエータを MEMS 技術により試作した。

昨年度まで指先で計測された脈波を用いて人間状態解析を行ってきたが、この計測手法は安静状態における計測を前提としているため、運動中の人間状態を解析することはできなかった。そこで体動の影響を受けにくい計測手法を確立するため、ネックバンドタイプの脈波計を試作した。これにより、運動時においても連続脈波計測を可能とし、従来指尖中心だった有線型脈波計の適用限界を飛躍的に拡大、ブレイクスルーした。

昨年度開発した心電図波形の移動窓を用いた非線形時系列解析について、ワイヤレスセンサを用いた相関次元のリアルタイム解析システムの改良を進めた。市販の PC を用いて人間状態のリアルタイム解析を行うことに成功し、さらに、GPU コンピューティングの利用による並列高速計算の検討（5倍程度高速化を達成）、加速度情報を利用することにより作業者の姿勢を推定してきめ細かな状態解析を行う解析手法の検討を進めた。また、相関次元と既存の自律神経活動状況の指標を比較し、安静状態における計算作業時には両者は高い相関を持つ傾向があることが明らかにした。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 安全信頼性、モニタリング

⑩【サステナブルマテリアル研究部門】

(Materials Research Institute for Sustainable Development)

(存続期間：2004. 4. 1～)

研究部門長：中村 守

副研究部門長：田尻 耕治、坂本 満

主幹研究員：三輪 謙治、金山 公三

所在地：中部センター、九州センター

人員：69名（68名）

経費：497,071千円（319,165千円）

概要：

サステナブルマテリアル研究部門は、材料、素材及び部材に関わる研究開発によって、産業・社会の持続可能な発展の実現に貢献することを目指す。特に、エネルギー資源の節約と、化石燃料の燃焼に伴う二酸化炭素排出量の抑制による地球環境への負荷低減のための、材料及び部材に関わる研究開発、及び産業上重要でありながら、将来の供給に不安があるレアメタル資源対策のための技術開発に取り組んでいる。具体的には、将来のエネルギー不足への対応及び地球温暖化の防止を目的とする研究においては、エネルギー消費削減に資する材料と部材に関わる研究開発として、自動車用超軽量材料としてのマグネシウム合金素材に関わる研究開発と、住宅における冷暖房のためのエネルギー消費の削減を目指した窓、壁等の建築材料及び部材に関わる研究開発を重点課題として実施した。

また、可採埋蔵量が少ない上に、極少数の国への埋蔵資源の偏在が著しいため、我が国の産業にとって重要でありながら、将来の安定供給に不安があるいくつかのレアメタル元素について、代替材料技術及び消費量削減技術の研究開発を推進した。

平成20年度は、各重点課題において力を入れたテーマは、以下の通り。

- ① マグネシウム合金素材については、鍛造技術の高度化と室温でプレス加工可能な板材の開発に取り組んだ。
- ② 省エネルギー住宅用材料技術については、調光窓ガラスの特性向上等の個別要素技術の高度化に取り組むとともに、実験用モデル建築物を利用した特性評価を実施した。
- ③ レアメタルの研究については、超硬合金工具に使用されるタングステンとコバルトの使用量削減技術と代替材料技術の開発、及び銅合金に快削性を付与するビスマスの使用量削減技術の開発、自動車排ガス浄化触媒のための白金消費量削減技術の開発に、重点的に取り組んだ。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 希少金属代替材料開発プロジェクト 「超硬工具向けタングステン代替材料開発」	ム合金の創製
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的部材産業創出プログラム 「マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」	財団法人科学技術交流財団 地域イノベーション創出研究開発事業 「よごれガード超はっ水ナノ分子ペーパーの開発」
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 希少金属代替材料開発プロジェクト 「超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発」	財団法人中部科学技術センター 地域イノベーション創出研究開発事業 「摩擦攪拌を活用する革新的異種金属材料複合体創製技術の実用化」
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 希少金属代替材料開発プロジェクト 「超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発（補助金）」	財団法人中部科学技術センター 地域イノベーション創出研究開発事業 「革新的加工技術による高機能ハイブリット木質部材の実用化」
文部科学省 科学研究費補助金 若手 (A) 「木質材料の高機能化を可能とする超音波振動付加薬剤含浸・圧密技術の開発」	財団法人名古屋都市産業振興公社 地域イノベーション創出研究開発事業 「プラスチックを代替する木質材料の効率的な成形技術の開発」
文部科学省 科学研究費補助金 若手 (B) 「静電場多体間相互作用によるバイオプラットフォームの構築」	社団法人日本建材・住宅設備産業協会 地域イノベーション創出研究開発事業 「未利用木材・廃プラスチックを用いた再生複合材の製造技術開発」
文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 「黄銅表面からの鉛ナノウィスカー自然発生現象の解明」	財団法人岐阜県研究開発財団 地域科学技術振興事業委託事業 「環境調和型顔料・釉薬の開発及び非石膏型によるプレス・鑄込み成形量産システムの開発」
日本学術振興会 (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費 「電磁振動プロセスによるバルク金属ガラスの開発」	財団法人北九州産業学術推進機構 平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業 「廃棄物発電用ボイラー管の耐熱・耐食性を向上させる摩擦熱を利用した溶接技術に関する研究開発」
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助成金 産業技術研究助成事業 (インターナショナル分野) 「調光ミラー複層ガラスの省エネルギー効果の評価手法の開発、及び省エネルギー効果を最大にするように光学特性を最適化した調光ミラーの作製」	財団法人科学技術交流財団 平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業 「薄肉複雑形状で強度・放熱性・耐候性に優れた成型品の開発～半凝固材に最適化した成型法の開発～」
独立行政法人科学技術振興機構 重点地域研究開発推進機構 重点地域研究開発推進プログラム (シーズ発掘試験) 「高溶接強度実現のための新規マグネシウム高強度溶加材の開発」	財団法人中部科学技術センター 平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業 「振動プロセスによる高品質、高強度、高信頼性自動車用アルミニウム部品創製技術の開発」
独立行政法人科学技術振興機構 地域イノベーション創出総合支援事業 重点地域研究開発推進プログラム (シーズ発掘試験) 「ねじり押し出し法を利用した高延性難燃性マグネシウ	財団法人中部科学技術センター 平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業 「鉛フリー銅合金の減圧凍結システムによる低コストで無公害な鑄造技術の開発」

財団法人石川県産業創出支援機構 平成20年度戦略的基盤技術高度化支援事業

「温・熱間鍛造用高耐久性金型材料の開発」

財団法人四国産業・技術振興センター 平成20年度地域資源活用型研究開発事業

「徳島県産未利用徳島すぎを用いたハイブリッド木質材料の開発」

財団法人南西地域産業活性化センター 平成20年度地域資源活用型研究開発事業

「沖縄産材を用いた高機能性木材に関する研究開発」

中部大学 平成20年度地域資源活用型研究開発事業

「養殖真珠の代替核となるセラミックス中空ボールの研究開発」

公立大学法人会津大学 平成20年度地域資源活用型研究開発事業

「新たな機能を付加した会津桐によるバリアフリー商品の開発」

発表：誌上発表201件、口頭発表257件、その他44件

環境適応型合金開発研究グループ

(Advanced Magnesium Alloy Group)

研究グループ長：佐藤 富雄

(九州センター)

概要：

マグネシウム合金を輸送機器等の部材へ応用するには、強度、耐熱性を始めとする諸特性の改善が必要であるとともに表面処理技術の確立が不可欠である。構造用マグネシウム合金の組織制御を行うことにより塑性加工性を改善した合金開発を行い、より一層の高加工度の塑性加工への適用の可能性について検討し、組織制御手法の有用性を確認できた。一方、耐熱合金の開発において、AX92-Si系、AX124-Si系合金が150℃、200℃の高温において最も高強度であり、150℃において210 MPa以上の引張強さが得られた。この値は従来の耐熱マグネシウム合金 AS41B で得られる130 MPa/150℃を大きく上回り、AS41B合金の室温における強度とほぼ同じである。また、エンジンのピストン等に用いられる耐熱アルミニウム合金の一種であるAC8Aの値にも匹敵するものである。

マグネシウム合金の耐食性を高めるため、水ガラス、シラン重合体等のシリカ系コーティング処理、陽極酸化処理等による表面処理技術について検討した。その結果、水ガラスへの酸化亜鉛等の添加、pH調整および水蒸気処理することにより耐水性の良好な高硬度皮膜を形成することができた。フッ化化合物溶液を用い

た陽極酸化により緻密なフッ化マグネシウム皮膜を形成することができた。

研究テーマ：テーマ題目1

凝固プロセス研究グループ

(Solidification Processing Group)

研究グループ長：三輪 謙治

(中部センター)

概要：

輸送機器軽量化に関わる要素技術の研究開発として、マグネシウム合金の連続鋳造技術の開発、セミソリッドプロセスによるマグネシウム合金の高品質部材化技術の開発、及びマイクロエクスプロージョンプロセスによる金属材料の高性能化技術の開発を行った。マグネシウム合金の連続鋳造技術の開発においては、耐熱マグネシウム合金に対して、直径50φのピレットの組織微細化のための冷却制御の開発を行った。セミソリッドプロセスによるマグネシウム合金の高品質部材化技術の開発においては、ランナレス成形法により高品質な板状部材を得る条件を明らかにすると共に、その機械的性質の評価を行った。

マイクロエクスプロージョンプロセスによる金属材料の高性能化技術の開発においては、マイクロエクスプロージョンプロセスによるAZ系マグネシウム合金(AZ31、AZ61、AZ91)の組織微細化について明らかにし、この現象を展伸材アルミニウム合金に展開した。

金属材料組織制御研究グループ

(Microstructure Control of Materials Group)

研究グループ長：斎藤 尚文

(中部センター)

概要：

軽量金属材料プロセスに関する研究として、圧延、摩擦攪拌接合、表面処理技術によるマグネシウム合金の高機能化について検討した。具体的には以下のような成果が得られた。

圧延に関しては、Mg-1.5Zn-0.2Ce合金を450℃で圧延することにより、TD方向に35°傾いた極を有する底面集合組織が形成されることを発見した。また、本合金がアルミニウム合金並の常温成形性を有することを明らかにし、第2期中期目標であるLDR=1.8を達成した。一方AZ61合金は、常用マグネシウム合金展伸材であるAZ31合金に比べて、高強度で、成形後の時効処理により耐力と強度をさらに向上させることが可能であり、さらにより良い耐食性を示す材料である。今回、AZ61合金に対して異周速比1.36の異周速圧延を行い、圧延温度が板材(F材)の組織、機械的特性と張出し成形性に与える影響について調べた。430℃で作製したAZ61異周速圧延材のエリクセン値は4.7と等速圧延材のエリクセン値は4.1より大きく、等速

圧延材に比べて異周速圧延材はより良い張出し成形性を示した。また圧延温度が上昇すると、エリクセン値も増大する。

摩擦攪拌接合に関しては、マグネシウム合金と鉄系材料、マグネシウム合金鍛造材と鋳造材、アルミニウム合金と鉄系材料等、アルミニウム合金と銅系材料などの異種接合を行い、界面構造の解析を行うとともにプロセスの適正条件を導出した。例えば、Ca 添加マグネシウム合金ダイキャスト材 ACM522ならびに ACM722の表面に、アルミニウム展伸材 A5052ならびに高シリコン含有アルミニウム合金ダイキャスト材 ADC12薄板を重ね合わせ FSW で接合することに成功した。

表面処理に関しては、マグネシウム合金の耐食性を向上させるために、マグネシウム合金上への  $Mg(OH)_2$ -リン酸マグネシウム系皮膜の作製と耐食性評価を行なった。その結果、溶液、処理時間などの処理条件を最適化することで、120時間の複合サイクル試験後に腐食箇所は見られず、マグネシウム合金の耐食性向上を実現した。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 高耐久性コーティング研究グループ

(Durable Coatings and Surface Modification Group)

研究グループ長：池山 雅美

(中部センター)

概要：

当グループが開発した正・負高電圧パルス型プラズマ利用イオン注入法で、鏡面でないマグネシウム合金 (AZ91) に Si 含有ダイヤモンド状炭素 (DLC) 膜を成膜し、その耐食性を電気化学試験により評価した。その結果、Si 含有 DLC 膜により、同じ膜厚の DLC 膜コーティングに比べて、腐食電流が1桁以上低下し、耐食性が著しく向上することが明らかになった。

さらに、マグネトロンスパッタ法で作製した Si 含有 DLC 膜について、Si 含有 DLC 膜の Si 含有量依存性を調べると、Si が僅かでも含まれる (1-2%) と、密着性や耐食性が向上し、Si 含有量を約40%にすると、腐食電位の大きな上昇が生じ、耐食性が向上することが明らかになった。また、導電性 DLC 膜について、原料ガスの影響を検討し、アセチレンによって導電性 DLC 膜の低温形成の可能性を見出した。

DLC 膜の構造評価に広く用いられている、ラマン分光分析に関して、ラマンスペクトルのフィッティング関数による解析結果への影響も検討した。

研究テーマ：テーマ題目 1

#### 環境応答機能薄膜研究グループ

(Energy Control Thin Film Group)

研究グループ長：吉村 和記

(中部センター)

概要：

多層薄膜を利用した省エネルギー効果の大きい窓ガラス材料として、調光ミラーガラスの研究を行なった。調光ミラー薄膜の研究においては、実サイズの調光ミラーガラス窓を作成して実際の建物に装着し、省エネルギー効果の実測を行った。サーモクロミック調光ガラスについては、優れた調光特性を持つ酸化バナジウムナノ粒子を開発した。新規な調光ガラスの研究として、液晶相転移を利用した感温型調光窓材の研究を進めた。さらに、新機能薄膜を実現するための基礎研究として、酸化亜鉛の p 型半導体化を阻害している要因を取り除くための装置設計・改造を行い、基板と薄膜の界面に新たなバッファ層を導入することで、窒素が十分にドーピングされた結晶性の良い酸化亜鉛エピタキシャル薄膜を低温で合成することに成功した。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### 木質材料組織制御研究グループ

(Advanced Wood-based Material Technology Group)

研究グループ長：金山 公三

(中部センター)

概要：

樹木は、人工的なエネルギーを使用することなく、太陽エネルギーによる光合成で大気中の二酸化炭素を固定して成長する。そこで、地球温暖化対策として、また資源枯渇対策として有望な材料と位置づけられる。この材料の有効利用を促進するためには、①強度向上技術、②形状付与加工技術、③寸法安定性向上技術、④耐久性向上技術並びに評価・保証技術などが必要である。この中でも寸法安定性向上は、金属やプラスチック等のように既に工業部材として認知されて膨大に利用されている材料と比較して大きな隔たりが存在しており、研究の重要度が高いものである。通常は、フシや年輪構造のようなマクロレベル、あるいはマイクロレベルとしても細胞の集合までが検討の対象であるが、我々は X 線回折及び DSC (示差走査熱量分析) による検討を続けており、さらに今年度は気体分子の吸・脱着を利用して内部の微細空孔の構造に関する検討に取り組んだ。そして、温度変化に伴って、マイクロ孔の微細構造が顕著に変化することを見出した。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### メソポーラスセラミックス研究グループ

(Mesoporous Ceramics Group)

研究グループ長：前田 雅喜

(中部センター)

概要：



調湿材料・調環境材料等、主に建築用部材となる多孔質材料について、省エネルギー部材としての性能向上・製造コスト低減など応用の一層の促進を図るための研究を行い、同時に例えばデシカント材等として間接的に省エネルギーに貢献することを目標に、多孔質材料の機能や用途を拡大するための基礎技術の研究を行っている。

調湿材料については、イモゴライト合成前駆体から得られる吸着剤がデシカント用吸着剤として極めてよい特性を示すことが明らかとなり、「ハスクレイ」と名称を付けて各種応用に対する性能評価を進めた結果、低温再生型デシカント空調ロータ用吸着剤としての実用化に成功した。また、大気圧以上の圧力領域で大容量の二酸化炭素の吸脱着が可能な高性能無機系吸着材としても有望であることを見出した。その他多孔質材料の新規機能開発に関する研究として、酸化亜鉛超微粒子上での紫外線発光出現を目指した研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目2

#### セラミックス応用部材研究グループ

(Applied Technology with Traditional Ceramics Research Group)

研究グループ長：杉山 豊彦

(中部センター)

概要：

窯業、陶磁器に関して蓄積した研究手法やノウハウを活用して、省エネルギーに役立つ建築部材の技術開発を行なう。外壁や庭、屋上などに用いられるセラミックス製ブロック等に、保水性、透水性、断熱性、防音性などの機能を付与したセラミックス建材を開発する。同時に廃棄物リサイクルの活用のための技術開発を行なう。また、陶磁器製造技術、釉薬関連、データベース構築などの基礎研究および基盤技術の応用研究を行なう。平成20年度は、開発した保水性材料を用いた応用化研究、性能評価などの実証試験を行った。実証試験では、開発品数種類を含む複数の材料について、ヒートアイランド低減効果の計測を行い、気象データとの比較検討などを行った。部材の特性に関して、蒸発試験、吸水試験、気孔率測定などの実験とデータ解析を継続した。また、基盤的研究として釉薬データベースの構築、リサイクルセラミックスの研究、フィルター材料の開発などを行い、応用研究として省エネ建材を目指した機能性釉薬の研究、新規顔料の開発、陶磁器分野の技術革新史の検証、磁器の衝撃強度試験方法の標準化などを推進した。

研究テーマ：テーマ題目2

#### 金属間化合物材料研究グループ

(Intermetallic Materials Group)

研究グループ長：橋本 等

(中部センター)

概要：

チタンシリコンカーバイド  $Ti_3SiC_2$  を代表とする金属性セラミックスは、新規導電性マシナブルセラミックスとして期待されるが、実用化のためには、実用部材の量産に適した常圧焼結による  $Ti_3SiC_2$  セラミックス部材製造プロセスの検討が不可欠である。そこで、Ti/Si/C 混合粉末を CIP により圧縮成形し、アルゴン中で常圧焼結するプロセスを検討した。その結果、成分の偏析および反応熱により成形体の破壊が生じるという2つの問題点が明らかになった。検討の結果、第3元素の微量添加により成分偏析を改善できることがわかった。また、原料の一部を化合物に置き換えることにより、反応熱を抑制し、成形体の破壊を阻止できた。TiC- $Ti_3SiC_2$  複合材料は、高温で用いられる WC-Co 超硬製金型材料の代替材料として期待される。実用化には耐摩耗性を要求される金型表面を TiC とし、靱性と高い熱伝導性を要求される内部を  $Ti_3SiC_2$  とする必要があり、中間を傾斜組成とすることが望ましいが、組成と組織および機械的特性の関係は明らかになっていない。そこで、Ti/Si/TiC 混合粉末を出発原料にして、ホットプレスにより広い組成範囲の TiC- $Ti_3SiC_2$  複合材料を合成し、組織と硬さを調べた。しかし、組織は不均一で、硬さは混合則による計算値より低い値を示した。組織の不均一性を改善するため、出発原料の種類と組み合わせを種々変えて組織を調べたところ、Ti/Si/C/TiC 混合粉末を出発原料とした場合に、組織の均一性が改善されることがわかった。

研究テーマ：テーマ題目3

#### 相制御材料研究グループ

(Phase Engineering for Advanced Materials Group)

研究グループ長：小林 慶三

(中部センター)

概要：

世界的な資源枯渇、価格高騰を受け、資源量の少ないレアメタルへの依存度を低下させた材料開発を行うため、非平衡状態を積極的に利用した代替材料および省使用化技術を開発する。

Nd-Fe-B 系高性能磁石における保磁力を向上するために添加される Dy や Tb への依存度を低減するため、ボンド磁石として利用されている難焼結性の Sm-Fe-N 合金について高圧力下でのパルス通電焼結を適用して緻密な焼結体の作製を試みた。500 MPa を超える高い圧力を付与しながら低温で成形することにより、焼結時の相分離を抑制しながらバルク化することに成功した。焼結体の密度は成形圧力に比

例し、加圧力を大きくすることで比較的緻密な成形体を作製できることを明らかにした。また、メカニカルアロイング法による短時間処理で粉末の微細化が行えたが、合金中の窒素量が減少する傾向を示した。さらに、窒素を供給しながら粉碎あるいは焼結するプロセスを開発する必要がある。

低温用の熱電材料として知られる Fe<sub>2</sub>VAl 合金粉末をメカニカルアロイング法により合成した。ミリング時間による構成相の変化を詳細に検討し、短時間で目的の構成相を作製できる技術を開発した。本プロセスで得られた合金粉末からスパッタ用のターゲットを作製し、Fe<sub>2</sub>VAl 薄膜を試作した。スパッタした薄膜はアモルファス状であり、基板を加熱することで微細なホイスラー相が形成されることがわかった。また、スパッタによりアルミニウムなどの損失があるため、ターゲット組成を調整する必要があることも明らかとなった。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 環境セラミックス研究グループ

(Ecological Ceramics Research Group)

研究グループ長：埜田 博史

(中部センター、瀬戸サイト)

概要：

太陽光などの無公害の光エネルギーを用いて有害化学物質を安全に分解・無害化する高機能性光触媒環境浄化材料とその性能評価法の開発を行い、環境浄化への応用を進めている。

今年度、脱臭や抗菌効果に優れ、繊維やプラスチック、紙等に使用可能で色が黄ばんで見えない汎用性の高い高性能かつ実用的な可視光応答型光触媒を開発した。これは従来の可視光で働く光触媒と異なり、貴金属や希少金属などを使用せず、安価で安全な酸化チタンとアパタイトと鉄を組み合わせたもので低コストであり、人体に有害なアセトアルデヒドの分解性能が、可視光応答化していない従来品に比べ、蛍光灯下で5.9倍向上した。しかも、可視光だけでなく紫外線に対しても性能が大幅に向上し、黄色ブドウ球菌に対する優れた抗菌効果や NO<sub>x</sub> 浄化効果も確認された。光触媒環境材料の性能評価法の開発では、今年度、ファインセラミックス—光触媒材料の空気浄化性能試験方法—第2部：アセトアルデヒドの除去性能 (JIS R 1701-2) と、ファインセラミックス—光触媒材料の空気浄化性能試験方法—第3部：トルエンの除去性能 (JIS R 1701-3)、ファインセラミックス—光照射下での光触媒抗かび加工製品の抗かび性試験方法 (JIS R 1705) が JIS として制定され、ISO 化も進んでいる。さらに、光触媒材料の安全性の確立に資するために人工皮膚及びヒト培養皮膚への影響評価法の検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 電子セラミックス粉体研究グループ

(Electronic Ceramic Particles Group)

研究グループ長：中村 守

(中部センター)

概要：

電子セラミックス製品等に使用されるセラミックス粉体の製造から成形・焼結プロセスに至るセラミックス粉粒体取り扱い技術に関して、資源・エネルギーの有限性に基づく持続的発展社会構築の観点に立った従来技術の見直し・技術課題の抽出・課題解決のための新規技術開発などに取り組んでいる。具体的には、ミリ波/テラヘルツ波材料の基礎的な研究として、材料プロセスへの応用と吸収材料の開発に取り組み、これまでの研究成果を基にして、各種金属粉体やガラス材料のマイクロ波・ミリ波吸収の温度変化、複素誘電率、複素透磁率特性を測定した。各種金属粉体のマイクロ波吸収の温度変化を測定した。成果として、銅粉体が焼結前に大きな吸収ピークを示すことを明らかにした。

火炎法や噴霧法、燃焼合成により合成雲母の粉体や成形体の形状、構造を制御する技術の開発に取り組み、橙発色など色調を制御した化粧品用粉体、DC プラズマ相乗バーナー等の実用化研究を進めた。また、粉体の官能評価の数値化のための評価指標を特定し、測定事例集 (データベース) 準備を開始し、粉体層せん断評価装置の開発を、産総研ベンチャーであるナノシーズと協力して実施した。

また、緻密質耐火煉瓦の一部を置き換えるような多孔質断熱材を開発して、希少資源であるジルコニウムの使用量の削減を図るため、ジルコニア繊維補強ジルコニア多孔体の作成プロセスの基礎的検討を行った。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 融合部材構造制御研究グループ

(Advanced Integrated Materials Group)

研究グループ長：松本 章宏

(中部センター)

概要：

メカニカルアロイング法により Zr-X (X=Cr, Mo, W) 系で粉末合成したところ、bcc 過飽和固溶体粉末を得ることができた。これらの中で、ある特定の組成域で作製した Zr-Mo 過飽和固溶体粉末を800℃付近で熱処理するとアモルファス化することを見出した。一方、Zr-Cr 系および Zr-W 系では熱処理によるアモルファス化現象は観察されなかった。さらに加圧焼結により Zr-Mo 系アモルファスパルク材を作製できることがわかった。歯科用 Ag 合金の合金設計に関して、Ag-Ti 系等に関して溶解材を作製し、耐食性評価を行

い、耐食性に優れる元素ならびに組成を明らかにすることができた。また、環境融合型超硬合金 WC-FeAl の開発に関しては、湿式ボールミル処理による WC と FeAl の微細混合を行い、真空無加圧焼結による焼結体の作製を試みた。その結果、機械的特性に与えるボールミル条件と焼結温度の影響について明らかにすることができた。さらに、転動型ボールミルを用いた WC-FeAl 粉末の造粒化について検討した結果、ボールミル回転数、ボールミル時間、粉末処理量を適切に選択することにより、直径サブミリ程度の造粒化が可能であることを見出した。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 物質変換材料研究グループ

(Catalytic Nanomaterials Group)

研究グループ長：多井 豊

(中部センター)

概要：

環境浄化やクリーンエネルギー開発分野における、希少金属の代替と省使用化を目標とし、触媒および電極触媒材料等の高性能化や高機能化のための研究を推進している。

環境浄化材料関連においては、多糖類含有酸化チタンゾルを用いて作製した、酸化チタン多孔質膜の光触媒特性検討し、多糖類の添加が触媒活性の向上に有効であることを明らかにした。高温耐久性酸化触媒である、Pt/アルミナクリオゲル系については、助触媒を高分散担持するための、新しいプロセッシング技術を開発し、低温触媒性能や高温耐久性性能をさらに向上させた。アルミニウムケイ酸塩系光触媒複合材料の研究では、生成条件と化学組成を変化させて、触媒反応表面部位への被覆状態を制御した。得られた塗膜は優れた耐候性と防汚性能及び VOC といった、相反する機能を有することが明らかとなった。局所電池の自己短絡現象を利用したカーボン燃焼触媒の研究では、電気化学測定、ラマン分光測定、混合ガス条件依存性およびプロトン導電率依存性からカーボン燃焼メカニズムを解明するとともに、カーボンセンサを構築した。

クリーンエネルギー開発関連分野においては、コア・シェル型白金ナノ粒子を用いた触媒試料を、系統的に組成、担持量などを変えて作製し、PEFC アノードに用いた発電試験に着手した。新規 CO 選択酸化触媒の開発においては、Au および Pt 担持触媒系について、スクリーニングをおこない、双方において、有望な担体を抽出した。

研究テーマ：テーマ題目 3

### 【テーマ題目 1】輸送機器軽量化に関する研究

【研究代表者】中村 守 (研究部門長)

【研究担当者】佐藤 富雄、恒松 絹江、恒松 修二、

井上 耕三、坂本 満、三輪 謙治、  
田村 卓也、尾村 直紀、李 明軍、  
村上 雄一朗、山田 康雄、千野 靖正、  
斎藤 尚文、重松 一典、鈴木 一孝、  
渡津 章、袴田 昌高、黄 新ショウ、  
池山 雅美、増田 晴穂、中尾 節男、  
朝比奈 正、園田 勉

(常勤職員24名、他13名)

### 【研究内容】

自動車消費する全エネルギー（生産、使用、廃棄に要するエネルギー）の90%が走行時に消費されるガソリン等の石油燃料に由来することから輸送機器の軽量化に焦点を当て、マグネシウム等の軽量金属を輸送機器の構造部材とするために必要な要素技術の開発を行う。平成19年度までの進捗状況は以下である。

セミソリッド成形加工では、微細な凝固組織を得るための溶湯処理方法として、溶湯を滴下して急冷するカップキャスト法を用い、微細組織化とスラリーの流動性にとって重要となる、滴下保持した半溶融状態の合金スラリーの固相と融液の量比を最適に制御するためのプロセス条件を解明した。耐熱合金の開発では Si 添加による耐熱性の改善を意図した Si 量と鋳造条件について検討し、難燃性 Mg 鋳造合金 (2%Ca 含有 AZ91D 合金) に Si を 2重量%添加した合金系で、希土類元素を使用することなく150°Cでの引張り強さ180 MPa が得られた。高強度の塑性加工材の溶接に必須となる溶加材については、難燃性 Mg 合金粉末を出発原料とした高強度材を開発し、Mg 合金展伸板材の TIG 溶接に際して、新規開発の溶加材を用いることによって溶接後の強度が母材の約90%の材料を得ることができた。また、高強度化のために新たに、マイクロエクスプロージョンプロセスによる AZ31B 合金と AZ91D 合金の組織微細化技術を開発するとともに、金属ガラス創成に向け電磁振動による結晶生成抑制機構を検討して、鉄系金属ガラスの量産化を確立し、2 mm 角で長さ25 cm の棒材を創製した。

組織制御された高品質耐熱 Mg 合金ビレットを連続鋳造機で製造することが可能な金型冷却制御技術を開発した。また、高機能部材を低コストで製造するための鍛造技術の高度化においては、従来の熱間押し素材ではなく連続鋳造材を素材とし、サーボプレスによる動的再結晶を利用した鋳造素材の直接鍛造プロセスの開発を行い、加工後の鍛造部材の強度が素材強度に対して顕著に改善する技術を開発した。

摩擦攪拌を利用して Mg 合金と SS400板とを機械的に接合することに成功した。AZ31合金では、交差圧延法を利用して集合組織制御を行うことにより、冷間深絞り成形を実現可能とした。AZ31、AZ61合金について異周速圧延で組織の均一微細化、結晶底面の板面に対する傾斜、組織のランダム化を同時に獲得できる条件を見出し、室温での成形性の向上を確認した。さらに鏡面研磨して

いない Mg 合金に DLC コーティングを行い、成膜条件を最適化することにより電気化学試験で耐食性の向上を確認した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 軽量合金、マグネシウム、耐熱合金、塑性加工

〔テーマ題目2〕 省エネルギー型建築部材の開発に関する研究

〔研究代表者〕 中村 守 (研究部門長)

〔研究担当者〕 吉村 和記、楠森 毅、田嶋 一樹、岡田 昌久、山田 保誠、金 平、垣内田 洋、小畑 良洋、金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行、田尻 耕治、大橋 文彦、前田 雅喜、尾崎 利彦、堀内 達郎、犬飼 恵一、山口 渡、多井 豊、富田 哀子、杉山 豊彦、長江 肇、鈴木 和夫ほか  
(常勤職員22名、他2名)

〔研究内容〕

民生部門のエネルギー消費の内約30%が空調に関わるものでありその消費も増加傾向が続いていることから、住環境の快適性を維持しつつ、窓、壁等、建物外皮を通過する熱流の制御や調湿機能等の付与による省エネルギー化を図る建築部材に係る技術を開発するとともに、生活者の感性をもパラメータとして取り入れた熱収支シミュレーションや実証試験等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。建築物の空調エネルギーを10%削減することを目標としている。

また、具体的手法としては、①省エネルギー型窓ガラスの研究、②木質サッシの研究、③メソポーラス材料(調湿材料・調環境材料等)の研究、④廃棄物利用建築部材の研究、⑤省エネルギー効果の評価を行う。

平成20年度の進捗状況は下記の通りである。

①調光ミラー窓ガラスについて、80 cm×120 cm の大型調光ミラー窓ガラスを実装した部屋の冷房負荷の測定を行い、通常の窓ガラスに比べ3割以上省エネルギーとなることを実証した。また、全固体調光ミラーデバイスの高耐久性化に向けて、その劣化機構の解明を行った。サーモクロミック窓ガラスについては、優れた調光特性を持つ酸化バナジウムナノ粒子を開発し、調光性樹脂フィルムへの応用を検討した。また、新規提案している液晶相転移を利用した感温型調光窓材の研究を進め、調光性能の向上を行った。②木質サッシの研究においては、木質材料の細胞軟化は温度と含水率の絶対値のみでなく変化速度の影響を大きく受けるという全く新しい知見を得た。これを踏まえて、薬液含浸や圧縮変形理論の再構築に着手した。③メソポーラス材料の研究においては、イモゴライト合成前駆体より開発した新規高性能吸着材について吸着性能最適化のため合成法等を検討し、従来

よりはるかに高濃度で大量に合成できるため合成コストを低減でき、吸着性能も調湿やデシカント空調用などとして無機吸着材で最高の性能を持つ吸着材料の開発に成功した。またそれらの吸着材について、二酸化炭素など水以外の吸着材料としても期待できることが分かった。

④廃棄物利用建築部材の研究においては、リサイクル保水建材として廃棄物100%保水建材の改良試作品にて実証試験を継続した。改良試作品は耐凍害性が大幅に向上し、水が凍結する可能性がある冬期にも使用可能であることがわかった。夏期における性能試験のデータを蓄積し、ヒートアイランド対策としての有効性が実証された。⑤省エネルギー効果の評価については、環境調和型建材実験棟において、上記開発中の各種建築部材の実使用環境での省エネルギー効果の実証試験を開始した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 調光窓材料、ヒートミラー、木質窓サッシ、調湿材料、保水性舗装材料

〔テーマ題目3〕 新機能部材開発のための基盤技術の研究(レアメタル対策技術の開発)

〔研究代表者〕 中村 守 (研究部門長)

〔研究担当者〕 橋本 等、朝比奈 正、孫 正明、小林 慶三、尾崎 公洋、多田 周二、西尾 敏幸、三上 祐史、中山 博行、松本 章宏、加藤 清隆、下島 康嗣、細川 裕之、多井 豊、尾崎 利彦、三木 健、大橋 文彦、山口 渡、富田 哀子、楠本 慶二、埴田 博史、渡辺 栄次、西澤かおり  
(常勤職員24名、他2名)

〔研究内容〕

機能材料の高性能化・小型化による省資源・省エネルギー部材の基盤的な研究を行う。特にレアメタルに着目し、その使用量の低減を目指して、硬質な耐摩耗性部材や熱を電気や力に変えるエネルギー変換部材の開発を行う。また、環境負荷低減を目指して、鉛削減技術の開発、さらに鉛に代わるレアメタル資源の有効活用技術、光触媒の高機能化に関する研究及び標準化を行う。具体的には、資源的に豊富なチタンと軽元素(B,C,O,N等)を主たる構成要素として、非平衡相からの微細結晶創製技術等を利用して新規な機能性材料を開発し、希少金属の代替を進めるための基礎技術を構築する。さらに、資源生産性に優れる鉄に対しても同様のプロセス技術を適用し、機能性の向上を図る。鉛については環境規制を考慮し、無鉛化圧電素子の材料探索と試作、その性能評価を行うとともに青銅鑄造材料における鉛フリー化技術の高度化を行う。触媒への貴金属の使用量を削減する技術の開発に取り組む。手法としては、貴金属粒子の構造の制御や担持用多孔質セラミックスの特性向上等を行う。

本年度の進捗状況は下記の通りである。

耐摩耗材料の開発では、炭化タングステンと鉄粉末を乾式で混合した後、アルミニウム粉末を短時間混合して WC-FeAl 超硬合金粉末を合成し、アルミニウムの液相を生成しながら加圧成形することで緻密な成形体を作製した。この WC-FeAl 超硬合金から歯車形状を打ち抜ける金型を試作し、表面に DLC コーティングを施して銅薄帯の打ち抜き加工を行った。室温で打ち抜き加工を行ったが、型の摩耗は少なく、打ち抜き時の抵抗も小さいことが明らかとなった。同様のプロセスにおいて、炭化タングステンの代わりに炭化チタンや硼化チタンを用いた新しいサーメットを開発し、硬度や抗折強度、熱伝導性などの諸特性を明らかにした。WC-FeAl 切削工具への応用を目指した研究では、配合原料の性状、種類を適切に選択するとともに、粉末調製プロセスを改善することにより、真空無加圧焼結でも高い抗折力を有する焼結体を作製することを見出した。また、微細組織の  $Ti_3SiC_2$  焼結体の合成について検討し、結晶粒径の平均と標準偏差を共に従来の1/2に微細化することができた。常圧焼結による大型部材合成プロセスにおける問題点を解決した。出発原料の種類と組み合わせを変えることにより  $TiC-Ti_3SiC_2$  複合材料の組織の均一性を改善でき、硬質複合材料としての応用について検討した。さらに、硬質な材料として  $B_2C$  の焼結に取り組み、焼結助剤を少し添加してパルス通電焼結を行うことで従来より低温で緻密な焼結体を作製できることを明らかにした。

熱電変換材料では、メカニカルアロイング法で合成した Fe<sub>2</sub>VAl 粉末をパルス通電焼結法により固化成形することで、ナノ結晶を有するホイスラー合金を作製するプロセスを確立した。本合金は低温域において優れた熱電特性を示しており、組織の微細化による熱伝導率の低下が高い特性につながった。さらに、メカニカルアロイング時にアンチモンを少量添加すると、重元素置換による熱伝導率の低下によりさらに特性が向上することを明らかにした。アンチモンは溶解法では合金化しにくい元素であり、メカニカルアロイング法という非平衡プロセスを利用することで実現できた。本合金を用いて熱電モジュールを作製することで、モジュールの小型化につながるものと考えられる。

鉛削減については、青銅合金における鉛をビスマスに置き換えた casting 材料の機械的特性について検討し、鑄造組織を微細化することで添加するビスマス量を低減できることを明らかにした。さらに、ビスマス青銅合金に対して凍結鑄型を適用し、冷却速度と鑄造組織の関係を明らかにした。

触媒への貴金属の使用量を削減する技術の開発においては、ナノ粒子をコア・シェル構造化することで、白金の使用量を削減する技術の開発を行った。

酸化チタン材料の研究では、酸化チタン粉末を黒鉛型に充填してパルス通電焼結法により焼結することで、酸素が欠損した酸化チタン成形体を作製した。酸素欠損量

を大きくすることで焼結体の電気抵抗が小さくなることが明らかとなった。この焼結体をターゲットとしてスパッタ法により薄膜を作製すると、薄膜中には  $TiO$  相が生成しており、導電性のある薄膜であることを確認した。得られた薄膜はスパッタ雰囲気により酸素や窒素の含有量が変化するため薄い茶色の膜であったが、添加元素などを検討することで薄膜中の酸素量を制御して透明な薄膜を作製できるものと考えられる。さらに、酸化チタンとアパタイトと鉄を組み合わせた可視光で働き、繊維やプラスチックに使用可能な低コストの光触媒を開発した。また、光触媒抗かび性試験方法と光触媒空気浄化性能試験方法（アセトアルデヒド及びトルエンの除去性能）の3つが JIS 化され、ISO 化も進行中である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 サーメット、熱電変換材料、耐摩耗材料、超硬合金、青銅合金鑄物、鉛フリー化技術、酸化チタン、光触媒、白金触媒

#### ①【地質情報研究部門】

(Institute of Geology and Geoinformation)

(存続期間：2004. 5. 1～)

研究部門長：栗本 史雄  
副研究部門長：西村 昭、桑原 保人、宮崎 一博  
上席研究員：齋藤 文紀  
主幹研究員：湯浅 真人、木村 克己  
部門付：牧本 博、村上 裕、中島 隆、  
須藤 茂、鹿野 和彦、吉川 清志、  
三田 直樹

所在地：つくば中央第7、つくば東、つくば西、中国センター

人員：125名 (123名)

経費：3,749,532千円 (879,051千円)

概要：

##### 1. 研究目的

日本は、四方を海に囲まれ、大地震や火山噴火が頻発する数少ない先進国である。私たちが暮らし、産業活動をしている地球の環境を守り、地質災害による被害を少なくするためには、まず、足もとの大地の様子と成り立ちをよく知るための地球システムの深い理解が必要である。どこまで地球のことを理解することができたかによって、将来起きることの予測の精度が決まり、これに応じた対策をとることができる。

地質情報研究部門は、国の「地質の調査」を所掌する総合研究組織の一つとして、長期的視点にたち、陸と海の研究を一元的に実施する。これらを通じて、関連するユニットとともに、地質調査総合センター

として信頼性の高い地質情報の知的基盤を構築し発信する。知的基盤構築・発信及びその基礎基盤やフロンティアとなる研究については、部門全体で取り組む。同時に、人類と地球が共生し、安心・安全で質の高い生活と持続可能な社会の実現に向けて、以下の課題に本格研究として重点的かつ戦略的に取り組む。

## 2. 重点課題

地質情報研究部門は産総研の地質分野の中核ユニットとして、国土の地質情報を取得・整備するとともに、理論モデル構築による的確な将来予測の実現を目指して、社会の要請に応える。そのために3つの研究領域と8つの重点課題を設定して、研究に取り組んだ。

### 1) 島弧海洋地質情報

国土基本情報としての陸域と海域の島弧地質と知的基盤整備及び高度で多様な地質情報の整備・発信と標準化研究

- ・ 陸域地質及び地質図の調査研究  
国土基本情報としての陸域の島弧地質と知的基盤整備
- ・ 海域地質及び地質図の調査研究、大陸棚調査  
国土基本情報としての海域の島弧地質と知的基盤整備大陸棚画定の科学的根拠提示のための地質調査研究
- ・ 地質情報の統合と高度利用、地質標準に関する研究
- ・ 衛星画像情報に関する技術開発と情報の統合化に関する研究

### 2) 地震・火山

地震・火山噴火などの地質災害の軽減や深部地質環境の利用に資する研究

- ・ 地震災害軽減のための地質現象のモデル化と科学的予測
- ・ 火山災害軽減のための地質現象のモデル化と科学的予測
- ・ 深部地質環境の地質変動とその影響の長期予測に関する研究

### 3) 都市沿岸域

産業立地基盤としての都市及び沿岸域の地質災害軽減と環境保全に資する総合的な研究

- ・ 都市沿岸域における地質環境変遷の実態解明と地質プロセスのモデル化

## 3. 政策予算「沿岸域の地質・活断層調査」

地質図や地下構造図が未整備で、地質情報が空白となっている沿岸域において、知的基盤整備の一環として陸域－沿岸域－海域の地質情報を整備し、活断層の評価を行うことを目的とし、地質調査総合センターのユニットが連携協力して平成20年度から取り組んでいる。

当部門は、陸域－沿岸域－海域の連続した地質情報の整備を主導し、具体的には、沿岸海域の海洋地質の研究、沿岸大都市圏地下調査手法開発、沿岸域の地質・活断層調査－陸域の地質調査、陸海接合の物理探査の研究－重力調査、および陸海接合の物理探査(反射法)の研究を推進した(研究テーマ:テーマ目録46～50)。

なお、当部門が進めてきた都市地質プロジェクトはこの沿岸域の地質・活断層調査に位置づけて、実施した。

## 4. 内外との連携

社会の要請に積極的に応えるために、発信する地質情報の信頼性の確保と利便性の向上を図り、国・自治体・産業界との連携を強化して、専門家集団としての提言などを行う。

他の関連ユニットとの連携を強め、産総研における地質調査総合センター(GSJ)としての機能を十分に果たす中核を担うとともに、産総研内外の連携を推進する。総合科学技術会議などの日本の科学技術政策の中で、産総研地質調査総合センターの果たすべき役割について検討し、必要な働きかけを行う。

研究によって形作られる地質情報はもちろんのこと、地球を理解する科学技術は、地質学的にも関連の深いアジアをはじめとする世界にとって共通の財産であり、地質情報研究部門は国際地球惑星年(2007-2009)やCCOP(東・東南アジア地球科学計画調整委員会)等の国際組織やIODP(統合国際深海掘削計画)、ICDP(国際陸上科学掘削計画)などの国際プロジェクトを通じて世界に貢献する。また、地震・火山噴火・地すべりなどの緊急課題についても、地質調査総合センターとして迅速に取り組む。

## 5. 中期計画の実施体制

研究のポテンシャルを一層高めることと、対外的なプレゼンスの向上を含め、具体的な社会への貢献・アウトカムの内容を明らかにしつつ、第2期中期計画の達成を目指す。これらを実現するために、3つの研究領域、8つの重点課題を軸とした21研究グループと1連携研究体による組織体制のもとに、複数グループを横断するプロジェクトチームを設置し、マトリックス方式の研究体制により実施する。すなわち、組織上のグループの活動を縦軸にし、産総研の他のユニットや、所外の研究者やグループまでも含むテーマ(重点課題、知的基盤構築・発信、基礎基盤研究、各種プロジェクト)を横軸にして活動する。部門全体のコミュニケーションを促進する。

下記の重点プロジェクト(P)はプロジェクトリーダーの強いリーダーシップのもとに実施する。また、地質調査総合センターで推進する「沿岸域の地質・活断層調査」について陸域、海域、物理探査に

関して研究に参画する。

- ・陸域地質図 P：国土基本情報としての陸域の島弧地質と知的基盤整備
- ・海域地質図 P：国土基本情報としての海域の島弧地質と知的基盤整備
- ・大陸棚調査 P：大陸棚画定の科学的根拠提示のための地質調査研究
- ・衛星画像情報 P：衛星画像情報の整備と地質情報の統合のための研究
- ・政策予算「沿岸域の地質・活断層調査」

外部資金：

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）「可搬型 X 線透視装置による土壌試料の粒度分布計測と元素分析」

経済産業省 石油資源開発技術等研究調査等委託費「石油資源遠隔探知技術研究開発（石油資源遠隔探知技術の研究開発事業）」

経済産業省資源エネルギー庁 平成20年度海洋石油開発技術等調査「大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査に係る高度地質解析」

文部科学省 重要課題解決型研究等の推進「統合化地下構造データベースの構築」

環境省 地球環境保全等試験研究費「海洋ごみ対策の確立に向けた情報支援システムの構築に関する研究」

環境省 地球環境保全等試験研究費「有害元素等の全国規模の分布と移動・拡散挙動の解明と環境汚染評価システムの開発に関する研究」

環境省 地球環境保全等試験研究費「メガデルタ沿岸環境保全のための観測診断技術と管理手法の開発」

環境省中国四国地方環境事務所 地球環境保全等試験研究費「平成20年度瀬戸内海における超長期的生態系・景観モニタリング手法の研究（海域モニタリング生物）」

環境省 地球環境研究総合推進費「空撮による漂流ゴミ収束域の調査」

環境省 試験研究調査委託費「CO<sub>2</sub>増加が造礁サンゴの石灰化に与える影響に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「余震の精密解析に基づく地震発生前の絶対応力場復元に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「噴火過程モデルの構築へ向けた基礎的研究～火山ガス放出量計測の高精度化～」

文部科学省 科学研究費補助金「活断層モデルに基づく大地震連鎖可能性評価手法の開発と適用」

文部科学省 科学研究費補助金「海岸砂丘発達史復元のための統合調査解析手法の確立」

文部科学省 科学研究費補助金「水槽飼育サンゴを用いた骨格環境指標の高精度化に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「地下構造推定のための微動アレイ探査法の実用性向上」

文部科学省 科学研究費補助金「有珠火山における噴火活動推移予測の高度化とマグマ活動の場の解明」

文部科学省 科学研究費補助金「カルデラ噴火機構とマグマ溜まりの発泡プロセスに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「北太平洋高緯度域における第四紀後期の地球磁場変動：古気候研究とのリンク」

文部科学省 科学研究費補助金「地中レーダーを用いた巨大津波痕跡のイメージング技術の開発」

文部科学省 科学研究費補助金「大陸地殻の脆性—塑性遷移と細粒長石の塑性変形」

文部科学省 科学研究費補助金「地磁気エクスカージョンと気候変動・海水準変動の相関性についての研究」

文部科学省 科学研究費補助金「沿岸域における懸濁物変動機構解明に向けた海中混合エネルギーの長期連続計測法の研究」

文部科学省 科学研究費補助金「赤道太平洋の ENSO 現象に伴う水温躍層変動と円石藻群集変化に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金「大規模軽石噴火をもたらすマグマ溜まりの条件」

文部科学省 科学研究費補助金「新生代後期における浮遊性珪藻類の進化過程の研究」

独立行政法人科学技術振興機構 大学発ベンチャー創出

- 推進「安心・安全・環境モニタ用空間ロボットの開発」
- 独立行政法人科学技術振興機構 平成20年度社会技術研究開発事業「里海に対する藻場の役割解明と藻場再生策の提言」
- 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構近畿中国四国農業研究センター 平成20年度新たな農林水産政策を推進する実用化技術開発事業「備讃地域陸海域の水・栄養塩動態解明と農業への再利用技術の開発」
- 独立行政法人日本学術振興会「平成20年度アジア・アフリカ学術基盤形成事業「メガデルタ監視技術に関するアジアにおけるネットワーク構築と人材育成」
- 文部科学省 科学研究費補助金「環礁立国におけるサンゴ礁の防災機能と礁-洲島系の構造維持」
- 文部科学省 科学研究費補助金「中央構造線の連続コアによる断層帯内部構造解析」
- 文部科学省 科学研究費補助金「走査型 ESR 顕微鏡による非破壊コア分析の開発」
- 文部科学省 科学研究費補助金「宝石サンゴ類の持続的利用と適切な国際取引管理に関する研究-ワシントン条約への貢献」
- 文部科学省 科学研究費補助金「生物起源炭酸塩の生成機構と精密間接指標の開発に関する研究」
- 文部科学省 科学研究費補助金「伊豆小笠原マリアナ弧の海底カルデラと島弧近くの進化・安山岩の成因」
- 文部科学省 科学研究費補助金「東ユーラシアにおける新生代後半の霊長類進化に関する古生物学的研究」
- 文部科学省 科学研究費補助金「土器の胎土分析的手法を用いた縄文～平安時代の土地利用史研究法の確立」
- 文部科学省 科学研究費補助金「広帯域観測データの精密解析に基づくゆっくり地震の物理過程解明」
- 文部科学省 科学研究費補助金「2008年中国四川省の巨大地震と地震災害に関する総合的調査研究」
- 文部科学省 科学研究費補助金「ストレスとサンゴ礁の歴史的变化」
- 国立大学法人東京大学地震研究所財団等受託研究費
- 「活断層周辺における自然地震観測（稠密アレー観測）」
- 財団法人日本鉱業振興会 研究助成金「熱水性鉱床におけるインジウムの濃集機構の解明」
- 社団法人東京地学協会 研究助成金「屋久島を覆った7300年前の幸屋火砕流の流動気候および温度条件の復元」
- 日本地質学会 共同研究費「地質科学分野におけるオンライン化の将来動向に関する研究」
- 株式会社アステック 共同研究費「重金属汚染土壌のマッピングと要因識別に関する研究」
- 住鉱コンサルタント株式会社 共同研究費「重金属汚染土壌の重金属類溶出特性の研究」
- 東電設計株式会社 共同研究費「土壌中の鉛及びほう素の簡易分析手法開発に関する研究」
- 株式会社四電技術コンサルタント 共同研究費「超音波を用いた藻場分布測定に関する研究」
- Rhodes University 共同研究費「Refractory Gold Study」
- 芙蓉海洋開発株式会社 共同研究費「鉄鋼スラグ水和固化体による直立護岸の環境修復技術に関する継続調査研究」
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 共同研究費「石灰岩の形成年代に関する研究」
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 共同研究費「フィリピン海周辺海域の重磁力解析に関する研究」
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 共同研究費「古地磁気によるフィリピン海プレートの運動の推定」
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 共同研究費「大水深事業において採取された地質試料などの地球科学的特徴に基づいた海底鉱物資源の潜在的ポテンシャルに関する研究」
- 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 共同研究費「大水深事業において採取された基盤岩類等の地球



科学的特徴に基づいた火成活動史の解明および鉱化作用の可能性に関する研究」

発表：誌上発表236件、口頭発表606件、その他233件

#### 島弧堆積盆研究グループ

(Sedimentary Basin Research Group)

研究グループ長：水野 清秀

(つくば中央第7)

概要：

新生代堆積盆とその周辺の重複変形地域を主な研究対象とし、地質の実態把握と形成プロセスの総合的な理解に努め、地質災害の軽減・産業立地・環境保全に寄与する地質情報を提供する。また、島弧複合地質、統合地質情報、火山活動、沿岸都市等の研究グループと密接に連携し、部門の重点研究課題である陸域地質図プロジェクト(地質図の研究)と都市地質プロジェクト研究、政策予算課題の沿岸域の地質・活断層調査を推進するほか、活断層研究センターの研究テーマや地震災害時の緊急野外調査なども担う。研究成果は、論文、地質図幅、データベース、普及広報活動等を通して積極的に社会に発信する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

#### 島弧複合地質研究グループ

(Orogenic Process Research Group)

研究グループ長：宮崎 一博

(つくば中央第7)

概要：

活動的島弧の長期的挙動及び安定性を解明するために島弧複合地質の研究を行う。島弧複合地質の研究では、付加体及びこれに関連する地質体・変成帯・深成岩体を研究対象とし、その形成において本質的な前弧域-海溝付近での堆積及び付加作用、沈み込み帯中-深部での付加・変形・変成作用、島弧地殻中-深部での変形・変成・深成作用などの複合的地質過程の系統的な調査・研究を行う。また、国土の基本地質情報整備のために部門重点課題として実行される陸域地質図プロジェクトに、その中核研究グループとして参画する。陸域地質図プロジェクトにおいては、島弧複合地質の研究成果及び既存の地質体形成過程に関する知見を融合・適合することにより高精度の地質図の作成を行う。研究成果は論文・地質図・データベースなどを通じて公表する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

#### 海洋地質研究グループ

(Marine Geology Research Group)

研究グループ長：池原 研

(つくば中央第7)

概要：

日本周辺海域の海洋地質情報を整備公開するとともに、それらデータを基に日本周辺海域の活断層評価、古環境変動の解明、地質構造発達の研究を行うことを目的とする。第2白嶺丸を用いた音波探査、採取堆積物及び岩石を基本データとし、それらの解析によって海洋地質図(海底地質図及び表層堆積図)を出版、インターネットでのデータ公開も進めている。さらに日本海東縁及び千島海溝、日本海溝、相模湾、南海トラフの地震発生頻度を推定するために、既存データに加え、他機関データや調査船等を活用し、地震性堆積物の採取と年代測定を進めるとともに、地質構造の定量的解析を行う。日本海などの古環境変動の研究では、他機関の柱状堆積物試料も用いて、岩相、微化石、化学組成などの解析を進める。地質情報に乏しい沿岸海域については、音波探査と堆積物採取を行い、沖合と陸上の地質情報を統合的に解釈、公開を進める。

海洋地質図作成では、本年度より新たに沖縄周辺海域の地質図作成を開始し、第2白嶺丸による調査航海を実施した。また、これまでの調査結果から、日向灘海底地質図、遠州灘海底地質図、石狩湾表層堆積図、石狩湾海底地質図をCD出版したほか、釧路沖海底地質図を完成させた。

海域活断層研究では、日本海溝陸側斜面と相模湾で既存試料の年代測定を進め、タービダイトの堆積間隔をまとめた。

日本周辺海域の古環境変動の研究では、東シナ海の調査航海に参加して、分析用試料を採取したほか、十勝沖、オホーツク海、日本海、東海沖などの既存試料の分析を進め、東アジアモンスーン変動、後氷期における北西太平洋亜寒帯域の海洋環境変化などについてまとめた。

沿岸域調査では、能登半島北方海域を調査海域とし、音波探査並びに海底堆積物採取を行い、陸棚域における層序、活断層を含む地質構造、堆積層の年代、表層堆積物の分布と堆積過程についてまとめた。

研究テーマ：テーマ題目4、テーマ題目5、テーマ題目6

#### 海底系地球科学研究グループ

(Seafloor Geoscience Group)

研究グループ長：飯笹 幸吉

(つくば中央第7)

概要：

海底系の資源形成や地球環境影響等に関わる重金属元素等の挙動・循環の実態・過程、及び海底下の構造を解明することを長期目標とする。本年度は主に太平洋海域の海洋資源・地質情報の整備を含め、1) 現世熱水鉱床・堆積性鉱床等の分布、成因等に関する研究、2) 各種センサーを用いた海底熱水活動地帯等の流体

の出入りのある海底系における物質循環と元素固定の機構の解明に関する研究、3) 海域堆積盆の熱的環境指標に関する研究、4) 大陸棚画定調査に関わる基盤岩等による海山等の形成史および潜在的な資源に関する研究を実施するとともに、国連に提出する科学報告書作成を行う。

研究テーマ：テーマ題目7、テーマ題目8、テーマ題目9、テーマ題目10

#### 地球変動史研究グループ

(Paleogeodynamics Research Group)

研究グループ長：山崎 俊嗣

(つくば中央第7)

概要：

古地磁気層序、岩石磁気層序及び微化石層序学的研究を統合した高分解能年代スケールを基盤とし、海陸の地質及び地球物理学的情報を融合して、地質学的時間スケールの地球システム変動及びテクトニクスを解明することを目的とする。これにより、地球科学図、地球環境変動、地質標準など当部門のミッション達成に貢献する。

平成20年度は前年度に引き続き、統合高分解能タイムスケールに関する研究、フィリピン海プレート周辺のテクトニス研究、海底近傍物理探査技術の研究及び、古地磁気・岩石磁気研究を、運営費交付金を用いて実施した。さらに、統合高分解能タイムスケールに関しては、科学研究費補助金による1課題を、古地磁気・岩石磁気研究に関しては、科学研究費補助金による2課題を実施し、フィリピン海プレート周辺のテクトニス研究の一部は石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)との共同研究として実施した。また、5万分の1及び20万分の1地質図幅の作成、海洋地質図の付図としての重力・地磁気異常図の作成、海洋地球物理データベースの拡充を行うとともに、大陸棚調査を分担した。

研究テーマ：テーマ題目11

#### 統合地質情報研究グループ

(Integrated Geoinformation Research Group)

研究グループ長：尾崎 正紀

(つくば中央第7)

概要：

1/20万日本シームレス地質図をベースとした地球科学図の統合データベースの構築を行うとともに、1/5万縮尺シームレス地質図等をベースとした新たな大縮尺地質図データベース構築のための基礎研究を行う。また、地質情報を、社会に役立つ、新たな価値を創出する情報として発信するための研究を行う。更に、アジアの地質情報の研究・整備・解析、野外調査を基礎にした地質学的・地球物理学的研究を実施する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目12、テーマ題目13、テーマ題目14、テーマ題目15

#### 地球物理情報研究グループ

(Geophysics Research Group)

研究グループ長：大熊 茂雄

(つくば中央第7)

概要：

当グループでは、国土の地球科学的実態解明のため、先端的な地球物理学的調査を、調査手法の開発・高度化を通じて実施し、知的基盤情報としての全国規模の地球物理図の作成及び同データベースの構築・公開により地球物理情報の発信を行う。また、重力変化の精密計測や地球物理情報に基づく地殻活動シミュレーション手法等の情報解析技術の開発を行う。これら地球物理情報の整備、情報解析技術の開発により、島弧地下構造の解明や物性評価を通じて地質災害の軽減や地質環境問題等の社会的課題の解決に貢献する。具体的には、火山災害軽減のため、空中物理探査による火山体安定性評価手法の確立を目指す。また、これらの研究を世界レベルに保つよう努め、国内外で共同研究・協力を実施し、国・自治体・学会等にも貢献する。

研究テーマ：テーマ題目16、テーマ題目17、テーマ題目18

#### 地質標本研究グループ

(Mineralogy and Paleontology Research Group)

研究グループ長：利光 誠一

(つくば中央第7)

概要：

広報部地質標本館を学術面から支援する研究グループである。長年の調査・研究により収集されてきた地質標本館登録・管理の多様な地質標本について、地質年代と古環境の標準的指標を導き、地球構成物質の多様性を解明する地球科学的研究を行っている。これにより、経済産業省及び産業技術総合研究所のミッションのひとつである「地質の調査」における基礎的・基盤的データを提供する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目19、テーマ題目20、テーマ題目21

#### 地質リモートセンシング研究グループ

(Geologic Remote Sensing Research Group)

研究グループ長：佐藤 功

(つくば中央第7)

概要：

衛星データを活用し、地球科学情報の創出並びに知的基盤情報の拡充を通じて、国土の有効利用及び地質災害の軽減を研究目的として、地質リモートセンシングの研究を実施する。具体的には地質情報基盤の拡充

と衛星画像情報の高度利用を目指し、火山衛星画像データベースの充実、岩相区分図や地盤変動図作成に関する研究のほか、衛星情報を基盤とする物質循環に関する研究を行い、防災や地球環境等の問題に貢献する。  
研究テーマ：テーマ題目22

#### 地震地下水研究グループ

(Tectono-Hydrology Research Group)

研究グループ長：小泉 尚嗣

(つくば中央第7)

##### 概要：

国の東海地震予知事業および地震調査研究業務を分担し、地殻活動と地下水変動の関係を解明するために、地下水等の観測・研究業務を行っており、地震および火山活動に関連する地下水変化における日本の中核的研究グループである。東海・近畿・四国地域を中心に、全国に40以上の観測点を展開し、地下水の水位・自噴量・水温・水質・ラドン濃度等の観測とともに、一部の観測点では、歪・GPS・傾斜計等による地殻変動や地震の同時観測も行っている。これは、地震予知研究のための地下水観測網としては質・量において世界有数のものである。観測データは電話回線や携帯電話等を通じて当グループに送信され（一部重要データは気象庁にもリアルタイムで送られて東海地震予知のための監視データとなっていて）、地下水等の変動メカニズム解明のための研究が行われている。観測結果は、解析手法とともにホームページを通じてデータベースとして公開しており

(<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/gxwell/GSJ/index.shtml>)、地震防災対策強化地域判定会（東海地震の予知判定を行う気象庁長官の諮問機関）・地震予知連絡会・地震調査委員会（地震調査研究推進本部）に定期的にデータを報告・説明している。

研究テーマ：テーマ題目23、テーマ題目24

#### 地震発生機構研究グループ

(Seismogenic Process Research Group)

研究グループ長：桑原 保人

(つくば中央第7、つくば東)

##### 概要：

本研究グループは、地震被害軽減のための地震発生予測精度向上を目指し、第2期中期計画においては、地殻内、特に活断層近傍の応力状態や物質分布を評価・推定するための新手法の開発を行う。地震調査研究推進本部、測地学審議会の建議の指針に基づいた国の地震調査研究の一翼を担っており、グループの成果は国の地震調査、観測にフィードバックされる。地質学、地球物理学、地震学の各分野の研究者の融合により、新しい観点からの評価手法の開発を目指している。活断層深部構造・応力状態解明のための地震学的、地

球物理学的構造調査、断層破砕帯の変形過程解明のための詳細な地質学的調査、地殻深部の高温高压環境を実現できる世界有数の実験装置を使用した変形・破壊実験等を行っている。昨年度から引き続き、地震地下水研究グループとともに、補正予算による東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点整備にもプロジェクトに中核グループとして取り組む。

研究テーマ：テーマ題目24、テーマ題目25

#### 地殻構造研究グループ

(Tectonophysics Group)

研究グループ長：山口 和雄

(つくば中央第7)

##### 概要：

内陸地震の発生地域において、地球物理学的な構造調査を行い、既破壊と未破壊の断層面の違いの検出を試みる。地表兆候の少ない平野部活断層や基盤深度の地質構造線の実態解明のために地下構造調査を実施する。伏在断層の評価精度の向上を目指して、伏在断層の活動に伴う地表付近の変形構造の認定手法に関する調査研究を行う。基盤的研究として、マントル物質の物理化学に関する理論的な考察、深部の地震波速度不均質性の解析、反射法測線で観測した自然地震の解析、PS 変換波から S 波速度構造を求める簡易な方法の開発、実データによる地震波干渉法の適用性の検討等に取り組む。

研究テーマ：テーマ題目24、テーマ題目26

#### 火山活動研究グループ

(Volcanic Activity Research Group)

研究グループ長：中野 俊

(つくば中央第7)

##### 概要：

中期的な噴火予測のため、活動的火山の噴火履歴・成長史を解明し、将来の活動様式・時期を予測するとともに、火山地質図を作成する。また、長期的な火山活動場変遷の規則性を明らかにするために、日本の第四紀火山活動の時間空間分布を明らかにする研究を実施する。また、火山噴火あるいは火山活動時においては、社会的要請に応えるための組織的かつ機動的な緊急調査を実施する。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目27

#### マグマ活動研究グループ

(Magmatic Activity Research Group)

研究グループ長：篠原 宏志

(つくば中央第7)

##### 概要：

短期的火山噴火予知・活動推移予測の基礎となる、噴火機構・マグマ供給系の物理化学モデルの構築を目

指し、マグマ系における化学反応・力学過程などの素過程の実験・理論的研究と活動的火山の観測・調査に基づくマグマ活動の把握及びモデル構築を行う。具体的には、火山ガス放出量・組成観測、放熱量観測、地殻変動観測など活火山の観測研究と、メルト包有物や斑晶組織・組成の解析によるマグマの性質と進化の研究、地質調査に基づく岩脈貫入や噴火時系列の解析、高温高压実験やアナログ物質を用いた模擬実験などによる素過程の解析などを実施する。研究成果は火山噴火予知連にも報告され、火山活動の評価などの基礎資料としても用いられる。

研究テーマ：テーマ題目28

### マグマ熱水系研究グループ

(Magma-Hydrothermal Systems Research Group)

研究グループ長：森下 祐一

(つくば中央第7)

概要：

マグマ熱水系を含む広い範囲における同位体・元素の移動・分配素過程の解明を目標とし、マグマ熱水系における鉱物の溶解、移動、沈澱により流体や鉱物の同位体・化学組成が変化する素過程を研究する。特に、元素の移動・分配の場である熱水性鉱床地域で、同位体分析や流体包有物の解析等に基づき熱水系の進化過程を明らかにするなど、鉱脈、断層などに着目し、鉱物との反応等を手掛かりとして、熱水の挙動を描き出すことを目指す。

一方、岩石・鉱物の同位体・化学組成を均質と見なせない場合には、二次イオン質量分析装置 (SIMS) やレーザーマイクロプローブ装置を用い、微小領域における鉱物等の同位体・化学分析を行うことにより、地殻物質の地球化学的特徴の解明や流体との反応による影響の評価を行うなど、地質不均質系の成因を解明する。また、地球環境の変遷や地球規模での地質現象を解明するためには、太陽系の一惑星としての地球の成り立ちを研究することが必要であり、SIMS 等を用いた惑星物質の形成機構に関する研究を行なう。

研究テーマ：テーマ題目29

### 長期変動研究グループ

(Geodynamics Research Group)

研究グループ長：伊藤 順一

(つくば中央第7)

概要：

日本列島における、地殻変動および火山活動の基礎的理解を深めることを目的として、第四紀火山の地質・岩石学・鉱物学的研究、変動地形的な手法による第四紀地殻変動の研究、断層解析による地殻応力場変遷史の研究を行う。これらの調査結果による知見や各種の調査手法開発による研究結果は、地質情報センタ

ーにおいて、深部地質環境研究コアのミッションとして実施される地質環境の長期変動予測や安定性評価手法の開発に応用される。さらに、原子力安全保安院による放射性廃棄物地層処分の安全規制のためのガイドライン作成等に活用され、国による安全審査を科学的にサポートする。

研究テーマ：テーマ題目30、テーマ題目31、テーマ題目33

### 深部流体研究グループ

(Crustal Fluid Research Group)

研究グループ長：風早 康平

(つくば中央第7)

概要：

日本列島各地における浅層-深層地下水、温泉、ガス等を調査し、その起源、成因や流動状態を解明するための手法を開発することにより、深層に存在する地下水系や深部流体の実態を明らかにすることを目的とする研究を行う。具体的研究手法は、地下水・ガスの各種化学・同位体組成からわかる地下水やガスの物質収支および形成機構の解明、希ガス同位体組成等を用いた超長期地下水年代測定、地質や地質構造と深層地下水流動の関係を明らかにする GIS ベースの DB 開発などである。これらの調査結果による知見や各種地下水調査手法開発による研究結果は、地質情報センターにおいて、深部地質環境研究コアのミッションとして実施される深層地下水系の長期変動予測や安定性評価手法の開発に応用される。さらに、原子力安全保安院による放射性廃棄物地層処分の安全規制のためのガイドライン作成等に活用され、国による安全審査を科学的にサポートする。

研究テーマ：テーマ題目23、テーマ題目24、テーマ題目31、テーマ題目32、テーマ題目33

### 沿岸都市地質研究グループ

(Coastal and Urban Geology Research Group)

研究グループ長：齋藤 文紀

(つくば中央第7)

概要：

日本及びアジア・太平洋地域に分布する湖沼や汽水域を含む沖積低地から海岸沿岸域において、地球科学的手法を用いて、地質や沿岸環境情報に関するデータベースの構築、沿岸地質調査を行うための機器開発や環境評価の指標・技術開発などを行い、沖積低地から沿岸域における持続可能な発展や生活環境の保全と防災のために貢献することを任務とする。特に、地質分野重点課題の都市地質プロジェクトの一端を担い、大都市圏が位置する沖積低地に関する地下地質・堆積環境の高精度な調査・研究を実施し、都市の防災・環境保全・土地利用に資する地質データベースの整備を行

う。また、経済成長が大きく、人口密集地帯である東南アジアから東アジアの海岸沿岸域の保全と防災に資するため、CCOP や IGCP 等の国際プロジェクトを主導し、現地研究機関と共同で研究を実施する。平成20年度は、分野戦略実現のための予算「大都市圏の災害軽減・環境保全を目的とした地質学的総合研究」の中核として推進するとともに、科学研究費補助金、JSPS アジア・アフリカ学術基盤形成事業、環境省地球環境保全等試験研究費などの外部予算等により、基盤的な調査技術の改良開発とともに、日本及びアジアの海岸沿岸域の環境変遷、人間活動の影響、環境保全、平野地質情報、津波などの防災関連などの研究を推進した。アジアデルタプロジェクトにおいては、CCOP、IGCP、JSPS のプロジェクトで、韓国、中国、ベトナムで会合を開催し、200名近い参加があった。

研究テーマ：テーマ題目34、テーマ題目35、テーマ題目36

#### 沿岸海洋研究グループ

(Coastal Environment and Monitoring Research Group)

研究グループ長：谷本 照己

(中国センター)

概要：

本研究グループは、疲弊した沿岸生態系を再生し、持続的な利活用が可能な活動空間を取り戻すため、沿岸域の水質改善や沿岸生態系の回復を目指す技術の開発と実用化支援、沿岸海域の環境保全および調査・観測・数値モデル解析とそれに必要な技術開発、生態系を含む場の特性とその時間的変遷の解明等を行う。また、公開可能な調査・観測データ等をデータベース化し、インターネット等で広く社会に提供する。

平成20年度は、藻場の維持・保全および新たな藻場分布測定技術に関する研究、沿岸生物生息場の物理環境、生息要因のモニタリング・評価技術の高度化、海洋ごみ対策のための情報支援システムの構築、瀬戸海域における栄養塩の動態解明および瀬戸内海全域を対象とした数値モデル開発の研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目37

#### 瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体

(Collaborative Research Team for Eco-technology of Seto Inland Sea)

研究体長：谷本 照己

(中国センター)

概要：

瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体として、経済産業局や地域行政機関とも密接に連携を取りながら、大学や企業等との連携により沿岸海域の環境修復技術の開発およびその技術支援を目指す。また、公開可能な調

査・観測データ等をデータベース化し、インターネット等で広く社会に提供する。更に防災と環境対策に向けた高潮・津波の影響評価に関する研究、藻場の保全と造成に関する研究を行う。

平成20年度は、停滞性の強い内湾奥部の水質・底質を改善し環境修復する流況制御技術、スラグを利用した人工アマモ場におけるアマモの育成条件、垂直護岸パネルへの生物付着に関する研究を行った。

研究テーマ：テーマ題目38

#### 物質循環研究グループ

(Biogeochemical Cycles Research Group)

研究グループ長：田中 裕一郎

(つくば中央第7)

概要：

人類活動による地球表層環境への影響は、エネルギーおよび物質輸送を介して起こっている。人類活動により影響を受ける将来の環境を考えるため、人為的な影響の特に大きな都市環境および沿岸環境、影響が広範囲にわたる地球環境について、その環境変動幅と変動支配因子を明らかにすることが、本研究グループの研究目的である。そのため、本研究グループは、地球化学的、古生物学的及び海洋物理学的手法を用いて、4つの「環境」すなわち「都市環境」「沿岸環境」「外洋環境」「古環境」について、主に土壌汚染等による環境安全評価に関する研究、河川流域やサンゴ礁域の生物多様性の保全に関する環境モニタリング、海洋中深層の二酸化炭素の影響に関する物質循環と後期第四紀の温暖化した時代の西太平洋日本周辺海域の環境変動解析に関する研究を行い、将来の都市・沿岸・地球環境の予測手法を開発する。

研究テーマ：テーマ題目39

#### 地球化学研究グループ

(Geochemistry Group)

研究グループ長：今井 登

(つくば中央第7)

概要：

地球化学情報の集積・活用と高度な分析技術の開発を目的とし、地球化学図作成、地球化学標準試料、地球化学情報のデータベース化、これらに必要な高度な分析技術の開発を行った。最近の環境汚染に対する関心の高まりを受けて、全国及び都市周辺の地球化学図を作成し地球化学図を利用した有害元素等のバックグラウンド値の評価を行うとともに、岩石標準試料の整備とデータベース化、標準値の設定を行った。

研究テーマ：テーマ題目40、テーマ題目41、テーマ題目42

-----  
[テーマ題目1] 陸域地質図の研究 (運営費交付金：重

## 点プロジェクト)

〔研究代表者〕 宮崎 一博

(島弧複合地質研究グループ)

〔研究担当者〕 宮崎 一博、水野 清秀、小松原 琢、竹内 圭史、宮地 良典、長森 英明、植木 岳雪、中島 礼、工藤 崇、山口 正秋、松浦 浩久、高橋 浩、中江 訓、西岡 芳晴、原 英俊、野田 篤、青矢 睦月、山崎 徹、内野 隆之、尾崎 正紀、中川 充、巖谷 敏光、斎藤 眞、田邊 晋、利光 誠一、兼子 尚知、中澤 努、坂野 靖行、中野 俊、星住 英夫、松本 哲一、古川 竜太、石塚 吉浩、石塚 治、及川 輝樹、栗本 史雄、湯浅 真人、木村 克己、牧本 博、鹿野 和彦、荒井 晃作、柳沢 幸夫、大熊 茂雄、駒澤 正夫、高田 亮、濱崎 聡志、脇田 浩二、吉川 敏之、宝田 晋治、下司 信夫、酒井 彰  
(常勤職員51名(うち他研究ユニット11名)、他41名)

## 〔研究内容〕

「陸域地質図の研究」の実施にあたっては、本部門・他研究ユニット及び外部研究機関の研究者との協力体制のもと、「火山活動」・「島弧堆積盆」・「島弧複合地質」・「統合地質情報」・「地質標本」の5つの研究グループが中心となって推進している。

20万分の1地質図幅については、伊勢・与論島・那覇を始めとする8地域の地質調査を進捗した。小笠原諸島・中津・徳之島・石垣島4地域の地質原図・原稿を完成した。

5万分の1地質図幅に関しては、加茂・新居浜・足助を始めとする22地域の地質調査を当初計画に基づき進捗させた。松本・西郷・日比原・村所の4地域の図幅について地質原図及び報告書原稿を完成した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 地質図幅、20万分の1地質図、5万分の1地質図

## 〔テーマ題目2〕 島弧堆積盆の研究 (運営費交付金)

〔研究代表者〕 水野 清秀 (島弧堆積盆研究グループ)

〔研究担当者〕 水野 清秀、竹内 圭史、小松原 琢、宮地 良典、長森 英明、植木 岳雪、中島 礼、工藤 崇、中嶋 輝允、本郷 美佐緒、山口 正秋、中西 利典  
(常勤職員8名、他4名)

## 〔研究内容〕

本年度は、関東平野、近江盆地、信越地域、北海道北部、青森に位置する堆積盆などにおいて、標準層序の確

立、堆積環境や地質構造の推定、火山活動場の変遷、地盤特性の解明などの研究を行った。主な成果は以下のとおりである。

- 1) 関東平野加治丘陵地域に分布する鮮新・更新統仏子層の年代や堆積環境などを検討し、約2.5 Ma 及び1.4~1.3 Ma の3枚のガラス質火山灰層が関東平野内をはじめとして広域の指標になることを明らかにした。
- 2) 関西地質調査業協会との共同研究として実施してきた、近江盆地のボーリングデータの取りまとめを行い、AT 火山灰を基準にして細分した地層の層厚、深度分布などを示した。
- 3) 北海道北部地域の第四系編年にとって重要な利尻火山の活動史を明らかにするため、溶岩の年代測定と古地磁気測定を行った。古地磁気測定結果からは、利尻島北岸の旧期火山麓扇状地堆積物が高温で定置したホットラハールで、溶岩と氷河が接触することによってもたらされた可能性が高いことが明らかになった。
- 4) 青森県八甲田一十和田地域の中新世以降の火山活動場の変遷を明らかにする目的で、野外調査等を実施した。火山フロント側に分布する後期中新世火山岩を覆う浅海堆積物中のテフラ試料から、前期鮮新世を示すフィッシュン・トラック年代が得られ、火山活動年代幅を従来よりも限定することができた。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 島弧、堆積盆、新生代、地下地質、古地磁気、広域火山灰、年代測定、火山活動

## 〔テーマ題目3〕 島弧複合地質の研究 (運営費交付金)

〔研究代表者〕 宮崎 一博

(島弧複合地質研究グループ)

〔研究担当者〕 宮崎 一博、松浦 浩久、高橋 浩、中江 訓、西岡 芳晴、原 英俊、野田 篤、青矢 睦月、山崎 徹、内野 隆之、木村 希生  
(常勤職員9名、他2名)

## 〔研究内容〕

島弧地殻の主要部分を構成する付加体及びこれに関連する地質体・変成帯・深成岩体の野外調査、試料の分析と解析を行い、様々な時間・空間スケールで進行する堆積及び付加作用・変形作用・変成作用・火成作用の解明を進め、以下のような成果を得た。1) 北上山地ではペルム系桐内層の層序・地質構造を明らかにしこれが古生代付加堆積層であると認定した。2) 母体-松ヶ平帯中の山上変成岩の白雲母冷却年代が約340 Ma であることが分かり、根田茂帯の礫岩に含まれる片岩礫の白雲母冷却年代と同じであることが明らかになった。3) 足尾山地では松木深成岩体の岩相分布、特に岩体南東縁部を構成する斑れいノーライトの分布と構造を明らかにした。4) 三波川帯高温部の変成温度・圧力条件を再検討し、白亜紀ユーラシア東縁におけるマントル対流とスラブ沈み込

みの結合深度を推定した。5) 高温型変成帯の岩石組織変化を部分溶解及び剪断変形で説明する半定量的モデルを構築した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕島弧、変成作用、付加体、火成作用

〔テーマ題目4〕海洋地質図等基盤情報の整備と高度化  
(運営費交付金)

〔研究代表者〕池原 研 (海洋地質研究グループ)

〔研究担当者〕池原 研、片山 肇、荒井 晃作、  
辻野 匠、井上 卓彦、板木 拓也、  
上嶋 正人、小田 啓邦、鈴木 淳、  
兼子 尚知、野田 篤、村上 文敏、  
岡村 行信、川村 紀子、木下 泰正  
(常勤職員13名、他2名)

〔研究内容〕

日本周辺海域の地球科学的調査・研究を通じて、地殻を中心とした海洋地球に関する基盤的情報を系統的に整備し、広く社会へ提供する。第一期中期計画期間(平成13～平成16)では、海洋地質図14図の整備、海洋地質データベースの構築とインターネット公開、これらを支え発展・高度化させる基礎的基盤の研究に関して世界をリードする研究に取り組む。なお、海洋地球に関する基盤的情報及び科学的知見は、国や社会の持続的発展を支える基本的公共財として、産業立地を含む各種海洋開発・災害軽減・環境管理などに対する基礎的資料となる。

本年度は、沖縄周辺海域の調査航海を実施するとともに、これまでの調査航海の結果に基づき、海洋地質図の整備を進めた。その結果、日向灘海底地質図、遠州灘海底地質図、石狩湾海底地質図、石狩湾表層堆積図を CD 出版し、釧路沖海洋地質図の原稿を完成させた。(海底地質図には重力異常図・地磁気異常図も添付)

データベースに関しては、海域地質構造断面(音波探査記録)データ、表層地層探査記録及び海底堆積物コア柱状図のデジタル化を進め、順次公開した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕海洋地質図、表層堆積図、データベース、日本周辺海域、第2白嶺丸

〔テーマ題目5〕海域活断層の評価手法(運営費交付金)

〔研究代表者〕池原 研 (海洋地質研究グループ)

〔研究担当者〕池原 研、片山 肇、荒井 晃作、  
辻野 匠、井上 卓彦、野田 篤、  
岡村 行信、村上 文敏  
(常勤職員8名)

〔研究内容〕

評価方法が確立されていない深海域の活断層の活動度を、音波探査プロフィール、タービダイト、潜水調査などに基づいて推定する手法を確立することを目標とする。

当ユニットは日本周辺海域の海底地質図を作成するための調査を通じて日本で最も詳しい海底地質情報を有していることから、これらの調査を効率的に実施することが可能となっている。

今年度は、日本海溝陸側斜面域の地質構造と地震発生域との関係の検討とタービダイトによる地震発生間隔の推定を行った。また、相模湾では数千年程度の期間において300年程度の地震発生間隔が推定でき、陸上の津波堆積物や変動地形の研究結果との比較から、関東地震の発生間隔を示している可能性が示唆された。日本海の表層地層探査記録を整理し、堆積速度の広域分布とその制限要因について検討した。能登半島西方沖の能登半島地震震源断層の活動度をショートマルチチャンネル音波探査と海底堆積物分析から検討し、数千年の活動間隔を得た。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕海域活断層、海底地質構造、能登半島地震、日本海溝、相模湾、地震発生間隔

〔テーマ題目6〕日本周辺海域古環境変動の研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕池原 研 (海洋地質研究グループ)

〔研究担当者〕池原 研、片山 肇、板木 拓也  
(常勤職員3名)

〔研究内容〕

最終氷期最盛期以降の温暖化の時期は日本周辺海域においても海洋環境が大きく変化した時期である。ベーリング海、オホーツク海、西部北西太平洋、日本海、東シナ海、東海沖におけるこの時期の海洋環境変化の詳細とその環境変化の原因並びに相互関係について検討し、汎世界的及び地域的気候変動との関係を明らかにするのが本研究の目的である。

本年度は、最終氷期最盛期以降の海水準変動による対馬海峡の段階的な開通と東シナ海の環境変化に対応した流入表層水の特性変化に起因した日本海の表層水環境変化を明らかにしたほか、日本海への表層水供給源である東シナ海の海洋環境変動の詳細解明のための調査航海に参加し、試料収集を行った。また、既存コアの分析や分析データの解析をすすめ、ベーリング海、親潮域の後氷期の環境変化を明らかにしたほか、浮遊性有孔虫の年代記録から親潮系の寒冷表層水が東海沖までより出していたことを見いだした。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕海域古環境、表層水、中層水、日本海、ベーリング海、親潮域

〔テーマ題目7〕現世熱水鉱床・堆積性鉱床等の分布、成因等に関する研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕飯笹 幸吉

(海底系地球科学研究グループ)

〔研究担当者〕 飯笹 幸吉（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

伊豆・小笠原弧に分布する明神海丘、ベヨネース海丘、明神礁カルデラにおいて、新探査手法として、海底の既知黒鉱型鉱床及びその周辺において高分解能音波探査装置を導入した結果、ベヨネース海丘白嶺鉱床の周辺域の海底下の堆積物中に、水平方向に伸びたレンズ状分布域を発見した。その規模は、水平分布700 m×400 m、厚さ20 m ほどであった。地質断面図によれば当該分布域は堆積構造に調和的であることから、地質時代のある時期に堆積した熱水鉱床と推定される。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 日本、海底、熱水、硫化物、黒鉱、カルデラ、レンズ状、音波探査、探査手法

〔テーマ題目8〕 各種センサーを用いた海底熱水活動地帯等の流体の出入りのある海底系における物質循環と元素固定の機構の解明に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 中村 光一

（海底系地球科学研究グループ）

〔研究担当者〕 中村 光一（常勤職員1名）

〔研究内容〕

平成20年7月22日～8月5日に実施された米国調査船 Thomas G. Thompson 号を用いたワシントン大学による INSite' 08 航海に参加した。航海は米国 Ocean Observatory Initiative の Neptune Project で計画されているケーブルルート沿いのいくつかの点についての詳細な事前調査が目的であったが、米国 Woods Hole 海洋研究所の新しい AUV, Senty と曳航式海底連続写真撮影-CTD システム TowCAM に酸化還元電位センサーを実装し、海底探査に有意義であることを実証した。酸化還元電位センサーはその後、TowCAM とともに8月のオレゴン州立大学によるカスカディアの Hydrate Ridge 調査と10月の WHOI の紅海調査にも参加し、紅海の高塩濃度海底熱水プール直上の化学環境に関するデータなどを得た。また、同センサーは北大西洋のノルウェーのベルゲン大学による Knipovich 海嶺航海での高温熱水活動発見に貢献した他、太平洋のラウ海盆、ソロモン海、ガラパゴス海嶺、北大西洋での Rainbow 海底熱水地帯での海外研究機関の航海でも成果をあげ、米国地球物理学連合秋期大会で共著発表をした。また、英国国立海洋研究センターのサウスサンドイッチ海域の調査にも貸与された。ドイツ IFM-GEOMAR の新しい AUV にも供給された同センサーは、11月の運用訓練潜航において良好な作動が確認された。平成21年2月1日～7日に実施された調査船「なつしま」航海でマリアナ弧、NW Rota-1海底活火山の噴火活動の推移を観測する温度・酸化還元電位複合計測機器を噴火地点の近傍に設置し4月までの観測を試みた。年度末の平成21年3月4日～11日に実施

された掘削船「ちきゅう」習熟航海に参加して熊野泥火山2箇所掘削した試料の X 線 CT データを得て、熊野灘の堆積物の性状や胚胎するメタンハイドレートの産状の研究を進めた。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 海底熱水活動、熱水プルーム、酸化還元電位、海洋中央海嶺、AUV

〔テーマ題目9〕 海域堆積盆の熱的環境指標に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕 下田 玄

（海底系地球科学研究グループ）

〔研究担当者〕 下田 玄、飯笹 幸吉、李 相均

（常勤職員3名）

〔研究内容〕

本課題の目的は、海底における堆積盆形成時の熱的環境指標の確立である。このために、堆積盆を構成する堆積物中の鉱物について、新たな局所分析法を開発する。本年度は四重極形ICP-MSとレーザーアブレーション装置を組み合わせた局所分析法の開発を試みた。これは、堆積盆の熱的指標の一つとして硫化物や金属粒子を用いるため、従来から用いられている通常のレーザー（ナノ秒レーザー）を用いた局所分析は適切ではない。なぜなら、硫化物や金属粒子は熱伝導率が高くレーザーのエネルギーが熱として拡散するので、レーザー照射範囲から効率的に試料を得ることが困難だからである。この問題を解決するために、フェムト秒レーザーによるアブレーションを検討し、その導入を行った。また、局所分析の空間分解能やレーザーのエネルギーについて考察を行い、波長が266 nmの紫外線レーザーを選定した。この装置導入に当たり、従来の実験室のクリーンルーム化を行った。フェムト秒レーザーアブレーション装置導入後は、九州・パラオ海嶺の海底から採取した、黄銅鉱、黄鉄鉱、重晶石の鉱物について局所分析を行い、予察的な結果を得た。その結果、金を濃集した黄銅鉱粒子やガリウムが濃集した重晶石を発見することができた。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 海洋地質調査、大陸棚、資源

〔テーマ題目10〕 大陸棚画定調査に関わる基盤岩による海山等の形成史および潜在的な資源に関する研究（運営費交付金：重点プロジェクト）

〔研究代表者〕 西村 昭（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 西村 昭、湯浅 真人、飯笹 幸吉、岸本 清行、上嶋 正人、石塚 治、下田 玄、棚橋 学、森尻 理恵、斉藤 英二、石原 丈実  
（常勤職員10名、他1名）

〔研究内容〕



部門プロジェクトである本課題は、海底系地球科学研究グループをコアグループとして以下の2課題を実施している。1. 国の大陸棚画定調査の内の基盤岩採取の一環として調査航海を含む産総研の分担調査および同海域データの整備。2. 国連へ提出する大陸棚限界確定報告書の作成（国連提出情報素案作成部会への参加）。

1. 大陸棚画定調査の一環として実施した第2白嶺丸の2航海（GH05航海、GH07航海）で採取した岩石試料等の分析を進めるとともに、調査データをとりまとめた。八丈島沖の茂木海山とその周辺海域に関しては、基盤岩による茂木海山の山体範囲の確定を示した。常磐海山群及び襟裳岬沖海山群の基盤岩類は、HIMUと呼ばれるマグマで構成されていることを示し、地球史上で最も大規模な火成活動であるスーパープレュームのマグマの同位体組成の範囲が約1億年間変化していないこと、及び個々のマグマの同位体組成がマグマの生成温度に依存していることを明らかにした。
2. 国連提出情報素案作成部会に参加し、定例会、及びWG 会合において活動した。国連提出の大陸棚限界情報の作成作業は10月に終了し、これを基にして政府は日本の申請文書を平成20年11月12日に国連の「大陸棚の限界に関する委員会」に提出・受領された。国連提出情報素案作成部会は任務を終え、同参加メンバーは、平成21年1月より、国連での日本の大陸棚限界に関する審査における説明・質問の回答作成・審査情報の収集解析等を行う審査対応部会（関係各省庁が作る大陸棚審査対応委員会の下の作業部会）に参加することとなった。日本の申請について、「大陸棚の限界に関する委員会」において概要説明を行うにあたり、その説明資料の作成等を行い、産総研からもその説明を行う日本代表団に参加、平成21年3月25日に説明を実施した。さらに、平成20年9月に秋田大学で開催の日本地質学会において、大陸棚画定調査研究のブース展示により宣伝活動を行い、関連研究成果発表を学会等において行った。

【分野名】地質

【キーワード】海洋地質調査、大陸棚画定、大陸棚限界、国連

【テーマ題目11】地球変動史の研究（運営費交付金）

【研究代表者】山崎 俊嗣（地球変動史研究グループ）

【研究担当者】山崎 俊嗣、柳沢 幸夫、上嶋 正人、岸本 清行、高橋 雅紀、渡邊 真人、小田 啓邦、望月 伸竜、川村 紀子、菅沼 悠介、下野 貴也  
（常勤職員7名、他6名）

【研究内容】

- (1) 新生代統合高分解能タイムスケールの研究  
新第三紀における微化石層序（珪藻、放散虫、有孔虫、貝形虫）、古地磁気層序、火山灰層序および放射

年代など、個々の年代層序の精度と確度を向上させるとともに、複数の年代層序を複合して年代層序の高度化をはかり、それを基に新第三紀複合年代尺度の標準化を行うことを目的とする。今年度は、新潟地域における火山灰層序と生物年代層序の統合を進展させ、さらに太平洋側地域まで連続する特徴的な広域分布火山灰層を見だし、複合年代スケールの精度と汎用性をさらに向上させた。さらに、科学研究費補助金による研究課題「新生代後期における浮遊性珪藻類の進化過程の研究」を実施した（別項で報告）。

- (2) フィリピン海プレート周辺のテクトニクス研究

過去から現在までのフィリピン海プレートの運動を、高分解能タイムスケールに基づく陸域の地質学的情報と海域の地球物理学的情報を総合して復元する。そして、プレート運動が日本列島のテクトニクスを支配してきたことを明確にすることを目的とする。今年度は、西南日本の第四紀火山活動の変遷から、西南日本に対するフィリピン海プレートの1500万年前以降の沈み込み量がおおよそ400 km と推定した。ただし、スラブの熱的浸食効果を考慮していないためこの値は下限量である。また、JOGMEC との共同研究として「古地磁気によるフィリピン海プレートの運動の推定」を実施した（別項で報告）。

- (3) 海底近傍物理探査技術の高度化

産総研独自開発の海底近傍物理探査システム DAI-PACK を用いた観測と解析により、これまでにない高精度で深海底の地質構造を議論できることが証明されつつある。今年度は直江津沖海域、後志トラフ、鹿児島湾および南海トラフ海域において DAI-PACK を用いた探査を行い、サブボトムプロファイラ、サイドスキャンソナー等の記録を得た。直江津沖のメタンハイドレート域でこれまでに得られたデータの解析を行い、微地形、微細構造について論文にとりまとめた。

- (4) 古地磁気・岩石磁気研究

地球史における地磁気変動の実態解明を究極の目標とする。とりわけ、数千年～数十万年オーダーの古地磁気強度・方位の永年変動及び地磁気エクスカージョンの実態解明を進め、これらを地質年代推定に役立てる。並行して、これらの基礎となる岩石磁気学研究を行う。今年度は、赤道太平洋オントン・ジャワ海台堆積物の環境岩石磁気分析を行い、第四紀後期における陸源・生物源磁性鉱物の割合の変動が、炭酸カルシウム含有量変動と同期していることを明らかにした。また、オホーツク海および琉球海溝の堆積物試料について酸化溶出実験を行なった結果、時間とともに酸化鉄の形成と沈殿が起こることを明らかにするとともに、SQUID 顕微鏡を用いたマンガン酸化物の微細古地磁気層序の研究について、インバージョン手法の高度化を行った。科学研究費補助金による課題「北太平洋高緯度域における第四紀後期の地球磁場変動：古気候研

究とのリンケージ」及び、「地磁気エクスカッションと気候変動・海水準変動の相関性についての研究」を実施した（別項で報告）。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕複合年代層序、タイムスケール、フィリピン海プレート、テクトニクス、物理探査、古地磁気、岩石磁気

〔テーマ題目12〕統合地質情報の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕尾崎 正紀

（統合地質情報研究グループ）

〔研究担当者〕尾崎 正紀、脇田 浩二、巖谷 敏光、齋藤 眞、宝田 晋治、井川 敏恵、加藤 敏（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

1/20万シームレス地質図（100万凡例版・詳細版）を整備し、WebGIS 公開等を実施する。また、国際地質標準策定の会議等に参加し、標準化の国際連携を図る。更に、地質図に関する JIS 策定を分担し、地層名検索データベースを継続的に作成する。

本年度は、1/20万シームレス地質図については、全国において海岸線の修正、ポリゴン・ライン情報の追加等を行った。また、20万分の1日本シームレス地質図の閲覧用の WebGIS 機能を持つサイトを構築し、シームレス地質図の閲覧検索の機能を向上させた。地質図の標準に関わる研究では、改訂 JIS A0204に関連した地質用語集（新 JIS 用）の作成を共同で行った。地層名検索データベースは、データ更新のほか、英語版ページと Google Earth 形式ファイルの作成を行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕シームレス地質図、統合、数値地質図、標準化、データベース、JIS

〔テーマ題目13〕地質情報図の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕尾崎 正紀

（統合地質情報研究グループ）

〔研究担当者〕尾崎 正紀、脇田 浩二、齋藤 眞、吉川 敏之、宝田 晋治、田邊 晋、井川 敏恵、加藤 敏（常勤職員6名、他2名）

〔研究内容〕

1/5万シームレス地質図等を既存地質図編集及び現地調査を部分的によって作成し、それをベースとして大縮尺地質図データベースの構築を目指す。

本年度は、名古屋・京都・大阪・神戸及び周辺地域の1/5万地質図60地域について、凡例の統一化と地質境界の調整を行った。都市部の1/2.5万シームレス地質情報図については、人為的な地形改変に関する地質図表現の研究を進めた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕シームレス地質図、数値地質図、地理情報システム、大縮尺

〔テーマ題目14〕地質情報利用技術の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕尾崎 正紀

（統合地質情報研究グループ）

〔研究担当者〕尾崎 正紀、中川 充、齋藤 眞、森尻 理恵、吉川 敏之、宝田 晋治、川畑 大作、田邊 晋、井川 敏恵（常勤職員8名、他1名）

〔研究内容〕

社会に役立つ地質情報を創出し、分かりやすい地質情報発信のための研究を行う。

本年度は、野外調査データの効率的収集・整備の研究として、収集ツールの試作版を作成し、フリー・廉価版 GIS を使って整理・活用法に関する評価テストを行った。また、地すべりポテンシャルマップの研究として、ニューラルネットワークの手法を用いた地すべりの素因抽出プログラムのインターネット版の開発を行った。更に、地質情報を社会に分かりやすく発信する試みとして、20万分の1地質図幅「屋久島」に基づき、屋久島にて普及講演会を行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕標準化、統合化、ジオパーク、ジオツアー、地すべり、データベース、GIS

〔テーマ題目15〕アジア地質情報の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕尾崎 正紀

（統合地質情報研究グループ）

〔研究担当者〕尾崎 正紀、脇田 浩二、中川 充、巖谷 敏光、森尻 理恵、齋藤 眞、吉川 敏之、宝田 晋治、川畑 大作、加藤 敏、井川 敏恵（常勤職員9名、他2名）

〔研究内容〕

日本を含めたアジア地域の地質情報データベースの構築を行い、その情報整備のための基礎研究を実施する。

今年度は、CCOP の枠組みの中で、GEO Grid と連携しながら、OneGeology プロジェクト推進の一翼を担う研究を進め、オスロで開催された世界地質学会議（IGC33）において、OneGeology の一般公開を正式に開始した。また、同会議にて、アジア国際数値地質図（IGMA500）で日本担当している東・東南アジア地域の成果を発信した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕アジア、地質情報、データベース、CCOP、OneGeology

〔テーマ題目16〕地球物理図の編集とデータベースの構築に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕大熊 茂雄

（地球物理情報研究グループ）

〔研究担当者〕大熊 茂雄、駒澤 正夫、村田 泰章、名和 一成、牧野 雅彦、上嶋 正人、中塚 正、金谷 弘、大久保 綾子（常勤職員6名、他3名）

〔研究内容〕

1. 重力基本図の研究：中国・四国地域の重力基本図を1図（岡山）作成するとともに、中国・四国地域と近畿・中部地域で重力調査を実施した。上高地周辺で山岳地域の重力調査を開始した。
2. 空中磁気図の研究：福井平野地域の空中磁気異常データの処理を行った。
3. 地球物理データベースの研究：RIO-DBとして、重力データベースの構築を開始した。日本列島盤岩類物性データベースについては、中国地方中部地域と関東地方北部地域の物性情報の追加登録を行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地球物理図、重力図、空中磁気図、岩石物性、地球物理データベース

〔テーマ題目17〕火山地域の地球物理学的研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕大熊 茂雄

（地球物理情報研究グループ）

〔研究担当者〕大熊 茂雄、駒澤 正夫、中野 俊、石塚 吉浩、松島 喜雄、杉原 光彦、高倉 伸一、中塚 正、大久保 綾子、茂木 透、小川 康雄（常勤職員7名、他4名）

〔研究内容〕

火山体安定性評価技術の改良のため、富士火山東部地域5合目付近で地上電磁探査を実施した。この結果、当該地域の比抵抗構造は浅部の高比抵抗層と深部の低比抵抗層とに二分されることが分かった。火山体安定性評価図の作成に関し、岩手火山を対象に安定性評価手法を適用し評価図を作成したところ、見掛け比抵抗に加え磁気異常から山体の脆弱部に相当する変質域が抽出可能であることが明らかになった。浅間火山の2004年噴火前後の空中磁気探査データの時間変化を検討し、有意な変化を抽出して、成果の取りまとめを行った。イタリア・ストロンボリ火山の空中磁気探査データを解析し、3次元磁化構造をもとめて、その他のデータとの比較検討による解釈を行い、成果の取りまとめを行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕火山、有珠火山、ストロンボリ火山、山体崩壊、空中物理探査、重力探査、火山地域地球物理総合図、火山災害の軽減

〔テーマ題目18〕情報解析技術の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕大熊 茂雄

（地球物理情報研究グループ）

〔研究担当者〕大熊 茂雄、名和 一成、大久保 綾子（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

1. 重力変化の精密計測に関する研究：1) 犬山観測所での超伝導重力計（SG）観測による「紀伊半島南東沖地震に伴う重力変化の検出」に関する成果の公表、2) 浅間火山観測所でのシントレックス重力計（CG3M）と絶対重力計（FG5）との並行観測による「降雨・地下水流動に伴う重力変化の検出」に係わる成果の公表、3) 産総研地下水観測点（豊橋東、井内浦、本宮三越）におけるCG3M連続観測、4) 筑波大学におけるSG・FG5・CG3Mの比較観測、を実施した。
2. 火山地域の地磁気時空間変化に係わる研究：熱水流動に伴うピエゾ磁気効果および熱磁気効果に関して、2次元軸対称モデルを対象として数値計算を行うとともに、実データとしてインドネシア・メラピ火山の噴火に伴う地磁気変化データを取り込んで解析した。桜島火山の2005年空中磁気探査データと2007年探査データに対して磁気異常変化抽出を行った結果とその有意性について成果のとりまとめを行った。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕重力変化、地磁気変化、精密計測、地殻活動、シミュレーション

〔テーマ題目19〕古生物の記載・分類、環境指標、標準層序の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕利光 誠一（地質標本研究グループ）

〔研究担当者〕利光 誠一、中澤 努、兼子 尚知、長森 英明、中島 礼（常勤職員5名）

〔研究内容〕

各種動物化石の地質学的属性情報の標準化、環境指標及び年代指標の確立のため、古生代～新生代の動物化石の記載・分類やこれらを取り巻く標準層序、堆積相の研究を行った。古生代の標準層序、環境変遷の研究に関して、中国西南部や西南日本の古生代後期の石灰岩の起源と堆積プロセスを検討し、海洋島で形成されたことを明らかにした。また、岩相解析および炭素・酸素安定同位対比から、当時の海水準変動の様子を明らかにした。新生代第四紀の標準層序・環境指標の確立の研究として、関東平野中央部（埼玉県越谷市）で掘削したGS-KS-1コアにおいて、層相、テフラ、花粉化石、珪藻化石の解析を基に、房総半島の上総-下総層群境界に相当する海洋酸素同位体ステージ（MIS）12層準の特定を試み、掘削地点のMIS12層準は内湾相基底のベイラピメント面に相当すること、関東平野中央部では房総半島の上総-下総層群境界に相当する層準の上下で、房総半島で

見られるような層相の大きな違いはないことが明らかとなった。

【分野名】地質

【キーワード】石灰岩、コア試料、海水準変動、古環境解析、古生物、層序、同位体

【テーマ題目20】多様な岩石類の鉱物科学的研究（運営費交付金）

【研究代表者】坂野 靖行（地質標本研究グループ）

【研究担当者】坂野 靖行、角井 朝昭、奥山 康子、青木 正博、豊 遙秋（常勤職員4名（うち、他研究ユニット2名）、他1名）

【研究内容】

本研究では、日本列島に産する多様な岩石・鉱物標本について地質学的属性情報の標準化をはかることを目的として、構成鉱物の記載や化学組成等の検討を行った。今年度は、三重県亀山市加太市場に分布する石灰質変成岩から見出された新しい角閃石グループの鉱物であるカリ鉄パーガス閃石（理想化学式： $\text{KCa}_2(\text{Fe}^{2+}_4\text{Al})\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$ ）について、その結晶系、格子定数などを明らかにした。

【分野名】地質

【キーワード】全岩化学組成、X線粉末回折、記載、新鉱物

【テーマ題目21】地質標本データベースの研究（運営費交付金）

【研究代表者】利光 誠一（地質標本研究グループ）

【研究担当者】利光 誠一、角井 朝昭、兼子 尚知、坂野 靖行、中澤 努、長森 英明、中島 礼、奥山 康子、青木 正博、豊 遙秋（常勤職員8名（うち、他研究ユニット2名）、他1名）

【研究内容】

産総研地質標本館に研究試料として長年蓄積されてきた岩石・鉱物・化石などの地質標本は、「地質の調査」の研究成果を保証するファクトデータとして重要である。地質標本研究グループのミッションとして、これらの収蔵標本を軸にして標本情報の体系化と情報発信を進めてきた。本研究は RIO-DB によるデータベース公開と密接に関係して進めている。本年度は、新生代軟体動物等からなる岡本和夫氏の化石コレクションカタログのデータベース化を進めた。また、地質時代を代表する化石120点ほどをとりまとめてカタログ化した。

【分野名】地質

【キーワード】地質標本データベース、地質標本館、登録標本、カタログ

【テーマ題目22】地質リモートセンシングの研究（運営費交付金）

【研究代表者】佐藤 功（地質リモートセンシング研究グループ）

【研究担当者】佐藤 功、浦井 稔、二宮 芳樹、佐々井 崇博（常勤職員4名）

【研究内容】

2009年2月に発生した浅間山の噴火やフルネーズ火山の噴火に対応して ASTER による緊急観測を要請し、取得されたデータから火山灰の堆積域や地形変化を確認した。火山衛星画像データベースについては Google Earth から火山を検索できる新たな機能を付加した。地盤変動図の作成では、国内の関東平野・濃尾平野・大阪平野において干渉 SAR 技術による変動把握を行い、不明瞭ながら変動領域を明らかにした。さまざまな要因による地盤変動についても調査し、アジア諸国などでの複数の顕著な変動事例を確認した。また、ASTER 熱赤外データを用いた地表岩石の  $\text{SiO}_2$  含有量マッピングを試行した。誤差要因を解析し、実用化の可能性について検討した。物質循環の研究については、衛星データ重視型モデル BEAMS の高度化を行った。高解像度なシミュレーションに向けて、衛星・気候データの入出力部分を改良した。

【分野名】地質

【キーワード】リモートセンシング、画像データベース、画像解析、干渉 SAR 技術、岩石指標、モデルシミュレーション、物質循環

【テーマ題目23】地下水変動による地震・火山活動の予測（運営費交付金）

【研究代表者】小泉 尚嗣（地震地下水研究グループ）

【研究担当者】小泉 尚嗣、高橋 誠、松本 則夫、佐藤 努、大谷 竜、北川 有一（常勤職員6名、他16名）

【研究内容】

本グループは、東海地震予知事業における地下水観測分野を担当し、また、「地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）の推進について（建議）」（文科省測地学分科会）においても、地下水総合観測による地殻活動モニタリングシステムの高度化等を分担している。平成20年度の主な成果は以下の通りである。

愛知県～四国周辺に新たに設置した新規観測点のデータ等を用いて、南海トラフで発生する微動や短期的スロースリップをモニターし、今まで存在が十分には確認されていなかった紀伊半島南部での短期的スロースリップの検出に成功した。国の東海地震予知事業の一環として引き続き前兆的地下水位変化検出システムを運用し、愛知～紀伊半島の新規6観測点についても、気象庁への数値データ提供を開始した。地震に関する地下水観測データベースを引き続き公開し、新規観測点のデータを加えた。台湾成功大学との共同研究「台湾における水文学的・地球化学的手法による地震予知研究」を引き続き推

進し、産総研において第7回ワークショップを開催し連携を深めた。平成16年新潟県中越地震、平成19年新潟県中越沖地震に伴った地下水変化が地震の揺れによって生じたことを明らかにした。また、この2つの地震の規模・メカニズム・場所が同じであり、生じた地下水変化が類似していることから、地震時の地下水変化に再現性があることを示した。

【分野名】地質

【キーワード】地震予知、地震予測、地下水、活断層、地殻変動、地殻歪、地震、火山、東海地震、東南海地震、南海地震

【テーマ題目24】東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備（施設整備費）

【研究代表者】小泉 尚嗣（地震地下水研究グループ）

【研究担当者】小泉 尚嗣、高橋 誠、松本 則夫、佐藤 努、大谷 竜、北川 有一、関 陽児（地圏資源環境研究部門）、桑原 保人、重松 紀生、今西 和俊、木口 努、佐藤 隆司、山口 和雄、加野 直巳、住田 達哉、風早 康平、塚本 斉、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、角井 朝昭、下司 信夫、中島 隆、中江 訓、大坪 誠、及川 輝樹（常勤職員26名、他6名）

【研究内容】

東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測施設整備を、多数の研究員の協力を得て行った。平成20年度の成果は以下の通りである。

東南海・南海地震対象域である愛知県～四国の地域に10点の新規地下水等総合観測施設を完成させた。前年度の2点と合わせて合計12点となった。観測網のデータを統合化するため、産総研側のデータ受信および表示・解析システムの高度化作業を行った。また、平成20年度補正予算で、新たに2点の施設整備に着手した。

【分野名】地質

【キーワード】地震予測、地下水、地殻変動、地震、東南海地震、南海地震

【テーマ題目25】地震発生機構に関する研究（運営交付金）

【研究代表者】桑原 保人

（地震発生機構研究グループ）

【研究担当者】桑原 保人、木口 努、今西 和俊、長 郁夫、佐藤 隆司、白井 信正、重松 紀生、高橋 美紀

（常勤職員8名、他7名）

【研究内容】

本グループは、「地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）の推進について（建議）」（測地学審議会、

平成15年7月、対象期間：平成16～20年度）において、内陸活断層の深部構造・応力場の解明、地震発生の素過程に関する実験的研究や、「今後の重点的調査観測について（一活断層で発生する地震及び海溝型地震を対象とした重点的調査観測、活断層の今後の基盤的調査観測の進め方）」（平成17年8月、地震調査研究推進本部）においては、糸魚川－静岡構造線近傍で発生する微小地震の発生メカニズムの解明の研究を分担している。平成20年度の成果は下記の通りである。

フィールド研究として、糸魚川－静岡構造線（糸静線）の深部構造、応力場の解明のため、糸静線の北部領域として北緯35.9度以北を対象にマグニチュード0以上の161個の地震の震源決定を実施した。震源決定に際しては、糸静線の東西では地震波速度構造が大きく異なることが知られているため、地域ごとに適切な速度構造を適用した。最終的には、気象庁震源に比べ、数 km ほど浅くなる傾向となることが分かった。

活断層で脆性領域の最深部の応力状態を明らかにするための研究として、中央構造線（MTL）を貫くボーリングコア（掘削長600 m）の観察を行った。これによりMTLの断層岩は300℃以上の条件における塑性変形の後、200-250℃における地震性断層運動（シュードタキライト形成）、温度150-200℃における脆性断層、温度150℃未満における脆性断層と異なる条件で変形が重複していることが明らかになった。また高温高压変形実験により、細粒長石焼結体が温度800℃の条件において歪速度の増加により脆性-塑性遷移を起こすことを明らかにした。

実験室での研究としては、深部断層岩の塑性-脆性遷移領域における摩擦挙動を明らかにすることを目的に高温高压下での蛇紋岩の摩擦挙動を調査した。脱水反応が始まる手前までは塑性的な挙動を示したが、脱水が始まるとむしろ摩擦的な挙動を示すなど新しい知見を得ることが出来た。一方、深部断層の状態を把握する事を目的に弾性波速度測定システムを今年度に立ち上げ、測定の実施を行う予定であったが、測定用の試料ホルダーの作製に思わぬ時間を要し実施することが出来なかった。試料ホルダーは現在も調整中である。上記の実験よりもやや浅部の応力状態を評価するための岩石破壊実験では、垂直応力に微小な変動を加えた摩擦実験を行うため、垂直応力の制御方法について検討を加えた。固着すべりに伴う電磁気信号の発生機構解明の実験では、摩擦面に対して直角、平行に配置したセンサの信号を比較した結果、信号間に異方性が確認された。また同時に取得した AE と電磁気信号の比較から、両信号発生後には垂直方向の断続的な運動が生じたことを示す証拠は得られなかった。

【分野名】地質

【キーワード】活断層、深部構造、地殻応力場、脆性-塑性遷移、岩石破壊実験、すべり実験

## [テーマ題目26] 地殻構造の研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 山口 和雄 (地殻構造研究グループ)

[研究担当者] 山口 和雄、横倉 隆伸、加野 直巳、  
牧野 雅彦、大滝 壽樹、伊藤 忍、  
住田 達哉、駒沢 正夫、稲崎 富士、  
横田 俊之 (地圏資源環境研究部門)、  
(常勤職員9名、他1名)

## [研究内容]

2003年宮城県北部地震震源域において、不均質性検出のための実験を前回実験の南部隣接域で実施し、前回は明瞭には捉えられなかった地殻深部や断層面に起源をもつと推定される明瞭な反射波を検出した。2回の実験の差異が断層面の不均質性に起因することが示唆された。反射法測線で観測した自然地震の解析結果を学会誌に公表した。関東平野中部の大宮台地周辺で実施した既往地下構造調査をとりまとめ、地表兆候のない荒川断層の推定域の地下に向斜構造が伏在すること、久喜断層や元荒川構造帯の深度1 km 程度までには断層状の地層変形が見られないことを明らかにした。断層関連褶曲の研究で養老断層の極浅部の地下構造調査データを解析し、深度40 m から10 m、比高30 m の撓曲をイメージングした。

[分野名] 地質

[キーワード] 不均質、断層面、地球内部、地下構造、平野部

## [テーマ題目27] 火山活動の研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 中野 俊 (火山活動研究グループ)

[研究担当者] 中野 俊、星住 英夫、川辺 禎久、  
石塚 治、下司 信夫、古川 竜太、  
石塚 吉浩、松本 哲一、及川 輝樹、  
伊藤 順一、中村 仁美、中川 光弘、  
嶋野 岳人 (常勤職員10名、他3名)

## [研究内容]

国の火山噴火予知研究を分担し、活動的火山の噴火履歴を明らかにするとともに火山地質図を作成し、日本の第四紀火山活動の時間空間分布を明らかにする研究の実施を目的としている。平成20年度においては、十勝岳火山、樽前火山、九重火山、諏訪之瀬島火山の4火山について火山地質図作成のための調査を実施した。このうち十勝岳火山と樽前火山については本年度で調査を完了し、地質図原図を完成した。また、第四紀火山の時間空間分布を明らかにするために、中部九州、伊豆小笠原諸島などの第四紀火山岩類の年代測定を実施した。

[分野名] 地質

[キーワード] 活火山・噴火履歴・火山地質図・第四紀火山活動

## [テーマ題目28] マグマ活動の研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 篠原 宏志 (マグマ活動研究グループ)

[研究担当者] 篠原 宏志、高田 亮、田中 明子、

齋藤 元治、松島 喜雄、東宮 昭彦、  
森 健彦、鬼沢 真也

(常勤職員6名、他3名)

## [研究内容]

火山熱水系のモデル化に向けて、一般的なモデルについて熱水系のシミュレーションを行い、脱ガス量、脱ガスの深度、媒質の透水係数によってこれらのバリエーションが説明されうることを示した。特に脱ガスの起きる深度が海水面の上か下かで、形成される熱水系がかなり異なってくることを示した。火山の熱的活動を把握するため、昨年度に引き続き携帯型赤外カメラによる撮影法を開発し、空中赤外熱映像の観測を雌阿寒岳で行った。また、桜島、口永良部島、薩摩硫黄島および雌阿寒岳の各火山の地表面温度分布図を作成した。これまでに得られた地表面温度分布図から、噴気の温度、放出量、温度異常域の拡がりによってタイプ分けをした。

富士山、箱根、薩摩硫黄島、口永良部島において連続地殻変動観測を実施した。富士山・口永良部島では電話回線などによるデータ回収を行い、準リアルタイムの連続観測を実施した。京都大学防災研究所と共同で実施した口永良部島の観測では9月～12月に山頂部の膨張が検出された。口永良部島において SO<sub>2</sub>放出量観測を京都大学防災研究所と共同で実施し、地殻変動と同期する火山ガス放出量の増加を明らかにした。噴気活動が活発化した吾妻山にて、噴気組成および周辺の調査を実施し、従来噴気とは全く異なる新たな熱水の供給があることを明らかにした。

樽前山1667年輕石噴火の岩石学的分析を行った。斑晶の組織や累帯構造の解析から、噴火直前だけでなく、もっと前(おそらく数十～数百年前)にもマグマ混合があり、マグマ溜まりの状態が大きく変化したことが分かった。薩摩硫黄島火山のマグマ供給系の物理化学モデル構築のために、7300年前の大規模噴火の降下軽石および火砕流堆積物の火山岩(試料数13)およびメルト包有物(試料数55)の主成分元素濃度測定を実施した。その結果、噴火初期には流紋岩質のマグマが、噴火後期にはデイサイト質のマグマが噴出していることが明らかになり、噴火直前にマグマ溜まりが化学的に成層していた可能性が示唆された。

伊豆大島のY4噴火の火道の調査を実施し、マグマの貫入、噴火、ドレーンバックのプロセスを明らかにした。インドネシアの火山地域において、ASTERのGDEMからレリーフマップを作り、ロンボク島で地形分類を行った。その結果、カルデラ噴火を起こす火山は、カルデラ噴火をしない火山にくらべて規模が大きいことが明らかとなった。砂を用いた火山噴火のアナログ実験法を開発した。衛星データを用いて干渉SAR解析を行い、Long Valley Caldera地域におけるカルデラ付近の隆起量や地熱発電プラントに伴う沈降、およびそれらの時間変化を得ることに成功した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕火山、マグマ、噴火予知

〔テーマ題目29〕 マグマ熱水系に関する研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕森下 祐一

（マグマ熱水系研究グループ）

〔研究担当者〕森下 祐一、小笠原 正継、濱崎 聡志、清水 徹、倉橋 映里香、堀江 憲路、齋藤 元治、宮城 磯治

（常勤職員6名、他2名）

〔研究内容〕

地球科学では多種の微細な鉱物からなる岩石試料や、鉱物内に複雑な構造を持つ試料を扱う必要がある。このような地質試料を簡単な系で代表させることは困難であり、複雑な系から成る地質不均質系を解明するためには、微小領域において現象の本質を研究する必要がある。このため、高感度・高質量分解能の大型二次イオン質量分析装置（SIMS）を研究手法とし、火山の噴火メカニズム研究や鉱物資源探査等の社会的に重要な課題に適用した。

微小領域における定量手法の開発では、SIMS の高い深さ方向分解能で金鉱石の黄鉄鉱中に金ナノ粒子を見出し、この成果により国際共同研究が開始された。また、この微小領域定量法を日本最大の金鉱床である菱刈鉱床に適用し、石英脈中の黄鉄鉱のコアとリムについて金とヒ素濃度の相関関係を明らかにし、論文発表した。

マグマ熱水系における流体の性質を推定する目的で、豊羽鉱床のインジウム含有閃亜鉛鉱について、X線顕微鏡による試料表面観察を行い、インジウムの分布を特定した。インジウムは鉱物成長縞に局所的に濃集し、気液二相の流体包有物が僅かに存在することを明らかにした。また、九州の四万十層群を基盤とする菱刈鉱床と串木野鉱床の成因に関する考察を論文発表した。

火山体内部に形成されるマグマ-熱水系の特徴を、熱水変質帯に生じた二次鉱物の産状や同位体組成などから明らかにする目的で、昨年度に引き続き雲仙 USDP-4 コア解析を行った。炭酸塩鉱物の生成深度と酸素・炭素同位体組成の相関関係を詳細に検討し、浅部の地下水系と深部の大規模熱水系が存在すると結論付けた。火山の噴火メカニズム研究では、SIMS による桜島火山メルト包有物の二酸化炭素濃度測定のため、新たな標準ガラス試料を作成した。また、パキスタン西部チャガイ地域では、主成分・微量成分等分析に基づき、白亜紀ラスコー火山岩類が島弧マグマの特徴をもつことを明らかにした。

希土類元素、特に重希土の供給障害が近年問題となっている。燐灰石中には、モナズ石などの希土類元素に富む鉱物が包有されており、燐灰石の希土類元素濃度を正確に把握するためには、微小領域における分析が不可欠である。インドの Beldih 鉱床とイランの Chador Malu

鉱床から採取した燐灰石の希土類元素濃度を分析し、希土類元素パターンの考察を行った他、モナズ石との関連についても検討を進めている。

地球の成り立ちを研究するためには、「太陽系の一員としての地球」との視点が必要である。初期太陽系固体物質の形成進化を解明するため、始原的な初期太陽系固体物質である炭素質コンドライト隕石のコンドリユールについて、短寿命放射性核種<sup>26</sup>Al による高精度の SIMS 年代測定を行い、FeO に乏しい TypeI コンドリユールについて CAI 形成後170-250万年の結果を得た。また、CO コンドライトのタイプ I コンドリユールは、普通コンドライトのコンドリユールと同時期に形成したことが初めて明らかになり、コンドライト化学グループ間に見られるコンドリユール多様性は、原始惑星系円盤における形成時期ではなく、形成場所に起因することが強く示唆される論文を公表した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕 マグマ熱水系、熱水変質帯、二次イオン質量分析装置、SIMS、同位体分析、定量分析、金、ヒ素、メルト包有物、燐灰石、隕石

〔テーマ題目30〕 長期変動の研究（運営費交付金）

〔研究代表者〕伊藤 順一（長期変動研究グループ）

〔研究担当者〕伊藤 順一、宮城 磯治、桑原 拓一郎、大坪 誠、西来 邦章

（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

岩手火山の地熱活動史を明らかにするために、噴気地域において地質調査を実施すると共に、資料収集を行った。一方、活動が活発化している桜島火山の活動推移を把握するために、気象庁から提供された火山灰試料に対して構成物分析、鉱物組成分析および細粒物の XRD 分析を行った。その結果、2005年以降桜島昭和火口における噴気活動が活発化している過程が物質科学的に明らかとなった。また、中部日本地域の広域的な火山活動史を解明するために、八ヶ岳および四阿火山周辺で地質調査を行い、年代測定用岩石試料を採取し、K-Ar 年代測定を実施した。日本列島における長期的間マグマ活動史に対する岩石学的モデルの構築を目指して、北上山地に露出する高 Mg 安山岩の採取ならびに全岩化学・同位体組成分析を実施した。過去の応力場を明らかにするための手法として、野外地質調査に基づく小断層解析法ならびにボーリングコアを用いた古応力場解析法を開発した。また、現在の地殻応力場を明らかにする手法として、地震発震機構を用いた応力テンソル・インバージョン解析法を開発した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕 長期変動、火山体構造解析、活動史変遷解析、地殻変動モデル、地殻応力場解析

手法

(常勤職員5名、他1名)

【テーマ題目31】 長期的地質及び地殻変動の研究：深部地質環境研究コア（運営費交付金）

【研究代表者】 伊藤 順一（長期変動研究グループ）

【研究担当者】 伊藤 順一、宮城 磯治、桑原 拓一郎、大坪 誠、西来 邦章、Nguen Hoang、渡部 史郎、牧野 雅彦、住田 達哉、松本 哲一、風早 康平、高橋 正明、高橋 浩、森川 徳敏、安原 正也、大和田 道子、稲村 明彦、大場 武、半田 宙子、仲間 純子、宮下 由香里、小林 健太、高橋 美紀、間中 光雄、高橋 学、竹田 幹郎  
(常勤職員17名、他9名)

【研究内容】

成層火山の浅層地下水系に大きな影響を与えていると考えられる大規模山体崩壊の痕跡を明確にするために、岩手火山地域において精密重力観測を行い、地質調査結果を基に、火山体の内部構造について検討を実施した。また、北海道東部地域の巨大カルデラ火山の噴火履歴と地下水系に対する検討のために、爆発的な噴火活動史解明のための野外地質調査と噴出物分析用試料を採取した。北海道東部の巨大カルデラ群（屈斜路・摩周カルデラ）を対象として、巨大噴火準備過程におけるマグマ変遷に対する岩石学的モデル化に必要な塩基性火山岩類および爆発的噴火堆積物の試料採取を昨年引き続き実施し、鉱物組成分析を行った。北海道東部地域において巨大カルデラ群が出現するに至った長期的な火成活動史を検討するために、屈斜路から紋別地域に分布する新第三紀～第四紀火山岩を対象として地質調査および採取採取を行った。これと共にカルデラ火山周辺の地下水系の解明のための河川・湧水・温泉水調査及び水試料採取を実施し、化学・同位体分析を行った。

地殻変動に関する研究では、青森県の太平洋沿岸域の隆起沈降活動の変遷を明らかにするための野外地質調査を実施し、該当地域の段丘編年の為に重要となる鍵テフラの同定と、年代測定用試料および微化石分析を行う為、風成堆積物に対する連続試料採取を行った。このほか、房総地域において新たに開発した小断層解析を適応して古応力場変遷を明らかにするための野外地質調査を行った。

【分野名】 地質

【キーワード】 長期変動、火山活動、隆起・侵食活動、地下水変動、断層活動

【テーマ題目32】 深部流体の研究（運営費交付金）

【研究代表者】 風早 康平（深部流体研究グループ）

【研究担当者】 風早 康平、安原 正也、高橋 正明、塚本 斉、森川 徳敏、大和田 道子

【研究内容】

活動的火山である浅間山、樽前山、十勝岳、雌阿寒岳において、COMPUSS システムを用い火山噴煙の SO<sub>2</sub> 放出量の観測を実施した。また、北千島エベコ山において噴気ガス採取と（水蒸気）放出量観測および周辺の地下水調査を実施した。これらのデータと噴気の化学組成を基に各種化学物質の噴煙による放出量についてまとめた。これらの観測結果は、火山における物質収支の基礎資料とし、主に火山活動予測、火山の周辺への影響評価などの目的で活用される予定である。

八ヶ岳とその周辺域における地下水、温泉水の滞留時間と起源の解明を目的として、当該地域で採取した水試料25本について CFCs 濃度とヘリウム同位体比の測定を行った。その結果、CFCs 濃度から得られた滞留時間の推定値は、過去にトリチウム濃度に基づいて得られたそれらと整合的であった。一方、ヘリウム同位体比は、温泉水中へのマントル起源物質の混入を示唆しており、その影響はフォッサ・マグナに沿った地点においてより明確であった。

【分野名】 地質

【キーワード】 火山、深部流体、噴気ガス、地下水

【テーマ題目33】 深層地下水の研究：深部地質環境研究コア（運営費交付金）

【研究代表者】 風早 康平（深部流体研究グループ）

【研究担当者】 風早 康平、安原 正也、高橋 正明、塚本 斉、森川 徳敏、大和田 道子、芝原 暁彦、尾山 洋一、稲村 明彦  
(常勤職員5名、他4名)

【研究内容】

中国地方北東部（兵庫県北部、鳥取県東部、島根県西部域等）において地下水、湧水、温泉水の集中的な採取作業を行い、深層地下水の起源や深部流体混入プロセスの解明のための化学分析を行った。その結果、鳥取-兵庫県北部の沿岸域において80-95℃に達する主に天水を起源とし、マントル起源ヘリウムに富む深層地下水が存在することが明らかとなった。

北陸地方（富山県）、東北地方（青森県・岩手県・宮城県）および北海道東部-中央部地域において、温泉水、河川水、ガス等の試料採取、流量の観測を行い、これまでに採取した試料と併せ、化学・同位体組成分析を進めた。

一方では、阿武隈花崗岩地域の白沢掘削サイトの異常高圧を示す裂隙水の湧水圧・水質などの継続調査を行った。徐々に、水頭は低下しているが、水質等に変化はない。氷河期に涵養されたと考えられる亀裂地下水の賦存量について今後検討を行う予定である。

【分野名】 地質

【キーワード】 深層地下水、起源、深部流体、化学・同



## 位体組成

## 〔テーマ題目34〕アジアの海岸沿岸地域における基礎地質情報と環境保全に関する研究

〔研究代表者〕 齋藤 文紀

(沿岸都市地質研究グループ)

〔研究担当者〕 齋藤 文紀、村上 文敏、七山 太、田村 亨(常勤職員4名、他1名)

## 〔研究内容〕

東南アジアから東アジア沿岸域の保全と防災に資するため、これらの地域を対象に、CCOP-DelSEA プロジェクト「東南アジアと東アジアのデルタにおける統合的地質アセスメント研究」と地質科学国際共同研究(IGCP)-475「モンスーンアジア太平洋地域のデルタ」プロジェクトを推進するとともに、関係国と連携して国際共同研究を遂行し、海岸沿岸域における基礎地質情報の収集と解析を行った。平成20年度は、IGCP-475の第5回年会を平成20年10月～11月に中国の上海と青島で開催し、100名を超える参加があった。CCOP-DelSEA プロジェクトの会合は、沿岸侵食に焦点をあてて、平成21年3月に韓国で開催した。ベトナム科学技術院との共同研究では、ホーチミン資源地理研究所と共同で、メコンデルタのチャービン地域の沿岸侵食とメコンデルタの形成史に関してとりまとめを行い、一部を国際学術誌に投稿した。中国地質調査局青島海洋研究所との共同研究では、渤海、黄海、長江沖から採取したボーリングコアや音波探査記録の解析を共同で行い、一部を国際学術誌に投稿した。カンボジア地質鉱物総局とのメコンデルタ低地の共同研究は、メコンデルタの形成史に関して国際学術誌から公表した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 アジア、デルタ、沿岸、平野、地球環境

## 〔テーマ題目35〕大都市圏が位置する平野地下地質の調査・研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕 木村 克己

(沿岸都市地質研究グループ)

〔研究担当者〕 木村 克己、田辺 晋、小松原 純子、根本 達也(常勤職員3名、他4名)

## 〔研究内容〕

地質分野重点課題の都市地質プロジェクトの研究として、首都圏東部の中川低地南部から東京低地、および荒川低地に分布する沖積層を主な対象として、その地下地質構造と堆積環境、土質工学的特性を明らかにし、それらを基礎に沖積層の堆積モデルと地震時の地盤振動特性の評価を行うことを目的に、ボーリング調査・コア解析、ボーリングデータの収集・数値化や3次元モデル構築・表示ツールの開発、軟弱地盤の力学試験等の調査・研究を実施している。今年度は、荒川低地中流域での検討を新規に進めるために、埼玉県さいたま市桜区の荒川河川

敷においてオールコアボーリング調査(GS-SSS-1)とPS 検層を実施し、コア試料の堆積相、物理特性、化学元素含有量、放射性年代を解析した。その結果から、下位から礫質河川堆積物(深度40-31 m)、砂質河川流路堆積物(深度31-28 m)、氾濫原堆積物(深度28-20 m)、内湾堆積物(深度20-16 m)、デルタフロント堆積物(深度16-7 m)、氾濫原堆積物(深度7-1 m)からなることを明らかにした。東京低地における3地点で採取したボーリングコアについて、計76試料の放射性炭素年代値を測定し、それらの年代・深度分布を明らかにした。こうした層序・堆積相の解明により、東京低地、中川低地、荒川低地における沖積層の形成過程とその堆積環境の違いをより明らかにすることができた。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 平野、沖積層、3次元地質モデル、ボーリングデータ、土質試験、反射法探査、データベース

## 〔テーマ題目36〕海岸沿岸域の地質調査と環境調査のための調査解析技術の研究(運営費交付金)

〔研究代表者〕 齋藤 文紀

(沿岸都市地質研究グループ)

〔研究担当者〕 齋藤 文紀、村上 文敏、七山 太、田村 亨、西村 清和(常勤職員5名、他1名)

## 〔研究内容〕

地中レーダーや浅海用のマルチチャンネル音波探査機器、チャープソナーなどの野外における調査機器の開発と改良、及び堆積物の解析手法の高度化の研究を行っている。導入した高分解能音波探査装置を中海(鳥取・島根県)で使用し、実水域での探査記録を得た。既存の音波探査装置の記録と比較し、数10 cmの地層分解能で、探査が可能であることを確認した。アナログ式表層探査装置をデジタル化して記録の分解能を向上させ、中海の浚渫地の地形・地質調査に適用し、ヘドロ層分布を捉えることを可能にした。また、サイドスキャンソナー等の使用機材の取扱説明書等を整備し、誰でも使用できる体制を整えた。土地・地質条件とレーダー記録との相関については、電波の減衰要因となる泥層や海水の浸透によりレーダーの透過深度が小さい一方で、含水率の低い砂丘などの砂質堆積物ではレーダーの透過深度が大きいたことが明らかになった。10～30 cmの地層分解能で九十九里浜平野において相対海面変動を複数の地域で求め、当地域の傾動と相対海面変動との関係を明らかにした。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 沿岸、平野、地球環境、音波探査、地中レーダー

**〔テーマ題目37〕 沿岸生物と物理環境のモニタリングと  
数値モデル構（運営費交付金）**

〔研究代表者〕 湯浅 一郎（沿岸海洋研究グループ）

〔研究担当者〕 湯浅 一郎、橋本 英資、高橋 暁  
（常勤職員3名、他2名）

**〔研究内容〕**

広島湾の水温・塩分・濁度・水質等（7項目）についてデータを整理し、鉛直分布図として過去5年度分をWeb で公開した。また海田湾に設置した海上浮体実験室において得られたデータは Web で公開継続中である。

海岸生物の長期変遷の要因を把握し、沿岸生態系の健全性を維持する方策を見いだすために、呉周辺の海岸生物についてベルトトランセクト法、および個体数を計測する水平モニタリングによる調査を継続し、2008年は7月31日から8月2日、呉周辺の5定点で実施した。この他、宇品、竹原などでカメノテ、イボニシに関する生物調査を行った。呉周辺では1990年代半ばからの種数の漸増が続いていること、また2000年代に入ってから、宇品など広島湾の最奥部も含め、相当広範囲にわたりカメノテの分布域の拡大や個体数の増加が確認されている。

また、瀬戸内海大型水理模型の代わりとなるよう瀬戸内海全域を対象とした瀬戸内海数値シミュレータについて、密度流・吹送流を再現可能とするため、河川からの淡水流入や風・日射等の気象条件が考慮できるモデルへと改良した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 沿岸生物調査、物理環境、長期モニタリング、瀬戸内海全域数値モデル

**〔テーマ題目38〕 流況制御とスラグを利用した沿岸環境  
保全に関する研究（運営費交付金）**

〔研究代表者〕 谷本 照己（沿岸海洋研究グループ）

〔研究担当者〕 谷本 照己、湯浅 一郎、山崎 宗広  
（常勤職員3名、他1名）

**〔研究内容〕**

アマモ場の保全と造成のための要素技術について検討した。海砂に替わる人工アマモ場基盤材として高炉スラグの適応性を調べるため、広島県三津口湾において各種高炉スラグや浚渫土との混合から成る人工基盤に移植されたアマモの生育について、移植後5年目のモニタリングを継続して行った。アマモ生育について基盤材に含まれる有機物と栄養塩の観点から検討した結果、アマモ移植初期からの活発な生育のためには、スラグに浚渫土などを混合して栄養塩や有機物等を含有させる必要があること、およびスラグ100%の場合では、初期におけるアマモの育成は悪いが移植後3年目あたりから株数が増加し、これは時間の経過と共に栄養塩等のアマモの育成条件が整ったためであり、5年目においてもアマモ株数が増加することを確認した。

尼ヶ崎港に設置したスラグパネルへの付着生物の追加

調査を実施し、付着生物種類数と個体数を明らかにした。また、瀬戸内海大型水理模型により大阪湾奥部における停滞水域の流況を改善する手法について、鉛直循環流を発生させる技術の効果を明らかにした。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 鉄鋼スラグ、アマモ場造成、垂直護岸スラグパネル、停滞水域、循環流

**〔テーマ題目39〕 沿岸・外洋域の環境変遷及び物質循環  
に関する研究（運営費交付金）**

〔研究代表者〕 田中 裕一郎（物質循環研究グループ）

〔研究担当者〕 田中 裕一郎、丸茂 克美、鈴木 淳、  
長尾 正之（常勤職員4名、他12名）

**〔研究内容〕**

金属鉱床地帯などから供給される有害重金属の土壌や河川から沿岸域における挙動のモニタリング手法の開発のために、有害重金属の存在形態分析を行うことを目的とし、青森市の堤川及び駒込川周辺の平野部で土壌試料を50箇所採取し、ヒ素や硫黄、鉄などの元素濃度を測定し、18箇所ヒ素含有量がバックグラウンド値を超過していることを明らかにした。堤川と駒込川の河川水のヒ素濃度を測定し、これらのヒ素が八甲田地熱系から運ばれていることが確認された。これらのデータに基づいて、八甲田地熱系の火山由来のヒ素が河川を經由して青森平野に沈殿していることを明らかにした。

沖縄県西表島をモデル海域として、塩分等の水質観測を行い環境モニタリングの基礎データを集積、検討した。その結果、沖縄県西表島周辺における水温塩分等の水質観測より、台風接近による水温低下作用がサンゴ礁の温度環境の安定化に重要な役割を果たしていることが明らかになった。また、西表島東方のサンゴ礁海域について水質変動の時空間特性を解析した。西太平洋各地からのサンゴ骨格について重金属元素分析を実施し、マンガン濃度等の広域的パターンを明らかにした。

炭素循環に関連した物質循環変動を解析するため、北西・赤道太平洋における生物起源炭酸塩沈降粒子の沈積量変動と ENSO 現象との関係の解析を行った。その結果、水温躍層が急激に浅くなるとともに沈積量が増加することが明らかとなった。また、ラニーニャ現象時期は、東経175度と西経170度の間で、その現象が急激に変化していることが明らかとなった。後期第四紀にける地球環境変化と親潮、黒潮混合海域の栄養塩、一次生産等の物質循環との関係の解明のために、親潮と混合水域の植物プランクトンの季節変動について詳細に解析を行った。その結果、栄養塩供給量変化に関連して、海洋一次生産者の珪藻と円石藻の大繁殖期の時期が異なっていることが判明した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 有害重金属、土壌、沿岸、地球温暖化、炭素循環、気候変動、古海洋学、サンゴ

礎

## [テーマ題目40] 地球化学図の研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 今井 登 (地球化学研究グループ)

[研究担当者] 今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、  
太田 充恒、久保田 蘭  
(常勤職員5名、他2名)

## [研究内容]

全国及び大都市周辺の地球化学図を作成し、有害元素の広域分布と地域の地質特性等諸要因を総合的に解析してバックグラウンド値の評価を行う解析・評価法を検討した。千葉県北部周辺地域から河川堆積物と土壌試料の採取を行った。これらの試料を分析して化学組成を求め、そのデータを基に地理情報システム上に元素の分布と各種の背景データを重ね合わせ、両者の相関と統計解析を行った。

[分野名] 地質

[キーワード] 地球化学図、河川堆積物、環境汚染、有害元素

## [テーマ題目41] 地球化学標準試料の研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 今井 登 (地球化学研究グループ)

[研究担当者] 今井 登、御子柴 真澄、太田 充恒、  
岡井 貴司、久保田 蘭、寺島 滋  
(常勤職員5名、他1名)

## [研究内容]

あらゆる地質関連試料の分析の基礎となる地球化学標準試料として、鉍石 (豊羽鉍山) の標準試料を作成し JZn-2 とした。この試料の主成分及び微量成分元素について共同分析を行って標準値を設定した。また、分析法の検討として既調製試料の主・微量成分の精密分析を実施し、標準試料の各種情報をデータベースとしてインターネット上で公開した。さらに、標準試料の ISO 対応のため ISO に準拠した標準試料の作成法の検討と ISO 認証値を得るための共同分析等の作業を行った。また、ISO 対応のためのシステムの作成と書類の整備を行い、ISO 認定機関による標準試料を生産するための審査を受けた。

[分野名] 地質

[キーワード] 標準試料、岩石、鉍物、堆積物、化学組成、同位体

## [テーマ題目42] 地球化学の研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 今井 登 (地球化学研究グループ)

[研究担当者] 今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、  
太田 充恒、久保田 蘭、寺島 滋  
(常勤職員5名、他2名)

## [研究内容]

地殻における元素の地球化学的挙動解明の研究として、

日本の土壌・堆積物における微量元素の研究、炭酸塩中の元素の挙動と分析法の研究、火成岩の地球化学的研究、鉄・マンガン水酸化物中の元素の挙動の研究を行った。

[分野名] 地質

[キーワード] 地球化学、土壌、炭酸塩、火成岩、鉄・マンガン水酸化物

## [テーマ題目43] 火山学の評価に関する研究 (運営費交付金)

[研究代表者] 須藤 茂 (地質情報研究部門)

[研究担当者] 須藤 茂 (常勤職員1名)

## [研究内容]

火山学の評価研究の一環として、火山活動の推移の予測について研究者の意見が一致しないときに、どのように対応すべきかを判断するために、事例調査と火山周辺の住民に対するアンケート調査を行った。火山研究者の中には、研究者集団の意見をまとめて、1つのルートから情報を出すようにすべきであるとの意見と、個々の研究者の見解を自由に発言すべきとの意見がある。噴火活動の予知・予測について研究者の見解が分かれてしまったときに、住民がどのように判断するかアンケート調査を行った。回答は選択式で、1) いろいろな意見があっては困るので研究者の間で1本化して欲しい、2) 役場等の公の機関がどれか1つの見解を選んで住民に知らせてくれればよい、3) 最終的に住民が自分で判断するので、いろいろな見解があってもよい、の3種用意した。結果は、1) が24%、2) が34%、3) が34%であった。研究者間で意見を統一してから発表して欲しいという要求は、4分の1以下であり、いろいろと研究者間で見解の不一致があるのは容認するという意見の方が圧倒的に多かった。

また、わが国では、火山活動の推移の予測に関しては、成功例がほとんどない。より定量的に確率を求めるためには、個々の火山の事例だけでは明らかに不足であるので、国内のできるだけ多くの事例から、噴火前の現象を中心に、パターン予測の可能性について検討した。噴火前の事象として、最も多く報告されているのは地震活動であり、効果的に予知に結びつく結果が得られたのは山体変動である。高い確率で噴火に至った前兆現象としては、ほかに鳴動、噴気異常、熱異常があることが明らかになった。

[分野名] 地質

[キーワード] 評価、火山学、火山災害、噴火予知、火山活動の推移、アンケート調査

## [テーマ題目44] 島弧における大陸地殻の形成と発達 (運営費交付金)

[研究代表者] 中島 隆 (地質情報研究部門)

[研究担当者] 中島 隆 (常勤職員1名)

## [研究内容]

西南日本白亜紀花崗岩類および変成岩類に含まれるジルコンの ICP 質量分析計によるウラン-鉛年代測定の結果から、島弧型変成帯にみられる泥質ミグマタイトは従来考えられていたように移動濃集して花崗岩質マグマとなることはないことを示し、国際学会で発表した。また、今年度は ICP 質量分析計による測定の他に SHRIMP (高感度高分解能イオンプローブマイクロアナライザー) によるウラン-鉛年代測定の準備を開始し、測定用試料マウントを作成、カソードルミネッセンス像を撮影した。

東南海地震に関連する地震地下水プロジェクトで得られた熊野酸性岩の600 m ボーリングコア試料について、花崗斑岩に含まれる変成岩ゼノリスおよびゼノクリストの記載と鉱物の EPMA 分析の結果から、堆積岩源の上部地殻物質が花崗岩質マグマに成分として取り込まれる過程を考察した。

【分 野 名】地質

【キーワード】白亜紀、花崗岩、ミグマタイト、ジルコン、ウラン-鉛年代測定、熊野酸性岩、ボーリングコア、花崗斑岩、変成岩ゼノリス

【テーマ題目45】沿岸海域の海洋地質の研究 (運営費交付金：政策予算-沿岸域調査)

【研究代表者】池原 研 (海洋地質研究グループ)

【研究担当者】池原 研、片山 肇、荒井 晃作、辻野 匠、井上 卓彦、村上 文敏、岡村 行信、多恵 朝子、今村 孝子 (常勤職員7名、他2名)

【研究内容】

地質情報に乏しい沿岸域の地質情報の整備と沿岸域のよりよい調査手法の確立が本調査研究の目的である。本年度は能登半島北方海域において、反射法音波探査と海底堆積物の採取を行った。反射法音波探査では、能登半島北西端の海岸沖合に完新世堆積層を変位させる活断層の存在を初めて明らかにした。また、能登半島北方では第四系を変位させる断層の存在が認定できた。海底堆積物の分析結果は能登半島西方～北西方には細粒の完新世堆積物が広く分布するのに対し、北方では完新世堆積物は海成生物遺骸を含む砂礫質堆積物からなることが確認された。これらの完新世堆積物の下位には一部を除いて3-4万年前の堆積物が広く分布し、最終氷期最盛期の堆積物の分布は非常に限られていることが分かった。また、沿岸域調査で今後取得される及びこれまでに産総研で取得してきた反射法音波探査記録のためのデータベースシステムを導入し、海域の地質情報の整備に着手した。

【分 野 名】地質

【キーワード】沿岸域、活断層、音波探査、堆積作用、能登半島

【テーマ題目46】沿岸大都市圏地下調査手法開発 (運営費交付金：政策予算-沿岸域調査)

【研究代表者】木村 克己 (地質情報研究部門)

【分 野 名】地質

【キーワード】首都圏、関東平野、新潟平野、地下地質、地質構造、ボーリングデータベース、反射法探査、ボーリング調査、層序、地盤、三次元モデル、地震動、地下水

【テーマ題目46-1】新潟地域の沿岸陸域を中心とする浅層地盤のボーリング調査資料の収集とデータベース構築に関わる研究

【研究代表者】木村 克己 (地質情報研究部門)

【研究担当者】木村 克己、水野 清秀 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

新潟平野における浅層地盤の三次元地質モデルを構築するために、主に新潟県の許可を得て、同県発注の公共工事関連のボーリング資料の収集とその数値化・データベースの構築を進める。今年度は、ボーリング柱状図 (全3300点) とそれらのうち特にモデル作成上重要な1000点のボーリング柱状図を xml 形式で電子化してデータベースを構築した。これらの業務によって、新潟市街地区を除く地域については、1 km に1点以上の数値化されたボーリングデータを整備することができた。

【テーマ題目46-2】関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究：浅層地盤の地下地質・構造に関する研究

【研究代表者】木村 克己 (地質情報研究部門)

【研究担当者】木村 克己、小松原 純子、田辺 晋、中島 礼、吉田 邦一、中西 利典、竹村 貴人 (日本大学)、石原 与四郎、江藤 稚佳子 (福岡大学)、関口 春子 (京都大学防災科研究所)、八戸 昭一 (埼玉県環境科学国際センター)、中山 俊雄 (東京都土木技術センター)、小田 匡寛 (埼玉大学) (常勤職員5名、他9名)

【研究内容】

沖積層の層序・堆積・3次元地質モデルに関する研究では、東京低地臨海部および荒川低地下流部において層序ボーリング調査とコアの高精度解析の研究を実施して、沖積層の基準となる層序・堆積システムの確立と堆積環境の復元を行った。沖積層の地盤工学特性に関する研究では、地震動特性評価に必要な動土質特性値の解明を目的に、軟弱地盤をなす沖積粘性土の動土質特性を室内試験で検討し、超鋭敏粘性土と通常の粘性土との比較を行った。地震動の応答特性評価に関する研究では、沖積

層の地盤物性モデルを用いて大正関東地震の地震動の再現シミュレーションを実施した。また、中川低地観測網の地震記録、および、同地域で実施した微動アレイ観測の記録を用いて表面波の位相速度を求め、地質構造の推定を行った。

**[テーマ題目46-3] 関東平野の地震動特性と広域地下水流動系の解明に関する地質学的総合研究：中深層地盤の地下地質・構造に関する研究**

**[研究代表者]** 水野 清秀 (島弧堆積盆研究グループ)

**[研究担当者]** 水野 清秀、中澤 努、山口 和雄、加野 直巳、大滝 壽樹、住田 達哉、横倉 隆伸、伊藤 忍、駒澤 正夫、安原 正也、宮越 昭暢、山口 正秋、稲村 昭彦、森川 徳敏、佐藤 秀幸、本郷 美佐緒、納谷 友規、中里 裕臣 (農村工学研究所)、八戸 昭一 (埼玉県環境科学国際センター)、須貝 俊彦 (東京大学)、林 武司 (秋田大学)、宮下 雄次 (神奈川県温泉地学研究所)、藪崎 志穂 (立正大学)  
Stephen B. Gingerich (USGS)  
(常勤職員13名、他11名)

**[研究内容]**

地質標準の確立に関する研究では、関東平野中央部における地下地質について、基準となる層序、地質・物性の対比標準を構築するために、ボーリング調査とコア解析を行った。菖蒲コアの解析の結果に関して、関東平野中央部の模式層序として、層相区分、珪藻分析による海成・非海成層区分などをとりまとめた。反射法探査による地下地質構造に関する研究では、基準となる地下地質構造を得るために、加須低地—大宮台地—荒川低地—入間台地を横断する30 km 長の測線に沿って、反射法探地地震査を実施してきた。今年度はそれらを統合した解析を行い、1 km 深度まで極めて明瞭な反射断面を得た。重力探査による中深層地下地質構造に関する研究では、埼玉県の草加地域について、測点間隔50~300 m の精密測定による470点程のデータを編集し3次元解析を行った。その結果、中川に沿って南北に低重力異常が伸びており、河床堆積物の分布と整合するが調査域の南側でも中川の西側に広がっているのが判明した。広域地下水流動系に及ぼす地質構造の影響評価に関する研究では、荒川右岸地域、埼玉県熊谷地域、茨城県南部地域、千葉県北西地域、東京都区部における水源井から採取した水試料に基づき、関東平野中央部における地下水の水質と同位体組成の空間分布を詳細に検討した。

**[テーマ題目47] 沿岸域の地質・活断層調査—陸域の地質調査 (運営費交付金：政策予算—沿岸**

**域調査)**

**[研究代表者]** 水野 清秀 (島弧堆積盆研究グループ)

**[研究担当者]** 水野 清秀、尾崎 正紀、宮地 良典、小松原 琢、田邊 晋、竹内 圭史、川畑 大作、中西 利典、稲崎 富士、卜部 厚志 (常勤職員7名、他3名)

**[研究内容]**

陸域と沿岸海域とをつないだシームレス地質図を作成し、活断層や地下地質を含めた統合化された地質情報を提供することを目的として、本研究では陸域の地質調査とシームレス地質図の作成を行う。平成20年度は、能登半島北部地域と、新潟(越後)平野を中心とした地域において20万分の1のシームレス地質図の作成を行った。また新潟平野西縁部に伏在する角田・弥彦断層の位置や活動度、さらに沖積層の地質特性を明らかにするためのボーリング調査を実施した。

シームレス地質図の作成においては、既存の地質図や論文を元に若干の野外調査結果を加え、編集作業を行ったが、特に海域の地質図との整合性を考え、先第四系の凡例区分を一部簡略化すると共に、第四系や活構造について詳細に表示した。また、能登半島北部では、北側の海域に及ぶ5測線での地質断面図を作成した。

新潟平野西縁部では、ボーリング調査を実施し、断層通過位置を挟んで隆起側で84 m 長、沈降側で154 m 長のコアを採取した。またボーリング孔を利用して物理検層を実施した。今回掘削したコアの密度測定、岩相の観察、放射性炭素年代測定、珪藻分析などを行い、既存コアの再解析を含めて、断層にほぼ直交する地質断面を作成した。その結果、断層の平均上下変位速度が3.5~4.0 mm/yr 程度と見積もられ、また堆積速度と堆積環境が急変する層準から複数回分の断層活動時期が推定できる可能性が示された。

**[分野名]** 地質

**[キーワード]** 沿岸域、地下地質、シームレス地質図、ボーリング調査、活断層、能登半島、新潟平野

**[テーマ題目48] 陸海接合の物理探査の研究—重力調査 (運営費交付金：政策予算—沿岸域調査)**

**[研究代表者]** 大熊 茂雄  
(地球物理情報研究グループ)

**[研究担当者]** 大熊 茂雄、駒澤 正夫  
(常勤職員2名)

**[研究内容]**

能登半島北部沿岸域の重力データ空白域の解消と精度の確保を目指して、海底重力調査を実施し、観測データに既存の陸上重力及び船上重力各データを取り込み重力図を編集した。この結果、重力異常の急変部が海岸線近傍の浅海域に分布することが明らかとなり、当該地域で

の地質・地下構造の境界の存在が示唆され、そのいくつかはショートマルチチャンネル音波探査により新たに認定された海底活断層と対応する。技術開発の観点から当該地域で実施した空中重力調査の結果、測線間隔を2kmに設定することにより国内での既往の調査に比較し高品質なデータの取得に成功し、陸上データとの比較検討からデータの再現性について確認できた。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕重力調査、海底重力、空中重力、重力図、重力基盤

〔テーマ題目49〕陸海接合の物理探査（反射法）の研究  
（運営費交付金：政策予算－沿岸域調査）

〔研究代表者〕山口 和雄（地殻構造研究グループ）

〔研究担当者〕山口 和雄、横倉 隆伸、加野 直巳、大滝 壽樹、伊藤 忍、住田 達哉、内田 利弘、横田 俊之  
（常勤職員8名）

〔研究内容〕

旧石油公団（現在、石油天然ガス・金属鉱物資源機構、JOGMEC）が能登半島沖で実施した昭和48年度および昭和60年度の基礎物理探査の海域反射法地震探査データのうちで能登半島沖の測線の一部（7測線、計222.2 km）を再処理し、断層および基盤構造を解釈した。再処理では、屈折法解析・DMO・マイグレーション・深度変換等、過去の処理では適用されなかったデータ処理項目も適用した。新潟の沿岸陸域で浅部対象の反射法地震探査を実施し、場所によっては最深で1000 m程度までの反射面を捉えたが、角田山東縁断層の推定通過域は深度200 m以深のイメージが不明であった。本調査は平成21年度実施予定の陸海を繋ぐ反射法の子察的調査であり、次回調査の仕様決めの参考とする。反射法地震探査の効率的な実施のため、調査機器を購入・整備した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地下構造、反射法地震探査、陸海接合、活断層

#### ⑩【環境管理技術研究部門】

（Research Institute for Environmental Management Technology）

（存続期間：2004. 5. 1～）

研究部門長：原田 晃

副研究部門長：小林 幹男、田尾 博明

主幹研究員：竹内 浩士、近藤 裕昭

所在地：つくば西、つくば中央第5

人員：70名（68名）

経費：919,284千円（323,759千円）

概要：

#### 1. 部門のミッション

環境管理技術研究部門では、持続的発展可能な社会の実現に向け、経済産業の発展と安全・安心な環境を両立させるため、産業起源の環境負荷のマネジメントに関する科学技術研究開発を行い、環境技術産業の振興・創出を図るとともに環境関連政策の立案・実効へ貢献することをミッションとしている。

#### 2. 研究開発の方針

社会的・政策的ニーズおよび緊急性の高い研究課題として、環境診断、有害化学物質のリスク削減、都市域の資源循環・廃棄物リサイクルおよび地球温暖化対策技術評価などを第2期中期における部門の重点課題に設定し、研究を行ってきた（3.参照）。

「製品」に繋がる「第2種基礎研究」の実践とともに新規技術シーズを創出する「第1種基礎研究」を推進してきた。

#### 3. 重点研究課題等

##### 〔重点課題1〕環境診断技術の開発

環境を監視し、その機能を調べるための、①環境負荷物質の連続監視技術と、②環境負荷物質に対する自然浄化機能の診断技術を開発する。また、生体への影響を評価するため、③生体内化学物質の高感度分析装置と、④生体内で化学物質により発現される遺伝子のセンシング技術を開発する。これらの技術開発を通して、将来、誰もが容易に身の回りの生活環境情報にアクセスできる社会、自然の浄化機能を活かした安全で安心な社会、生体診断やトキシコゲノミクスなど次世代の環境診断産業において国際競争力を有する社会の創出に貢献する。

##### 〔重点課題2〕有害化学物質リスク削減技術の開発

有害化学物質のリスク削減に向けて、適切な排出低減技術に取り組む。すなわち、小規模発生源からの化学物質および難分解性・難処理性物質の排出低減技術を開発する。極微量でも有害性／蓄積性のある物質や非意図的の生成物に対して低濃度・広域に対応できる技術開発および自然の浄化機能を強化したパッシブな新技術の開発を目指す。未規制物質・非意図的の生成物を含めた総合的な化学物質リスク管理を目指して、製造から使用、廃棄に至る各ステージで排出、環境中挙動の評価手法を構築する。ナノ物質やバイオマス燃料等、今後利用が盛んになるであろう物質、技術についても、環境への影響を評価する手法を検討する。産総研国際戦略構想に沿い、アジア環境エネルギーパートナーシップを構築する。

##### 〔重点課題3〕都市域最終処分量削減技術の開発

都市域における廃棄物最終処分量の削減に向け、資源の循環・再利用を増進する技術を開発する。小型電気電子製品を主な対象とし、高度選択粉碎、多素材同時分離回収、多元素同時抽出／採取／除去、有価物再生などの工程から成るプロセスを開発する。また、このリサイクル技術システムについてエネルギー消費、コストパフォーマンス、社会受容性を含めた、地域社会への適合性を評価する手法を開発する。

[重点課題4] 地球温暖化関連物質の環境挙動解明と二酸化炭素対策技術評価

京都議定書の第2約束期間（2013年以降）をも視野に入れ、温暖化関連物質に関して将来排出シナリオ、環境影響評価、削減効果の科学的検証および国際的活動への貢献を行う。フィールド観測に基づく温暖化物質の挙動の定量的解明、CO<sub>2</sub>など地球温暖化関連物質の大気、海洋、植生圏での循環モデルに基づいて、陸域生態系及び海洋での炭素吸収・放出量評価手法を開発する。当部門が先導する逆問題解法に基づいて CO<sub>2</sub>放出・抑制シナリオや排出抑制効果の評価・監視手法を開発する。また、二酸化炭素海洋隔離に対しては、現場観測と室内実験を実施し、海洋循環モデル・生態系モデルと組み合わせた評価を行う。また、メタン、亜酸化窒素等の温暖化気体の海洋中動態を調査し、将来の海洋環境変化や海洋利用に対する評価手法を開発する。国内外との研究協力を通して成果の相互利用と標準化などを行う。

外部資金

経済産業省 技術振興課委託費 平成20年度試験研究調査委託費（地球環境保全等試験研究に係わるもの）

- 「高い分子移動拡散性を有するマイクロメソ多孔体を利用した VOC 処理技術の開発に関する研究」
- 「臭素系難燃剤の簡易迅速分析法の開発と放散過程の解析」
- 「環境中での嫌気性アンモニア酸化活性の測定と廃水及び自然浄化の最適条件の研究」
- 「高残留性人工フッ素化合物の環境動態メカニズムの解明と安全性評価に関する研究」
- 「有害試薬フリー・オンサイト水質モニタリング装置の開発」
- 「アジア陸域炭素循環観測のための長期生態系モニタリングとデータのネットワーク化促進に関する研究」
- 「1価銅イオンを利用した銅リサイクルプロセスの実用化へ向けた研究」
- 「大気汚染モデル高精度化のための沈着過程組み込みに必要な物理化学定数の測定に関する研究」
- 「親生物気体の同時連続測定による生態系監視技術の

開発」

経済産業省 技術振興課委託費 平成20年度試験研究調査委託費（環境技術開発等推進費に係わるもの）

- 「外場援用システム触媒による持続発展可能な VOC 排出抑制技術に関する研究」

経済産業省 技術振興課委託費 産業技術研究開発委託費 基準認証事業

- 「新規 POPs 候補物質の分析法の標準化」
- 「光触媒材料のバイオフィルム抑制効果評価方法に関する標準化」

経済産業省 平成20年度産業技術研究開発事業（中小企業支援型）

- 「海水中炭酸系物質測定装置の実証評価」
- 「表面剥離粉碎特性評価装置の実証評価」

文部科学省 科学技術振興調整費 科学技術総合研究委託 重要課題解決型研究等の推進

- 「生物化学テロにおける効果的な除染法の開発」

文部科学省 科学研究費補助金

- 「硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌による堆積物からの硫化物の溶出抑制機構」
- 「ラドンを用いた複雑地形を含む安定大気境界層中の物質輸送の研究」
- 「無機炭酸利用能を持つ細菌群集の海洋物質循環課程への関わり」
- 「還元反応に基づく生体蓄積性有機フッ素化合物の非焼却分解・無害化システム」
- 「X 線励起による金属酸化物表面の高度親水化現象の機構解明と応用」
- 「電気化学活性団修飾核酸プローブに基づくラベル化フリー遺伝子検出法」
- 「感性バイオセンサの開発」
- 「健康影響が懸念される PM2.5 粒子状物質のわが国風上域での動態把握」
- 「希土類金属リサイクルのための溶媒抽出分離モデルの開発」
- 「ロジウム抽出剤開発のための金属抽出挙動及び溶液錯体構造解析」
- 「含フッ素炭素化合物の酸性度に関する基礎的研究」
- 「CFD を用いた大気環境評価手法の標準化に関する研究」

環境省 平成20年度廃棄物処理等科学研究費補助金

- 「廃棄物系バイオマスと熱硬化性樹脂の共処理による有用資源の回収と燃料の製造」
- 「循環型社会ビジョン実現に向けた技術システムの評

価モデル構築」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業

「貴金属リサイクルのための新金属分離回収プロセス開発」

「先端電子機器に含まれる有害化学物質の溶出試験法開発と国際標準化」

「マイクロ抽出分離 表面ソフトイオン化質量分析法による潜在的有害性高分子量化合物の解析技術」

「光触媒能を有する多色調光材料の開発」

「触媒機能を付与した吸着剤と酸素プラズマの複合システムによる低濃度 VOC の低温完全酸化技術の開発」

「低コスト省エネルギー型太陽電池用 Si 製造方法の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究協力事業「提案公募型開発支援研究協力事業」助成

「難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物処理による合理的分解技術の開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

「ナノ粒子特性評価手法の研究開発 キャラクターゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発」

「革新的部材産業創出プログラム 新産業創造高度部材基盤技術開発 マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト」

「環境汚染物質削減先導研究開発 廃液・工程液中の有害イオン新規分離法の研究開発」

その他（文部科学省経由）

平成20年度地球観測技術等調査研究委託事業「海洋二酸化炭素センサー開発と観測基盤構築」

「二酸化炭素データの標準化法」

平成20年度地球観測技術等調査研究委託事業

「SKYNET サイトにおけるエアロゾル直接観測のサンプリング・計測システムの統一」

その他（鉄鋼業環境保全技術開発基金）

「環境および生態影響評価のための亜鉛等重金属の高感度精密形態分析法の開発」

「酸素安定同位体比測定による森林生態系における炭素循環の解明」

「バイオマス由来溶媒を用いた使用済み電気電子機器からの資源」

「富栄養化内湾堆積物からの硫化物溶出抑制機構」

その他（独立行政法人科学技術振興機構）

重点地域研究開発プログラム（シーズ発掘試験）

「マイクロ・ナノバルブ技術を活用した半導体ウェハ、治工具の洗浄技術開発」

「オゾンマイクロバブルを用いる高 BOD 廃液処理技術の開発」

その他（財団法人北海道中小企業総合支援センター）

地域資源活用型研究開発事業

「(地域イノベーション) 炭鉱ガス管理技術に基づく新方式メタンガスセンサの開発」

その他（社団法人日本ファインセラミックス協会）請負

「可視光応答型光触媒のラウンドロビンテスト用標準試料の作成・ベンチマークテストおよび性能に及ぼす光源の効果の検討（流通式）」

発 表：誌上発表167件、口頭発表358件、その他63件

計測技術研究グループ

(Measurement Technology Group)

研究グループ長：田尾 博明

(つくば西・つくば中央第5)

概 要：

従来の環境計測技術にバイオ・ナノ技術を融合させた次世代環境診断技術を開発するため、その基盤となる分析装置、センサ類の試作と性能評価を実施する。平成20年度は、1) 毒物センサでは約20種類の毒物に対する応答特性を明らかにし、生物素子は1年以上保存できることを確認した。ストリップングボルタンメトリーでは電極作製圧力を制御し一定感度の電極作製を可能とした。全自動監視装置を作製し長期試験での感度安定性を2倍以上向上させた。2) 抗体標識法とキャピラリー電気泳動法によりレジオネラ菌と大腸菌を区別可能とした。キャピラリーへの注入量を下げ分離再現性を大幅に向上させた。質量分析法による微生物同定ではクラスター解析手法により株レベルでの識別確度を上げ、微生物の化学物質分解能との相関を求めた。必要微生物量を1/200以下、1コロニーでも測定可能とした。3) 電気泳動/ICP 質量分析装置に顕微システムを組入れ、ネブライザーの噴霧条件の影響を直接観測可能とした。8連アレイスポッターを開発し、従来では不可能だった nL レベルの高精度分注を実現した。遺伝子プローブを固定化したアレイ電極は所定の性能を与えることを確認した。4) 昨年度原案を作成した、灯油中の硫黄の化学形態別分析法の標準仕様書 (TS) が承認された。また、環境測定 JIS 全体のあり方について国レベルでの先導的な議論を体系的に行った。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目4、テーマ題目



**粒子計測研究グループ**

(Particle Measurement Group)

研究グループ長：遠藤 茂寿

(つくば西・つくば中央第5)

**概要：**

環境に多大な影響を及ぼす微粒子状汚染物質によるリスクの削減を図るため、当グループでは微粒子状物質の計測、及び排出抑制技術の開発・高度化を行なうと共に、国内・国際標準化、規格化を目指す。そのため、排出削減が進まない塗装工場における揮発性有機化合物や粒子状物質の排出抑制技術の開発を行う。燃焼施設を発生源とする大気中浮遊粒子状物質 (PM10/PM2.5) の濃度を簡便かつ精度よく測定可能な定流量等速吸引法のダスト試料採取システムと低濃度ダストを簡便・迅速に測定可能な ISO 準拠の大容量ダスト試料採取技術の開発、及び標準化を行う。また、ナノサイズ粒子の環境や生体への影響を適切に試験・評価するための基礎技術として、液相ナノ粒子分散系の調製法、及び評価手法を確立するとともに、有害性評価試験で使用可能な液相ナノ粒子分散系試料の作成・提供を行うことで、ナノ粒子の適切なリスク評価法の確立に貢献する。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 6、テーマ題目 7、テーマ題目 8

**未規制物質研究グループ**

(Potential Pollutants Group)

研究グループ長：堀 久男

(つくば西)

**概要：**

ペルフルオロオクタン酸 (PFOA) 等のペルフルオロカルボン酸類や、ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) 等のペルフルオロアルキルスルホン酸類およびそれらの誘導体は界面活性剤として使用されてきたが、近年その環境残留性や生体蓄積性が懸念されている。そこで我々はその環境対策の指針の構築のために必要な環境分析法の開発、動態の解明と分解・無害化法の実現に取り組んでいる。20年度は ISO 国際標準分析法「パーフルオロオクタンスルホン酸及びパーフルオロオクタン酸の定量-未ろ過試料の固相抽出及び液体クロマトグラフ/質量分析法」(ISO25101) を発行した。この方法は飲料水、地下水、表層水 (河川水・海水等) 中の PFOS (2.0 ng/L~10000 ng/L) と PFOA (10 ng/L~10000 ng/L) の定量に適用されるものである。また、ガラス螺旋版を用いた実験装置により PFOA のヘンリー定数 (大気・水間における分配係数) を測定し、 $5.0 \text{ mol dm}^{-3} \text{ atm}^{-1}$  という値を得た。これまで揮発性に乏しい PFOA が北極域等の都市部から相当離れた場所に存在する理由については、

揮発性が高い前駆体が長距離輸送された後に PFOA に変換する等の様々な説があったが、我々の結果は PFOA が大気経路で長距離輸送される効果が無視できないことを明確に示している。さらにペルオキシ二硫酸塩を用いたペルフルオロカルボン酸類の温水分解法を開発し、80°C程度の温水中で最も迅速にフッ化物イオンと二酸化炭素まで分解させることが出来た。この方法により PFOA の代替物として普及しつつあるペルフルオロエーテルカルボン酸類についてもフッ化物イオンと二酸化炭素まで迅速に分解させることに成功した。

研究テーマ：テーマ題目 9

**環境分子科学研究グループ**

(Environmental Molecular Science Group)

研究グループ長：脇坂 昭弘

(つくば西)

**概要：**

気相・液相における分子間相互作用、クラスター生成過程、粒子 (エアロゾル) 生成過程に関する物理・化学的研究法を確立し、環境中の化学物質の挙動を実験的に解明するため、以下の研究に取り組んだ。

## 1. 工業ナノ粒子の環境中動態解析に関する研究：

代表的な工業ナノ粒子であるフラーレン ( $C_{60}$ ) 環境中の動態変化を実験的に解析するため、加熱昇華法によって  $C_{60}$  をフローチャンバー内に分散し、チャンバー内の凝集・拡散過程を走査型モビリティ粒径計測法とキャビティリングダウン分光法により計測した。フラーレンナノ粒子の凝集・拡散挙動モデルにより実験結果の解析を試みた。

## 2. 分子科学的手法による環境計測技術の開発：

液相クラスター質量分析法、マトリックス単離赤外分光法、キャビティリングダウン分光法、粒子計測法の高感度化により、液相及び気相のクラスター及びエアロゾルの計測技術について研究した。

研究テーマ：テーマ題目 10

**光利用研究グループ**

(Photoenergy Application Group)

研究グループ長：根岸 信彰

(つくば西)

**概要：**

有害化学物質リスク削減を目的として、1) 大気及び水中の環境汚染物質・有害化学物質の光分解除去技術の開発、2) ナノ粒子の暴露影響評価手法の開発、及び 3) 光触媒材料の性能試験方法の標準化を行う。1) については、効率を大幅に向上させるために光触媒材料の複合化、既存光触媒の可視光応答性や電荷分離効率の向上、光触媒反応の促進等に関する研究、及び無公害・低コスト化を可能とする小規模光触媒分解装置の

開発を行った。複合化による機能性材料として、高吸着能・高活性光触媒の調製とナノポーラスシリカとの混合系光触媒の試作を引き続き行った。また、効率と選択性の向上につながる重要な情報である触媒の活性と活性酸素の関係も明らかにした。光触媒分解装置の開発に関しては、当所で開発した VOC 分解装置の長期運用可能性の確認、及び気相中有機リン化合物の処理を目指した装置の試作・試験運用を行った。2)については、大気開放下に暴露された酸化ナノ粒子から定常的に生成される活性酸素種の定性・定量方法を新たに確立した。3)については、光触媒材料のトルエン除去性能試験方法の JIS 最終案作成、可視光応答型光触媒材料の NO<sub>x</sub> 及び VOC 除去性能評価方法の検討、バイオフィルム形成阻害・分解効果の評価法に必要なシアノバクテリア試供菌の死滅を判別するための条件決定等を行った。

研究テーマ：テーマ題目 4

#### 励起化学研究グループ

(Excited State Chemistry Group)

研究グループ長：尾形 敦

(つくば西)

概要：

揮発性有機化合物排出量を平成22年度において平成12年度比で3割削減する目標を達成するため、主に中小固定排出源用の VOC 分解装置の開発指針を得ることを目標とする。

オゾン分解触媒に関しては、プラズマと触媒の複合方法を検討した結果、プラズマと触媒を二段で用いた方が同触媒を有効に活用できることが明らかになった。プラズマ駆動触媒法の高度化については、酸素プラズマ中における高い触媒活性と優れた吸着能力を備えた触媒の開発を進め、銀/モルデナイトの他に銀ナノ粒子を Y 型のゼオライトやモレキュラシーブ13X に担持した触媒を得た。

一方、「光学顕微鏡-ICCD カメラ」を用いた触媒表面における低温プラズマの直接観察からは、銀の他、銅、ジルコニウムなどの金属を担持したゼオライトでもプラズマの生成面積が広がることを明らかにした。赤外円二色性の解析に関しては、(S)-イブプロフェンの解析を行い、IUPAC 命名法を適用する際の不具合を修正する新たな立体配座コードの提案を行った。さらに、結晶多形の問題とも深く関係する、ラセミ混合物が自然分晶せず、ラセミ結晶として析出する根本原因を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 11

#### 吸着分解研究グループ

(Adsorption and Decomposition Technology Research Group)

研究グループ長：菊川 伸行

(つくば西)

概要：

当グループは、吸着技術や分解技術を駆使して NO<sub>x</sub> や VOC、廃プラスチック等による環境リスクを削減する革新的なシステムの開発及びそのための吸着剤等の素材開発を目指している。具体的には、下記の研究目標をめざして研究を進めている。

##### 1) 大気環境のリスク削減に関する研究

主に VOC の新規吸着回収技術に取り組み、マイクロ波・高周波等のスチームレス脱離技術について実用化のための要素技術の高度化を行う。また、そのための新規吸着剤の創製に関しては、高い VOC 吸着能と大きな吸脱着速度とを兼ね備えたシリカ系多孔体の、実用化を視野に入れた性能向上を図るとともに多孔質シリカ膜等を創製する。さらに、大気圧低温プラズマやマイクロ波等の物理的な外場を利用した排ガス処理技術についての基礎データを取得する。

平成20年度には、高周波磁気加熱方式の 50m<sup>3</sup>/min 規模の吸着回収装置製品化への課題克服に向けた磁界シミュレーションと発熱・伝熱挙動解析を行い、大型吸着体の一様加熱の見通しを得たほか、シリカ吸着剤開発では、真空脱離工程をベースとする吸着回収システムを構築し、ペレット状に成型した新規シリカ系多孔体の VOC 吸着剤としての評価に着手した。

##### 2) プラスチックリサイクルに関する研究

都市域最終処分量削減をめざした分散型リサイクルシステム構築をめざし、そのための分離技術（ハロゲン、金属、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂等）の開発と装置化の研究、並びに単体分離された個別プラスチックリサイクル技術の高度化やバイオマスとの共存下でのリサイクル技術の開発を主要課題として、水平移動床方式熱分解法と溶媒可溶分解法を技術ベースに、マイクロ波照射法等も援用しつつ目標達成をめざして研究を進める。また、培われたポテンシャルを活かして緊急な社会ニーズにも対応していく。

平成20年度には、廃木材からエポキシ基板を可溶化できる溶媒を高い収率で製造できることを見出したほか、廃プラスチックの性状に応じた資源化方法を探索し、冷蔵庫断熱材（ポリウレタン）と廃電線絶縁材（架橋ポリエチレン）について、資源化方法の検討を継続し、装置選択についての知見を得た。

研究テーマ：テーマ題目 1、テーマ題目 4、テーマ題目 12、テーマ題目 13

#### 浄化機能促進研究グループ

## (Advanced Remediation Group)

研究グループ長：辰巳 憲司

(つくば西)

## 概要：

有害化学物質リスク削減のため、当グループでは、省エネ・低環境負荷型土壌修復技術の研究と、省エネ・低環境負荷型廃水・廃液処理技術の研究を行っている。

- 1) 省エネ・低環境負荷型土壌修復技術の研究では、自然が持つ浄化能力を強化した環境修復技術の開発を目指す。本年度は、堆肥中の溶存有機物や熱処理した DNA でも土壌中での多環芳香族化合物 (PAHs) の移動を促進させ、植物への吸収を増加させたり、PAHs の微生物分解性も向上させることを明らかにした。
- 2) 省エネ・低環境負荷型廃水・廃液処理技術の研究では、重金属を含むスラッジや有機汚泥の削減ができる廃水・廃液処理技術の確立を目指す。本年度は、実用化に成功した濃厚廃液の処理法について引き続きフォローアップ研究を行った。また、発生するスラッジを削減するため、重金属水酸化物のスラッジではなく含水率の少ない金属酸化物スラッジとして処理する技術を検討した。その結果、常温フェライト法を確立するとともに、加熱が必要であった水酸化銅の沈殿から酸化銅への変換を室温で可能にすることに成功した。

研究テーマ：テーマ題目14

## 融合浄化研究グループ

(Chemical and Biological Purification Research Group)

研究グループ長：高橋 信行

(つくば西)

## 概要：

水中微量有害物質の高度処理技術や環境低負荷型の処理プロセスの確立、微生物生態系機能の解明・評価・制御をめざして、環境中での嫌気性アンモニア酸化活性 (ANAMMOX) の測定と廃水および自然浄化機能の最適化、染色事業所排水に含まれる難分解性有機物を対象としたオゾン処理と生物処理との併用による難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物処理による合理的分解技術の開発について検討した。

環境中での ANAMMOX の測定と廃水および自然浄化機能の最適化の検討に関する研究では、極めて微弱な ANAMMOX 活性を迅速かつ正確に測定するためのプロトコルを確立した。それを用いて、基質(亜硝酸)と ANAMMOX 活性の関係を、天然(淡水湖沼底泥)と実験室(集積培養系)の微生物系を対象に検討し、Kinetic parameters を求めた。また、ある淡水湖沼での ANAMMOX 活性のホットスポットを室内

モデル実験で再構築し、活性の集積・維持に亜硝酸の存在が必要であることを証明した。淡水圏・陸圏での ANAMMOX 微生物の16S rRNA gene のデータベースを構築し、その環境での ANAMMOX 微生物の特徴をもとに分子生態学的手法のツールを開発した。

難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物処理による合理的分解技術の開発に関する研究では、ベトナムで稼働させている2 m<sup>3</sup>/d 規模のオゾン・生物処理装置のオゾン処理部を用いて、微細気泡型接触塔による高効率オゾン処理について検討し、従来型の散気型接触塔と比較して DOC および色度除去における初期反応速度の向上効果を明らかにした。さらに、ベトナムの染色事業所において連続式でのオゾン・生物処理装置の稼働を行い、オゾン処理を導入することによる DOC の除去促進ならびに高オゾン注入による色度除去効果を明らかにした。また、共同研究先であるベトナム科学技術アカデミーから3名の研究者を招聘し、オゾン・生物処理に関する水質分析方法および安全性評価方法を教示し、技術研修を行った。

研究テーマ：テーマ題目17

## リサイクル基盤技術研究グループ

(Advanced Recycling Technology Research Group)

研究グループ長：小林 幹男

(つくば西)

## 概要：

環境保全及び資源安定確保の立場から、複合素材型廃棄物である小型電子・電気機器廃棄物等を対象に有害物質の除去・拡散防止、有価物とりわけ資源安定確保上重要である希少金属再生利用増大のための技術開発を目指し研究を推進した。排出地域に近接した新規分散型リサイクルシステム構築のために、環境低負荷省エネルギー型コア技術として、コンパクトでフレキシブル、ユニバーサルなリサイクルプロセスのための技術開発を行ってきた。粗粒段階でのスクラップ選別システムの開発を推進するとともに、複合素材型廃棄物の多素材同時分離技術の開発のため、多様な素材が共存する粒子群を対象に、遠心場の中で高精度な素材毎粒子分離が可能なコロリセパレーターを開発、連続供給型試作機を作製した。さらに、めっきや触媒などを選択的に剥離する破砕法の研究を推進した。また、貴金属やレアアース化合物蛍光体の形状・成分を液相中において制御し、再生材等を高性能化する技術の開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目1

## 金属リサイクル研究グループ

(Metals Recycling Group)

研究グループ長：田中 幹也

(つくば西)

概要：

金属循環型社会を構築するためには、省エネルギー的、高選択的な金属分離回収技術の開発が不可欠である。当グループでは、溶媒抽出法や吸着法による精製技術、電解法による採取技術などの革新を達成することにより、二次資源や鉱石からの金属回収に関する新規プロセスを提案することを目標としている。また排水中の有害金属を、酸化還元法、沈殿法、抽出法、吸着法等により除去し無害化することも検討している。今年度は、省エネルギー的銅電解採取、貴金属の抽出分離、使用済み無電解ニッケルめっき液からのニッケル回収、希土類金属の回収技術等について研究した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目16

大気環境評価研究グループ

(Atmospheric Environment Study Group)

研究グループ長：近藤 裕昭

(つくば西)

概要：

大気環境評価研究グループでは、地表に近い大気中の物質の輸送過程を中心に研究を進めている。当研究グループでは二酸化炭素の大きなリザーバーの一つである陸域生態系の二酸化炭素の吸収量を測定する Eddy Covariance 法 (EC 法) を開発してきているが、今年度はその精度向上のため、問題点が指摘されている夜間移流の影響についてラドンをトレーサーとして評価した。二酸化炭素は土壤中および地上の植生からも夜間、呼吸のために発生するが、ラドンは土壤中にしか発生源が無く、両者の輸送過程を比較することで土壌起源の二酸化炭素と地上植生からの二酸化炭素の輸送を分離し、乱流による上方への輸送と、移流による斜面下方への輸送分離することができる。ラドンの測定結果は、土壌から発生したラドンのうち約1/3が移流により斜面下方に流れ、2/3が上方へ輸送されることが示唆された。このことから EC 法による夜間の CO<sub>2</sub> 発生量 (NEE) は1.2~3倍程度過小評価であることが示唆された。岐阜県高山市における観測塔で、二酸化炭素濃度およびフラックスについて継続的に観測およびデータの整理を行い、それぞれ WMO/GAW の WDCGG および AsiaFlux にデータ提供を行った。またタイ王国サケラートにおける観測について機器の劣化や落雷等の影響によるデータ取得率の低下を回復するため、可能な範囲で修復を行い、最低限の観測を実施した。

研究テーマ：テーマ題目3、テーマ題目15

地球環境評価研究グループ

(Global Environment Study Group)

研究グループ長：田口 彰一

(つくば西)

概要：

地球環境評価研究グループは、産業活動に伴い大気や海洋に排出される温室効果物質を含む環境負荷物質が自然界でどのように循環するかを明らかにし、それらの物質が環境に与える影響や想定される対策の効果を評価する手法を開発することにより政策策定の根拠としうる資料を作成することを目的としている。平成20年度は二酸化炭素の循環過程の解明に向けて、海水中で無機炭酸の利用能を持つ細菌の存在量を計測する手法の開発を行った。二酸化炭素濃度の変動が細菌や加水分解酵素の活性に及ぼす影響等を調査した。海底堆積物中の硫酸化細菌の量と硫化物の溶出速度の関係の調査を継続した。大気中エアロゾルの中でも PM2.5 の測定を充実させるために福江島と福岡大学に設置し観測を開始した。

研究テーマ：テーマ題目3

環境流体工学研究グループ

(Environmental Fluid Engineering Group)

研究グループ長：清野 文雄

(つくば西)

概要：

環境流体工学研究グループは、第2期中期目標期間において水の流動・相変化特性を最大限利用した新しい環境保全技術を実現するための基盤を確立することを目指している。より具体的には、(1)マイクロバブルの圧壊効果を利用した水質改善技術、ならびに(2)ハイドレートの相変化特性を利用した地球温暖化物質・環境負荷物質の分離・固定技術、をターゲットとして、それらの特性を徹底的に解明するとともに、環境中の物質濃度、水質改善・分離固定効率を定量的に予測・評価し、実用化技術の開発へ向けた基礎データを構築するものである。

マイクロバブルの圧壊を利用した有害化学物質の分解除去に関する研究では、実排水を対象とした処理実験を実施した。産業廃棄物のコンデンス水という非常に処理が難しい対象であったがオゾンマイクロバブルを利用することにより BOD 成分として 10,000 mg/L レベルを 2,000 mg/L 以下にまで低下させることに成功した。また、生分解性が向上していることも確認し、接触酸化法との整合性も非常によい結果を得た。さらに活性汚泥処理後の排水の後処理実験を実施したところ、COD として高いレベルで残存したものが、オゾンマイクロバブル処理により従来のオゾンバブリングの1/5以下のオゾン量で処理できることを確認した。

マイクロバブルを利用した硝酸・二酸化窒素の還元除去技術の研究では、CO<sub>2</sub>ガスを注入し水溶液の pH を4-5程度に調整するシステムを装備した反応槽を製作し、Pd/Cu 配合比を約0.5とした触媒に H<sub>2</sub>マイクロ

バブルを吹き込むことにより、20 ppm の硝酸イオンを室温、120分で95%以上、分解できることを確認した。また、電気化学的手法を用いた実験において、 $H_2$ マイクロバブルは通常のバブルより大きな酸化電流がみられるが、 $O_2$ ではバブル径による電流の差異は見られず、バブルの成分により特性が異なることが判った。

ハイドレート利用技術に関する研究では、温暖化ガス物質や環境負荷物質の分離回収技術・エネルギーガス物質貯留の高効率化・省エネルギー化を目指した研究として、低い圧力で生成する有機溶媒（THF）ハイドレートの分子動力学研究を実施し、THF ハイドレート生成を利用した高効率ガス物質回収に関する研究成果やハイドレート生成過程の研究成果を得ることに成功し、技術開発に貢献した。また、ハイドレートを応用した二酸化炭素固定技術に関して洋上から  $CO_2$  液滴を投入する方法とスタテックミキサーを利用した方法の得失を技術的な観点から総合的に評価し、我々の提案するスタテックミキサー法の優位性を明らかにした。

研究テーマ：テーマ題目 3

-----  
**【テーマ題目 1】地域に適合したコンパクトフレキシブルユニバーサル型リサイクルプロセス開発（部門重点化交付金）**

**【研究代表者】** 小林 幹男（環境管理技術研究部門）

**【研究担当者】** 古屋仲 茂樹、日比野 俊行、大木 達也、西須 佳宏、石田 尚之、田中 幹也、小山 和也、成田 弘一、大石 哲雄、加茂 徹、小寺 洋一（常勤職員12名）

**【研究内容】**

小型の電子・電気機器を初めとする情報機器類は、我々の生活になくてはならないアイテムとして急速に普及してきている。これらの製品には、鉄、銅、アルミなどの量産金属はもちろんのこと、貴金属、レアメタル、レアアースなどの希少金属類が比較的多く存在することが特徴である。希少金属類は、量産金属に比べ流通量は限定されるものの、これらの製品の機能を維持する上で必要不可欠である。資源制約克服の立場からその循環利用が強く期待されるばかりでなく、環境中に溶出することによって害を及ぼす重金属も含まれているため、リサイクルされることなく廃棄、拡散してしまうことは環境保全にとっても由々しき問題である。一方、このような情報機器類には、希少金属類が多種・少量ずつ含有しており、リサイクルには特別の取り組みが必要となる。そこで、これらの使用済み情報機器類を有効にリサイクルするシステムとして、使用済み製品、廃棄物を長距離輸送して集中処理を行う方法に替わり、排出近傍において、回収－処理－再利用のより小さい循環ループ構築を目指

して、都市域で地域に適合したコンパクト、かつ、多様な処理を可能にするフレキシブルでユニバーサルなリサイクルプロセスの開発を目指し、研究を推進してきた。

小型電子・電気機器類はその新製品発売－モデルチェンジの回転が速く、それらのリサイクルには、種々の素材や成分の変動に対応できるリサイクルプロセスが必要となる。また、レアメタル、レアアース等は再生に際し高純度なものが要求されることから、不純物混入を避けることが必要である。そこで、適切な解体の後、単体分離を行うために微細に粉碎し、その産物である微粒子を素材毎に相互分離するコリオリセパレーターの開発を行った。我々は既に、水中の遠心場でコリオリの力を顕在化する革新的な分離方法を提案しているが、本研究においてその原理に基づいた連続供給型コリオリセパレーターの試作に成功し、実用機開発への礎を築いた。この装置は、さらに改良を進めることによって、今後、多素材同時分離プロセスに発展できると考えられる。

さらに、電子・電気機器類には高品質のプラスチックが多く使われており、これらのプラスチックを単に熱源としてリサイクルするのではなく、共存するハロゲンの効果的除去法等、再び素材として利用できる手法についても、基礎的検討を実施した。

また、今般、家電リサイクル法の対象製品となったフラットテレビについては、ITO 透明電極としてインジウムが、バックライトとしてテルビウムやユーロピウムを含む蛍光体が多量に使用されており、これらレアメタル、レアアースの回収、再利用は、今後とも重要な課題である。これらについては、北九州地域、関西地域等において、新たな研究・開発の展開を図るべく、製造業者、リサイクル業者、調査機関等とディスカッションを重ねた。

本研究が目指した地域分散型リサイクルシステムの実現については、2009年に秋田県、茨城県、福岡県の3地域が指定された小型電子・電気機器回収モデル事業という形で、国のプロジェクトの中で展開されようとしている。今後とも、これらのプロジェクトへの技術的支援を継続していくが、地域の適合に特化した形での研究開発については一定の展開を見るに至ったため、今後は希少金属の総合的な高度資源循環技術開発へと発展していきたいと考えている。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** リサイクルプロセス、地域適合、分散型、レアメタル

**【テーマ題目 2】先端環境診断システムと個人暴露評価手法の開発（部門重点化予算）**

**【研究代表者】** 田尾 博明（環境管理技術研究部門）

**【研究担当者】** 田尾 博明、青木 寛、長縄 竜一、金 誠培、（常勤職員3名、他1名）

**【研究内容】**

安全安心な社会の実現に向けて、環境中に存在する化学物質やアレルゲン等の測定、及びこれらへの暴露によって引き起こされる体内の健康状態の変化をモニタリングすることができる迅速で信頼性の高い分析法が必要とされている。このため、カーボンナノチューブやダイヤモンド薄膜などの先端材料と電気化学センサとを融合することにより、水中の化学物質や大気中のアレルゲンを高感度にモニタリングするポータブル分析システムを開発する。また、アレルゲン等によって生体中に誘導される炎症関連物質を試験紙等を利用して簡易に検出できる方法を開発する。本年度は、生体中に誘導される炎症関連物質及び内分泌かく乱性物質を検出するための分子プローブの開発を目指した。このため、発光酵素であるホタルルシフェラーゼと、炎症関連物質や内分泌かく乱性物質を認識するためのレセプターからなる、一分子型プローブを開発した。このプローブは、ホタルルシフェラーゼを二分割して二つの断片とした後、この断片間に内分泌かく乱性物質のレセプターとペプチドを挿入した形となっている。内分泌かく乱性の化学物質があると、レセプターと結合し、レセプターの構造が変化してペプチドと結合するが、このときホタルルシフェラーゼの再結合が起こって光を発するようになる。この発光強度と内分泌かく乱性物質の濃度の間には相関関係があるため、発光強度から濃度を求めることができる。この一分子型プローブはたんぱく質であるので、遺伝子から合成することができる。各断片の遺伝子、レセプター、ペプチドの遺伝子を組み合わせる最適な遺伝子を合成した後、遺伝子の運び屋であるプラスミドに入れ、これを大腸菌に導入して発現させてプローブを生合成させる。このプローブを大腸菌から抽出して、紙片上に固定化することにより、検査用試験紙を作成した。この試験紙は、内分泌かく乱性物質が存在すると、その濃度に応じて発光することを確認した。また、上記のプラスミドを細胞に導入すると、細胞の中でプローブが合成され、この細胞は内分泌かく乱性物質の濃度に応じて光ることも確認した。これは生きた状態の細胞が内分泌かく乱性物質に暴露されているか否かを検出できることを示している。さらに、内分泌かく乱性物質のレセプターの代わりに、炎症関連物質であるサイトカインや NF- $\kappa$ B などのレセプターを用いることにより、これらの物質の測定もできることを示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】分子プローブ、化学物質、可視化、細胞

【テーマ題目3】海洋における CCS 技術（部門重点化交付金）

【研究代表者】鈴木 昌弘

（地球環境評価研究グループ）

【研究担当者】鶴島 修夫、山田 奈海葉、原田 晃

（常勤職員3名）

【研究内容】

大気中二酸化炭素濃度の上昇抑制対策の一つとして、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）を海洋に隔離することが提案されている。当該技術の確立には、海洋環境に与える影響の評価が必須である。具体的には CO<sub>2</sub>の放出によって形成される高濃度 CO<sub>2</sub>、低 pH の海水による生物個体や生態系への直接的影響の評価だけではなく、表層から運ばれてくる生物の死骸や排泄物等が分解・溶解することにより生成される化学成分が間接的に生態系へ及ぼす影響の評価など、海洋環境の変化に対する生物地球化学的な評価を行うことが重要になる。本研究では、以下の点に着目し、影響評価手法の確立を目指した。

当研究部門では、実験的に得られた数値パラメータと別途構築してきた海洋の炭酸系観測データベースを活用することにより、日本の南方海域に30年間、5,000万トン/年の CO<sub>2</sub>を注入するという具体的な CO<sub>2</sub>隔離のシナリオに基づいた数値シミュレーション手法を確立してきた。これは炭酸カルシウム粒子の溶解と言った無機的な反応だけでなく、有機物の分解や栄養塩の再生と言った生物化学のプロセスについても適用可能な方法論であるが、現時点では解析に必要な数値パラメータ（有機物の分解速度乗数など）や現場の観測データ（有機物分解に寄与する微生物群集の生物量など）の蓄積が乏しく、包括的なシミュレーション研究は困難な状況にある。そこで、解析に必要な数値パラメータを取得するために、室内実験による有機物の分解過程の解明と、海洋環境下（中深層）における微生物代謝活性、加水分解酵素活性の実測データの収集を行ってきた。分解実験では CO<sub>2</sub>の影響化における分解速度乗数などの算出を進めるほか、ゲル状の浮遊懸濁物（TEP）の生成プロセスの解析を実施し高 CO<sub>2</sub>下での TEP 生成の定量化を行った。また、西部北太平洋海域の測点において、海洋中深層の沈降粒子中の微生物活性、加水分解酵素活性の観測・実測を行い、種々の解析に利用可能な貴重なデータの蓄積を図ってきた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、海洋隔離、海洋酸性化、有機物分解、海洋物質循環、CCS

【テーマ題目4】化学物質排出実態調査に基づく最適対策技術の研究（部門重点化交付金）

【研究代表者】竹内 浩士（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】小林 悟、小菅 勝典、小暮 信之、佐野 泰三、尾形 敦、黒澤 茂、野田 和俊、長縄 竜一、愛澤 秀信、近藤 裕昭（常勤職員9名）

【研究内容】

PRTR 法の施行により、化学物質の使用量は漸減しているが、中小の事業所では、各種化学物質の共存、MSDS だけからは把握できない成分の存在、非 PRTR

物質への代替化、など排出実態が不明であり、対策が遅れている。コストや設置面積といった面がクリアされたとしても、最適な対策技術を提案できない事例が多く報告されており、排出実態把握に基づいたソリューション提供が不可欠である。このため本研究では、排出削減が進まない事業分野のケーススタディとして、中小の塗装工場を選択し、塗料ミストおよびそこから発生する顔料等の粉塵、溶剤としての揮発性有機化合物 (VOC) ガスの排出実態を調査するとともに、この調査に基づいて最適な対策技術を提案することとしている。以下に20年度の研究内容を報告する。

東京工業塗装協同組合から傘下塗装工業所を紹介して頂き、その中から調査に協力頂ける10社を選定し、見学並びに聞き取り調査を行った。この中から、塗装ブースの粉塵除去方式の違い (フィルタ、油洗、水洗、ベンチュリー方式)、ガス等のサンプリングのし易さを基準に4箇所の排出実態測定箇所を選定し、ミスト・粉塵・VOC の測定を行った。測定孔は、フィルタ式とベンチュリー式はブース上部の送風ファンの後方ダクト約 4~5 m 位置に、一方油洗式と水洗式では送風ファンの後方ダクト約 2 m 位置に設けた。VOC 濃度についてはポータブル全炭化水素計 (TVA- 1000B) を用いて連続測定を行った。ミスト・粉塵については、インパクト付ダストサンブラ等で測定し、粉塵形状については濾紙付着物を電顕にて観察した。この結果、以下のことが判明した。

- ① VOC は、4種類のブースで約140~330 ppmC の範囲で、乾式 (フィルタ式) は湿式 (フィルタ式以外) よりも約100 ppmC 高かったが、粉塵の濃度及び平均径との明確な関係は認められなかった。
- ② 出口の粉塵濃度は、被塗物無しで約 50 ~ 100 mg/m<sup>3</sup>N、被塗物ありで約15~50 mg/m<sup>3</sup>N となった。ミスト分は、フィルタ式とオイル式の場合0~5% 程度で、溶剤は短時間にほとんど揮発することが分かった。一方、水洗式では約16~19%、ベンチュリー式では約80~85%で著しく多かったが、これはブース内から攪拌・飛散した水滴や粒子付着水分がほとんどと考えられる。特に、ベンチュリー式は被塗物がないため、粉塵濃度が高く、粒子付着水分の影響を強く受けたと考えられる。粉塵粒子平均径はいずれのブースも約2~5 μm で、ブース形式の相違は顕著には認められなかった。
- ③ 濾紙に捕集された粉塵は全て真球に近い球形をしていることが分かった。これはミストが空中を飛散中、最も安定な球形で存在し、その表面から素早く VOC が蒸発していく事を示唆している。

これらのデータは実際の作業現場に取得されているため、条件がまちまちである。より正確により詳細に解析するためには、模擬ブースを用いた理想系での試験が必要と考えている。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 塗装、VOC、ミスト、粉塵

[テーマ題目5] 環境微生物の高速検出・制御技術開発 (部門重点化予算)

[研究代表者] 田尾 博明 (環境管理技術研究部門)

[研究担当者] 田尾 博明、鳥村 政基、佐藤 浩昭、孫 麗偉 (常勤職員3名、他1名)

[研究内容]

アジア地域だけでも安全な飲料水を確保できていない人は7億人に達するなど、多くの地域において今後、水の確保が大きな問題となるといわれており、安全な水資源の確保に関して、研究開発が活発に進められている。本研究では、微生物に汚染されていない安全な水を確保するため、微生物の迅速分析法と光触媒等による抗菌法を開発することを目指している。このため、微生物の迅速分析法の要素技術である、培養、単離、同定を高速で実現するための機器類を開発するとともに、これらの装置を一体化した高速スクリーニングシステムを開発する。また、このスクリーニングシステムを光触媒による滅菌効果の評価に適用し、抗菌性能に優れた光触媒材料の開発に役立てる。本年度は、微生物の分離に関しては、レジオネラ菌に効率よく結合する抗体を見出し、これを蛍光標識した二次抗体と結合させてキャピラリー電気泳動を行うことにより、共存する大腸菌の影響を受けずに検出可能とした。また、キャピラリー電気泳動の分析条件の影響を詳細に検討した結果、試料注入量を小さくすることによって再現性が格段に向上し、かつ感度低下も起こらないことが分かった。現時点でキャピラリー中に数個~十数個の菌がいれば検出可能である。一方、濃縮法に関しては抗体固定化磁気ビーズによる濃縮法の改良を試みているが、濃縮倍率が実試料に適用するには不足しており、他の手法も併せて検討する必要がある。今後、濃縮法の改良を進めて、濃縮/抗体標識/キャピラリー電気泳動法を完結させ、微生物分離検出法として有用性評価を行っていく予定である。微生物のリボソームタンパク質の質量分析 (MALDI-MS) によって、微生物を同定する方法では、従来の遺伝子解析技術では解析が困難であった株レベルでの識別を可能とするクラスター解析手法を導入した。その応用例として、ゲノムファクトリー研究部門との共同研究により、既存の16S rRNA では分類できない微生物が分類でき、かつ化学物質を分解する能力との間に相関があることが認められた。また、本法の有用性を評価するため、理研の協力を得てデータベースの整備を進めた。その結果、本法は DNA による分類と相関性が高く、10倍の速さで分類が可能なることを実証した。さらに、微生物試料の前処理を改良し、これまで200 mg 程度必要であった菌体量を、0.1~1 mg 程度で測定可能とした。これにより多くの微生物は1コロニーの試料量で測定が可能となった。今後、微生物同定

のためのデータベース構築を進めていく予定である。

**【テーマ題目6】ダスト自動計測器の標準化に関する研究（交付金）**

**【研究代表者】** 小暮 信之（粒子計測研究グループ）

**【研究担当者】** 小暮 信之（常勤職員1名）

**【研究内容】**

現在、各種発生源ダストの低濃度化や排出基準の遵守義務違反などが多発し、今後益々ダスト濃度の連続測定と監視体制の強化が重要になっている。このため、自動計測法の標準化が強く望まれており、標準化に必要な機器校正法や現場クロスチェック法について検討し、標準化のための基礎的データベースを収集して、自動計測器の早期標準化に資することを目的としている。

これまでの各種調査結果等を取りまとめて、標準化を早期に実施するための新規提案テーマの調査書（JIS 開発：ダスト自動計測器の標準化）を作成し、工業標準部など関係各方面等との調整を行った。一方、自動計測器の校正法については、今後普及が見込まれている小規模燃焼施設用の試作機（光散乱式ダスト濃度計）を用いて、標準測定法（JIS 法）との相関性や試験粒子による校正最適条件など引き続き検討を行った。この結果、試作機は JIS 法（ $x$ ）と  $y=0.335x+0.288$ 、 $R^2=0.999$  の高い相関性を有することや検証用の試験粉じんとしてフライアッシュ10種が取り扱い性、発生させた粒子濃度の安定性、データの再現性が良いことなど、幾つかの最適校正条件を明らかにすることができた。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** 低濃度ダスト、自動計測器、連続測定法、光散乱方式、ダスト濃度計

**【テーマ題目7】発生源 SPM 連続測定システムの実用化に関する研究（交付金）**

**【研究代表者】** 小暮 信之（粒子計測研究グループ）

**【研究担当者】** 小暮 信之（常勤職員1名）

**【研究内容】**

本研究は、現在直面している環境中微粒子（PM10/PM2.5及び凝縮性粒子（CPM））の問題や研究動向に対処するため、環境への影響を考慮した新しい発生源微粒子測定方法の開発を行うことを目的としている。特に、固定発生源の排ガス条件（流速や温度など）の変化が生じて、常に定流量等速吸引が実現可能な多機能型口径可変式吸引ノズルの実用化を図る。また、PM2.5連続測定を可能にするため、定流量等速吸引システムと PM 分級システムを組み合わせた自動測定システムの開発を目指す。

20年度には、PM2.5連続測定システムとして、まず PM 吸引入口部の煙道内挿入形粗大粒子分級器について検討した。長期間 PM を分級保持できるように、PM ホッパー部の容積は約20 cm<sup>3</sup>とし、平均流量15 L/min で、

50%分離粒子径が約12 μm のアルミニウム製サイクロンを設計試作し、4段式のカセット式インパクトと組み合わせ、塗装ブースから排出される塗料ミストの粒径分布を測定した。この結果、ダクトの測定孔は13 cm×20 cm の大きさが必要なこと、操作性を考慮するとさらに軽量小型化が必要であること、またサイクロンの吸引ノズル部に口径可変機構を持たせることは、本体自体をより大きくすることなどから、サイクロンに口径可変式機能を持たせることは実用上困難なことが明らかになった。今後は、吸引口と本体がサイクロンと異なり直列のバーチャルインパクトの吸引ノズル部に口径可変機構を適用する方向で検討を進めたい。

**【キーワード】** 発生源 SPM 測定、SPM 連続測定、口径可変式吸引ノズル、PM2.5連続測定、PM 分級システム

**【テーマ題目8】コンタミネーションレス粉砕技術に関する基礎的研究（寄付金）**

**【研究代表者】** 遠藤 茂寿（粒子計測研究グループ）

**【研究担当者】** 遠藤 茂寿、明石 亮

（常勤職員1名、他1名）

**【研究内容】**

固体粒子の粉砕・分散におけるコンタミ発生機構を明らかにするとともに、新たなコンタミレス粉砕法を提案することを目的とする。そのため、媒体攪拌型の高エネルギー付与粉砕操作におけるコンタミ状況を詳細に調査すると同時に、媒体間、および、媒体-容器間の衝突に関する微視的な解析を行い、粉砕条件とコンタミ発生との関係について検討した。また、比較的コンタミが少ない操作を対象として、調査・検討を行い、新たなコンタミフリー粉砕法設計に関する知見を集積した。

今年度は、ナノレベルへの粉砕・分散に着目した調査を行った。先ず最近注目されているビーズミルによるナノ分散について、フラーレン粒子の分散を例にとってコンタミの発生とビーズミルの運転条件の関係を実験的に検討した。ビーズの衝突エネルギーがコンタミ発生に影響するのは当然であるが、ビーズの接触頻度が大きな影響を及ぼすことがわかった。但し、ナノ分散のコンタミは、遠心分離、限外ろ過が除去可能であり、それにより、有害性評価を含めナノ粒子の種々の利用が可能となることを確認した。

媒体との接触が無い粉砕方法の一例として、超高压に圧縮された液体の急激な減圧に伴い発生する気泡が消滅する時に発生する衝撃波を粉砕に利用した超高压分散法によるフラーレン粉砕時のコンタミ発生について調査した。複数回の処理においても、粉砕生成物中に不純物は検出されず、高压分散はコンタミ発生抑制に非常に効果があることが判った。しかし、処理回数や加圧圧力が大きい程、微細化しているものの、得られた粒子径は1-2 μm で、ビーズミル分散に比較すると微細化の程度は



小さく、ナノ分散には課題があった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ナノ粒子、液相ナノ分散、ビーズミル、超高压分散、フラーレン

〔テーマ題目9〕 有害化学物質分析方法の標準化

〔研究代表者〕 山下 信義（未規制物質研究グループ）

〔研究担当者〕 谷保 佐知、堀井 勇一

（契約職員2名）

〔研究内容〕

有機フッ素化合物 PFOS/PFOA 等、国際的に規制が検討・開始されつつある物質について環境分析方法の国際標準化活動さらには地球規模での環境動態把握のための基礎研究を行っている。

PFOS/PFOA については欧米を中心に飲料水ガイドライン等が設定されつつあるが、このような物質の環境濃度を測定した結果が学術論文として報告され出したのは2001年以降であり、報告例の増加に伴ってデータの信頼性が懸念されるようになっていた。それは PFOS/PFOA の高感度分析には精密な技術が要求され、研究機関ごとに抽出操作や使用する標準物質、さらには装置構成も異なり、各々独自の手法で分析していたためである。実際オランダ水産研究所の主導により行われた13カ国、38研究機関が参加した世界初の interlaboratory study（同じ試料を複数の研究機関がそれぞれ独自の方法で分析して結果を比較する）の結果（2005～6年に公開された）は、PFOS の水試料について、平均値 34 ng/L、最大値112 ng/L、最小値4.7 ng/L、相対標準偏差95%、PFOA の水試料も平均値41 ng/L、最大値 190 ng/L、最小値3.4 ng/L、相対標準偏差118%となり、同じ試料でも結果が最大値と最小値で2桁も異なるというものであった。このように同じ試料でもやり方によって結果に違いがでることは大きな混乱を引き起こしかねず、特に人の健康影響評価のガイドラインに間違ったデータが使われることは化学物質の安全管理のために最も避けるべき事態であり、分析方法の国際標準化が喫緊の課題となっていた。当グループでは水試料中の PFOS/PFOA 分析に関して ISO 国際標準化を図るプロジェクトを2005年6月に開始し、9カ国、23機関による国際ラウンドロビンテスト（精度確認試験）等により、その信頼性・有効性を国際的に証明した結果、2009年3月1日付けで正式に国際標準分析法「パーフルオロオクタンスルホン酸及びパーフルオロオクタン酸の定量—未ろ過試料の固相抽出及び液体クロマトグラフ/質量分析法」（ISO25101）を発行した。この方法は飲料水、地下水、表層水（河川水・海水等）中の PFOS（2.0 ng/L～10000 ng/L）と PFOA（10 ng/L～10000 ng/L、適切な希釈操作によりこれ以上の高濃度排水にも適用可能）の定量に適用されるものである。2009年1月に発表された米国環境保護庁（EPA）の飲料水ガイドラインに対応

するためには第三者的に信頼性が確認できる低濃度試料分析技術を用いることが必須条件であり、この ISO 分析法をガイドラインへ適用することで、国際的に整合性のとれた飲料水の安全管理が可能となる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 POPs、有害化学物質、国際標準、工業標準

〔テーマ題目10〕 クラスタ、ナノ粒子計測技術に関する研究（運営費交付金、受託研究費、共同研究費）

〔研究代表者〕 脇坂 昭弘

（環境分子科学研究グループ）

〔研究担当者〕 伊藤 文之、小原 ひとみ、岩上 透、

中川 美樹（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

化学物質の特性をクラスターレベル及びナノ粒子レベルの構造に基づいて解明し、化学物質による環境負荷の予測と低減に寄与するため、以下の研究を行った。

#### 1. フラーレンの気中粒子化過程の計測

工業ナノ粒子の環境中挙動解明のため、代表的な工業ナノ粒子のフラーレン（C<sub>60</sub>）について、その気相における凝集・拡散特性をフローチャンバー実験によって解析する研究を行った。フラーレンを600℃以上で昇華させ、キャリアガス（窒素）でフローチャンバーにフラーレンを分散し、フローチャンバー内のフラーレンの粒子化過程を粒径分布計測実験と分光分析によって解析した。昇華したフラーレンのフローチャンバー内の飛行距離（滞在時間）によってフラーレン粒子が変化する過程を走査型モビリティ粒径計測装置により計測すると、昇華発生源近傍で20 nm 付近に粒径分布の極大が存在するのに対し、フローチャンバー内飛行中に凝集し、50-60 nm に極大を示す分布に変化することが明らかになった。この粒子成長過程はフローチャンバー内の湿度の増加によって抑制される傾向が見られた。分光法により酸化物の生成が見られなかったことから、湿度は昇華によって生成した一次粒子の冷却過程に影響を与えていることが明らかになった。これらの結果を基に、フラーレンの環境中挙動モデル作成を開始した。

#### 2. 高分解能分光法による化学物質の計測

環境負荷物質の不均一反応に関する知見を得ることを目指して、高分解能分光法による分子クラスターの構造解析に関する研究を行った。分光法としてキャビティリングダウン分光法およびマトリックス単離赤外分光法を用いて、環境負荷物質のハロゲン化炭化水素分子クラスターの検出実験を行い、計算化学的手法を援用して、これらのクラスターの構造解析を行った。

#### 3. 液相クラスター構造と液体物性の関係に関する研究

溶液中の分子間相互作用を反映したクラスターを計

測するために開発した質量分析法を用いて、アルコール（エタノール、1-プロパノール、または1-ブタノール）-水二成分混合溶液のクラスター構造を詳細に検討した。その結果、アルコール-水二成分混合溶液の気液平衡特性が液相のクラスター構造と密接な関係があることを見出した。アルコール濃度の小さい時にはアルコールが相対的に揮発し易く、一方、アルコール濃度が高いときには水が相対的に揮発し易くなること、クラスター構造の変化として観測された。この気液平衡特性とクラスター構造との関係から、アルコールと水の共沸混合物とクラスターレベルの構造の関係が明らかになった。これは共沸蒸留法及び超音波霧化分離法による純アルコール生成技術に関する貴重な情報となった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 フラーレン、ナノ粒子、クラスター、高分解能分光、共沸、アルコール

〔テーマ題目11〕 VOC の高効率分解に関する研究（外部資金及び運営費交付金）

〔研究代表者〕 尾形 敦（励起化学研究グループ）

〔研究担当者〕 尾形 敦、菅澤 正己、金 賢夏、高岡 光枝（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

揮発性有機化合物（VOC）排出量を平成22年度において平成12年度比で3割削減するという目標を達成するため、主に中小固定排出源用の VOC 分解装置の開発指針を得ることを目標とする。触媒機能を付与した吸着剤と酸素プラズマの複合システムによる低濃度 VOC の低温完全酸化技術（サイクルシステム）の開発では、希薄 VOC を触媒表面の局所空間に濃縮させ高密度酸素プラズマで集中処理することにより、省エネルギーと同時に、VOC の低温完全酸化を達成し、有害な副生成物（エアロゾル、窒素酸化物）を生成しない革新的な VOC 対策システムの確立を目指す。また、中・長期的視点に立ち、脱レアメタルで、かつ環境に負荷が少ない材料を用いた新規触媒、並びに触媒機能を補強・増幅させる外場援用システムを用いて、従来型触媒と同等あるいはそれ以上の性能を持つ次世代型触媒の開発を行う。

サイクルシステムに関しては、本年度も VOC の吸着能力の高いゼオライトに各種金属を担持した触媒を調製し、酸素プラズマ中における高い触媒活性と優れた吸着能力を備えた触媒の開発を進めてきた。特に酸素プラズマ中における触媒活性の評価には性能向上係数を用いた。これまで最高の性能向上係数を示した銀/酸化チタン（Ag/TiO<sub>2</sub>）同係数が同等でありながらベンゼン吸着能力が8倍大きい触媒として、銀/モルデナイト（Ag/MOR）を見出した。さらに、粒径10 nm 以下の銀ナノ粒子を Y 型のゼオライト（Ag/Y）やモレキュラーシーブ 13X（Ag/MS-13X）に担持することで

Ag/MOR と同等の触媒活性が得られた。Y 型及び MS-13X は MOR より吸着能力が5倍大きいため、吸着-酸素プラズマのサイクルシステムによる VOC 分解における触媒の再生頻度を大きく低減できる可能性を示した。

活性酸素種の供給手段としてのプラズマ（オゾンを含む）の利用については、既存のオゾン分解触媒を用いて、プラズマと触媒を一段で用いる場合と二段で用いる場合のメリット・デメリットを検討した。その結果、一段でもオゾンは発生するがその量は少なく、またそれらが反応に有効に利用されていないことが明らかになった。オゾン分解触媒を利用する場合、一段で用いるよりも二段で用い、オゾンを効率的に利用した方が分解反応のエネルギー効率が高くなることを明らかにした。これらの結果を基に二段で有効な触媒の探索を開始した。

一方、プラズマと触媒の複合効果に対する基礎的知見を得るため、「光学顕微鏡-ICCD カメラ」を用いて触媒表面における低温プラズマの直接観察を行った。その結果、(1)銀の他、銅、ジルコニウムなどの金属を担持したゼオライトでもプラズマの生成面積が広がること、(2)プラズマの生成面積と VOC 分解性能の間に強い相関があることを明らかにした。テストしたゼオライトの中では、MOR がプラズマの生成面積を広げる効果を顕著に示した。特に、金属ナノ粒子の担持によりプラズマが広い面積で発生する触媒は、CO<sub>2</sub>選択率の向上や炭素収支の改善に有効であることを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 揮発性有機化合物（VOC）、触媒、吸着剤、低温プラズマ、酸素プラズマ、オゾン分解触媒、濃縮、分解

〔テーマ題目12〕 シリカ多孔体の形態制御と用途開発（運営費交付金、民間企業との共同研究）

〔研究代表者〕 小菅 勝典（吸着分解研究グループ）

〔研究担当者〕 小菅 勝典、菊川 伸行（職員2名）

〔研究内容〕

（目標）：

繊維状並びに球状シリカ多孔体の基礎的合成条件（特許出願）をベースに大量合成法の確立とその応用開発を目指す。

（年度進捗状況）：

球状シリカ多孔体について、粒子径並びに細孔径の異なる数種類について、その生成過程を明らかにすることにより、大量合成法を目指した製造方法について検討中である。併せて、生成多孔体の球状形態を破壊することなく細孔特性を制御する方法について検討している。繊維状シリカ多孔体については従来どおり秘密保持契約に基づくサンプル供給と評価試験を実施し、用途開発に向け情報収集を行っている。

〔分野名〕 環境・エネルギー

[キーワード] シリカ多孔体、形態制御、繊維状、球状、大量合成

[テーマ題目13] プラスチック廃棄物の資源化方法と装置開発（運営費交付金、民間企業との共同研究）

[研究代表者] 小寺 洋一（吸着分解研究グループ）

[研究担当者] 小寺 洋一（常勤職員1名）

[研究内容]

（目標）：

各種プラスチック含有廃棄物について低エネルギー消費型で環境負荷物質排出低減処理を実用化する。

（年度進捗状況）：

廃プラスチックの性状に応じた資源化方法を探索し、冷蔵庫断熱材（ポリウレタン）と廃電線絶縁材（架橋ポリエチレン）について、資源化方法の検討を継続し、装置選択についての知見を得た。

ポリウレタンと廃食用油の反応は、2成分反応で攪拌が重要となる。タンク式は液体の攪拌、加熱に適しており、水平移動床方式などスクリュウを用いた熱分解装置は内部攪拌が困難である可能性がある。フラスコ実験から、加熱に伴い油成分の系中拡散が観察され、ウレタン粉との均一分解につながるものと推察した。これをプラント内で実現するには、タンク型装置での加熱が適当であると結論した。油の系中拡散が進まないうちに、伝熱面と接触するポリウレタンは炭化すると考えられる。実際、そういった現象がスクリュウ方式管状分解装置では観察された。

架橋ポリエチレンは、熱分解すると、炭化水素油が得られるものの、多量のワックス状物質ができ、得られる熱分解油は市場性がなかった。そこで、多量の熱を消費することのない固形燃料化を行った。企業との共同研究の中で、フラットダイ方式では成形が困難で、押出機方式で成形が可能であることが明らかになった。

2008NEW 環境展、北海道洞爺湖サミット記念環境総合展、山形3R 推進全国大会、琵琶湖環境ビジネスメッセの4つの展示会において、出展ならびに企業情報の収集や技術と社会ニーズの整合を調べた。廃プラスチック資源化促進には、リサイクル企業の事業環境との整合が重要だが、具体的には、収集可能な廃プラスチック量、場合によっては副資材量、資源化により得られる製品の市場価値、そしてこれらにあった技術内容の視点が重要である。これは、事業コンサルタントまかせではなく、今後、技術を具体的に開発、あるいはシステム化する上で、これらを整理し、体系化する必要があると認識するに至った。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 廃プラスチック、固形燃料、架橋ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリウレタン

[テーマ題目14] 水・土壌の高度浄化技術の開発（運営費交付金）

[研究代表者] 辰巳 憲司

（浄化機能促進研究グループ）

[研究担当者] 辰巳 憲司、市川 廣保、飯村 洋介、森本 研吾、和田 慎二、

ロナルドナバロ、小林 孝行

（常勤職員5名、他3名）

[研究内容]

自然が持つ浄化能力を強化した環境修復技術を開発するため、POPs に代表される疎水性有機汚染物質のバイオレメディエーションやファイトレメディエーションによる浄化を促進させる技術の開発を目指した。このため、疎水性有機汚染物質の移動を促進させる物質の探索、およびその効果の検証を行った。本年度は、熱処理したDNA および堆肥中の溶存有機物が PAHs の効果について検討した。

1) 熱処理した DNA が多環芳香族化合物の溶解性に及ぼす効果

鮭の精巢由来の長鎖 DNA を熱処理して短鎖 DNA を調製し、ゲルクロマトグラムにより鎖長の異なる短鎖 DNA が得られたことを確認した。長鎖 DNA 水溶液のピレン溶解度は水への溶解度の40倍以上であったが、熱処理した短鎖 DNA でのピレン溶解度は長鎖 DNA の10%以下となった。これは熱処理により DNA 二本鎖が減少したためと考えられる。しかし、塩 (NaCl) を加えることで二本鎖が復活し、塩添加した短鎖 DNA 水溶液ではピレンの溶解度が数倍高くなった。すなわち、DNA の熱処理により PAHs 溶解度は減少するが、塩を共存させることで PAHs 溶解度がある程度回復することが示された。次に鮭の精巢を粉碎後、塩を含む水溶液で抽出・熱処理して短鎖 DNA 水溶液を調製した。この水溶液のピレン溶解度は前述の塩添加短鎖 DNA 水溶液と同程度であった。すなわち、こうした簡便な DNA 調製法により PAHs の可溶化力のある DNA を作成することが可能であった。

2) 堆肥中の溶存有機物 (DOM) が多環芳香族化合物の溶解性に及ぼす効果

ピレンでは、堆肥中の溶存有機物が存在することで、その溶解度は純水に対する溶解度に対し最大で25倍増加することが分かった。フェナントレンでは、7倍、ベンゾピレンでは、4200倍に、それぞれ増加することが明らかになった。

これより、各化合物の溶解度は、DOM 溶液では飛躍的に増加することが分かる。特に、芳香環の数が増えるに従い溶解度が高まることは、芳香環の数が増えるとバイオレメディエーションやファイトレメディエーションが難しくなることを考えると非常に注目される結果である。また、これまでのスクリーニングによ

り PAHs を吸収する植物としてウリ科のズッキーニを保持しており、その PAHs 吸収能力が DOM により促進されることが期待される。

### 3) 微生物による PAHs 分解の DOM による促進

DOM 添加区におけるピレンとベンゾピレンの分解菌 (*Sphingomonas* sp.) による分解量は、無機栄養塩のみの区と比較して、それぞれ2.2倍および2.9倍促進された。また、その分解量は DOM 濃度に依存することから、PAHs 汚染土壌のバイオレメディエーションには DOM を豊富に含む堆肥の施用が極めて有効であることを明らかにした。

以上の結果から、熱処理した DNA や堆肥中の溶存有機物 (DOM) により多環芳香族化合物 (フェナントレン、アントラセン、ピレン、ベンゾピレン、ベンゾペリレン) の溶解度が大きく向上することが明らかになった。また、DNA や堆肥中の溶存有機物が多環芳香族化合物の微生物分解を促進させることが明らかになった。さらに、高価な高分子 DNA を用いるまでもなく、安価な低分子 DNA で十分に浄化効果が発揮できることが明らかになった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] DNA、多環芳香族化合物、フェナントレン、アントラセン、ピレン、ベンゾピレン、ベンゾペリレン、バイオレメディエーション、ファイトレメディエーション、堆肥

### [テーマ題目15] 街区モデルを用いた関東地方の都市温熱環境に関する研究 (共同研究費)

[研究代表者] 近藤 裕昭

(大気環境評価研究グループ)

[研究担当者] 近藤 裕昭 (常勤職員1名、他1名)

[研究内容]

都市街区を簡略化して、領域平均の気温や風を計算する1次元多層都市キャノピーモデルを単独で使用する時、これまでは気象庁の地域気象観測システム (AMeDAS) データを境界条件として使用してきた。本研究では上層気象の影響を取り込むため、気象庁の数値予報データ GPV/MSM を境界条件として使用するように変更し、夏季の都市キャノピー内の気温および風の再現実験を行った。計算結果と観測結果はよく一致した。またこの多層都市キャノピーモデルを用いて英国 King's College が中心となって実施されている都市 (自然) エネルギー分配モデルに関する国際比較プロジェクトに参加している。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] ヒートアイランド、都市キャノピーモデル、国際比較プロジェクト

### [テーマ題目16] 湿式製錬の手法を適用した廃棄物から

### の希少金属の分離回収

(独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構との共同研究)

[研究代表者] 田中 幹也

(金属リサイクル研究グループ)

[研究担当者] 田中 幹也、小山 和也、成田 弘一、大石 哲雄 (常勤職員4名)

[研究内容]

希土類磁石、特にネオジム-鉄-ホウ素系磁石は、優れた磁気特性を示し、近年その需要が急増し、将来にわたって益々重要な素材となることが予測される。

同磁石には、重希土元素であるジスプロシウムが添加剤として加えられているが、わが国はこれら重希土元素を含む希土類元素すべてを外国に依存しており、特に中国からの輸入が全体のほとんどを占めており、わが国においては、将来の希土類元素特に重希土元素の供給確保は喫緊の課題である。そのためには、中国以外の外国の資源探査・開発の他に、国内での希土類元素のリサイクル推進が必要である。

そこで本研究では、ネオジム、ジスプロシウムなどの希土類元素の他に鉄、ホウ素などの元素を含有するネオジム-鉄-ホウ素系磁石等からの有価金属の高効率回収システムを確立するために、廃製品から磁選等の物理的手法によって濃縮されたネオジム-鉄-ホウ素系磁石を想定し、その中の希土類元素を対象として、(1)選択溶解技術、(2)精製プロセス、(3)化合物としての回収技術の開発を行うものである。

選択溶解技術では焙焼による生成物の同定およびオートクレーブを用いた各成分の鉍酸による浸出実験をおこなった。焙焼によりネオジムは  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  および  $\text{NdFeO}_3$  の各酸化物を、また鉄は  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  を生成した。また、いずれの鉍酸の使用でも選択的浸出は可能であったが硫酸の場合にはやや希土類元素の浸出率が他の酸に比べ低かった。次に、溶媒抽出法を用いた精製プロセスとして、ネオジムとジスプロシウムの分離の検討をおこない、酸性有機リン化合物を抽出剤としたプロセスを提案することができた。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 希土類磁石、選択溶解、溶媒抽出、リサイクル

### [テーマ題目17] 水中の有機塩素系化合物の吸着除去技術 (運営費交付金)

[研究代表者] 上樹 勇 (融合浄化研究グループ)

[研究担当者] 上樹 勇、高橋 信行 (常勤職員2名)

[研究内容]

地下水や土壌の汚染を引き起こすトリクロロエチレンなどの有機塩素系化合物を優先的に取り込みやすい性質を有するシクロデキストリン (CD) を結合させた高性能吸着材を開発し、それを用いた処理プロセスを確立し

て、環境浄化に資することを目的としている。本研究では、官能基を表面に持つ高分子担体（固体微粒子）と CD とを縮合反応によって結合し、表面に CD を有する吸着材を調製している。CD の結合量が多いほど、吸着容量が大きくなることが期待される。今年度は、エポキシ基を表面に持つゲルに対して、もとの  $\beta$ -CD を反応させた（この場合、水酸基がエポキシ基と反応して脱水結合する）ときと、チオール基（-SH）を導入したモノ-6-デオキシ-6-メルカプト- $\beta$ -CD（文献にしたがって合成）を反応させた（この場合、チオール基がエポキシ基と反応して脱水結合する）ときと、2種類の吸着材を調製した。これらを用いて、トリクロロエチレン水溶液（濃度3 mg/L。これは、環境基準の100倍、排水基準の10倍の濃度）の吸着試験を行った。吸着材1.0 g、トリクロロエチレン水溶液40 ml で1時間振とう（室温）した結果、トリクロロエチレン除去率は前者で45%、後者で51%で、チオール基を導入した CD の場合のほうが除去率が高かった。これはゲルに結合した CD の量が後者のほうが多いことを反映していると考えられる。ゲルに CD を結合させる反応条件を変えることによって CD 結合量を増やせることが期待されるので、検討を進めている。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 吸着材、シクロデキストリン、有機塩素系化合物、地下水汚染

#### ⑨【環境化学技術研究部門】

(Research Institute for Innovation in Sustainable Chemistry)

(存続期間：2004. 5. 1～)

研究部門長：中岩 勝

副研究部門長：原谷 賢治、柳下 宏

主幹研究員：関屋 章、大森 隆夫、佐藤 一彦

所在地：つくば中央第5、つくば西、関西センター

人員：71名（69名）

経費：1,181,564千円（419,059千円）

概要：

##### 1. ミッションと目標

科学技術の発展は人類に夢を与え、産業技術の進歩は人類の生活を豊かにしてきた。一方、技術の進歩により活発化した人類の生産及び消費活動がもたらす環境負荷は加速度的に増大し、現在では環境容量を越える危険性を示している。このような状況においては、産業技術の研究開発は持続発展可能な社会構築を目指して行われるべきである。本研究部門では、持続発展社会を実現するために、1) 環境負荷物質排出の最小化、2) エネルギー効率の向上及び温

室効果ガスの排出量削減、3) 有限資源から循環型資源への原材料転換、の3つの技術目標を掲げ、分離・合成・転換等の化学及び化学工学の展開が大きな役割を果たす産業技術の研究開発を進めている。上記目標に対する最終ゴールは、循環型資源から環境負荷となる廃棄物を生み出すことなく、かつ最小のエネルギー使用量で選択的に目的製品を製造する技術の開発と考えられる。一方、現在の産業技術体系は膨大な既存の開発技術の蓄積にもとづいており、その技術転換には莫大なコストと長期にわたる新技術導入期間が不可欠となっている。本研究部門では、短・中期的には既存産業の環境負荷低減及びエネルギー効率向上に関する技術の研究開発を行い、長期的には上記の最終ゴールを目指す画期的な産業技術の研究開発を行うことをバランス良く進めたいと考えている。

##### 2. 研究の概要

産総研環境・エネルギー分野の戦略目標である「環境効率最大の化学技術の開発により、高い国際競争力を持つ低環境負荷型化学産業の創出をめざす」に挙げられた研究開発課題の達成を目標とし、また本研究部門が産総研最大の化学技術分野の研究者の集団であることに鑑み、「産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発」、「有害化学物質リスク対策技術の研究開発」、「産業部門消費エネルギー低減のための化学技術の研究開発」の各課題の達成に向けて本研究部門のポテンシャルを十分に活用した研究開発を行っている。

具体的には、下記の4課題を重点研究課題として選定し実施している。

- ①生物由来原料を用いる化学製品・製造技術
- ②副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術
- ③分離技術等を応用した省エネルギー型化学プロセス技術
- ④環境負荷を極小化し快適な生活を支える新材料技術

このうち①～③は、外部資金を活用しながら運営費交付金も重点投資し、先行的な研究開発を進めている。④については、わが国産業の根幹となる部材産業強化に貢献できる課題について、民間企業との連携を構築しつつ取り組んでいる。

昨今の社会・経済情勢の変化により次の2点が本研究部門の研究開発方針に影響を及ぼしている。1) 中長期的に\$30～\$40/bbl程度で安定すると考えられていた原油価格は、急騰・下落等の乱高下を繰り返しているが、ピークオイル論の影響等も加わり今後も不安定な状況が続く。2) 二酸化炭素等による地球温暖化問題が顕在化し、省エネルギー技術の普及

とともに循環型資源・エネルギーへの転換加速がより強く求められている。これらの変化により、本研究部門の①～④の重点課題のうち、①については化学製品原料の石油資源からバイオマスへの転換技術実現の加速が求められる状況となっている。バイオベース材料については、民間企業との協力を視野に入れつつ研究開発の重点化・加速化を図っている。また③については、京都議定書の第1約束期間以降の目標値策定に寄与する省エネルギー技術の確立・導入加速が求められる状況となっている。従って、新規膜材料に限ることなく、実用化時期とその規模を見据えつつ、大幅な省エネルギーが可能な分離・精製技術の研究開発を加速していく。

### 3. 体制・運営

#### 1) 体制・運営に関する工夫・努力

本研究部門は、総勢で200名以上の研究員を有する研究ユニットであり、そのため研究グループ長を一次管理者、研究部門長を二次管理者とする二階層による組織管理・運営を基本とする。研究グループ内の予算配分及び管理、スペース・勤務時間・リスク管理、研究課題設定、外部資金への応募等については、研究グループ長が一次管理者として判断を行う。研究部門長は研究グループ長の一次判断を重視しつつ、必要に応じてスタッフである副研究部門長・主幹研究員・事務マネージャーの意見を聞きながら最終決定を行う。研究部門長は研究グループ間の調整を行うほか、産総研内の他研究ユニット及び産総研外の組織と研究グループとの関係についても総括責任者として調整する。副研究部門長及び主幹研究員はこれを補佐する。以上のように、部門長を中心とするラインとスタッフの役割分担と責任の所在を明確化することにより、円滑な部門の運営を図っている。

#### 2) 本格研究の考え方

本研究部門における多くの研究は、第二種基礎研究すなわち既知の知識の融合・適用によって社会・産業ニーズに応えようとする研究と位置付けられる。ただし第二種基礎研究の中でも、論文・特許等の目に見えるアウトプットが得られやすく開発研究からやや距離を置いた研究にとどまることのあるため、これを防ぐとともに産業界への技術移転を速やかに進めるために、本研究部門では第二種基礎研究における上流から下流まで、すなわち第二種基礎研究のシーズから開発研究の導入部までを実施するように務めている。より基礎よりの第一種基礎研究についても、第二種基礎研究を実施中にしばしば得られる未知現象の原理解明を中心として、真に新たな技術シーズにつながる可能性のある課題については研究実施を推奨している。

#### 3) ユニット間連携の推進

環境・エネルギー分野に限らず、産総研内全研究ユニットとの連携を積極的に推進することを基本方針としている。研究ユニット間の連携は自然発生的に生まれ育つとは限らないことから、研究者に有用と考えられる他研究ユニットの情報を周知することに務めユニット間連携を促している。特に、ともにグリーン・サステイナブル・ケミストリーに関わる研究開発を担うコンパクト化学プロセス研究センターとは、シンポジウムの共催や合同研究交流会等の機会を積極的に設けている。また、バイオテクノロジーと化学技術の分野融合による研究開発の推進を目的として、ゲノムファクトリー研究部門及び生物機能工学研究部門等との交流を進めている。

#### 4) 産学連携・知的財産・成果普及・広報についての考え方

本研究部門では、産総研研究者のオリジナルな成果を核とした技術の研究開発及びその展開を最も高い優先度で推進している。このような課題の研究実施に当たっては、基本特許となるべき発明を単独で行うことを優先し、強固な知的財産権を確立した後、共同研究等を通じて技術移転や産業化を進めたいと考えている。一方、集中的研究実施体制が効果的と考えられる社会・産業ニーズの大きい課題については、早期の段階から国家プロジェクトあるいは資金提供を受けた研究コンソーシアム等を通じた共同研究体制により、加速的に研究開発を推進する。この場合、技術シーズすべてが産総研オリジナルでないケースも想定されるが、産総研のミッションが産業技術向上への貢献であることを踏まえ、さらなる知的財産権の獲得を目指しつつ、技術展開における中核的役割を果たしていく。個別ニーズに応える産業技術の研究開発課題については、競争関係にある民間企業との適切な関係を保ちつつ、早期の技術完成を目指した受託研究・共同研究を推進している。

経済のグローバル化は研究開発にも多大な影響を及ぼしつつある。すなわち、研究開発においても原料供給国との協力関係を早期に確立するとともに、共同研究等を通じた効率的な研究開発の推進が強く求められている。本研究部門では、原料転換によって新たな化学原料供給国となることが予想されるタイ・ベトナム・マレーシア等との関係を強化するとともに、化学分野のポテンシャルが高い中国やインド等とも積極的な交流を図り、さらに OECD 諸国についても産総研包括協定を軸とした交流を図ることを考えている。

成果普及・広報については、ナショナルイノベーションシステムにおける産総研の役割を認識し、学界にとどまらず広く社会や産業界を対象として積極的な対応を心がけている。特に、産総研が主として公的資金からなる総予算規模約1,000億円の大組織

であることを踏まえ、社会的責任を果たす観点からも成果の幅広い普及や一般への広報活動には積極的に関与している。

-----  
外部資金：

- ・経済産業省 平成20年度戦略的技術開発委託費 グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発 革新的酸化プロセス基盤技術開発
- ・経済産業省 平成20年度革新的膜分離技術の開発 分離膜の細孔計測技術の開発及び標準化に向けた性能評価手法の開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 固体高分子型燃料電池実用化戦略的技術開発 次世代技術開発 錯体系 CO 酸化電極触媒を組み込んだ新規耐 CO アノード触媒の研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 固体高分子型燃料電池実用化戦略的技術開発 要素技術開発 高濃度 CO 耐性アノード触媒
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 環境汚染物質削減先導研究開発 新規吸着剤によるほう素分離システムの先導研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト 革新的断熱技術開発 次世代断熱発泡剤の研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 ノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発 実用的な性能評価、安全基準の構築「ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発」の実用的な運転モード及び評価手法ならびに安全基準の構築
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発 デュアルメンブレンシステムによるガソリンペーパー回収装置の開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発） バイオポリオレフィン等のバイオマス由来度の測定・試験方法の研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発） セルロース系バイオマスエタノールからプロピレンを製造するプロセス開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発） 膜分離プロセス促進型アルコール生産技術の研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発 有害廃棄物フリー高効率エステル合成プロセスの開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー使用合理化技術戦略的開発 エネルギー使用合理化技術実用化開発 コプロダクション設計手法開発と設計支援ツールの研究開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 革新的部材産業創出プログラム 新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム 革新的マイクロ反応場利用部材技術開発
- ・文部科学省 科学研究費補助金（若手 B） 有価物回収型排水処理技術の基盤となる細菌硫黄飢餓応答機構の解析
- ・文部科学省 科学研究費補助金（基盤研究 B） キレート型ケイ素配位子を持つ遷移金属錯体の合成および触媒としての応用
- ・文部科学省 科学研究費補助金（特定） 過酸化水素を用いるアルケンへの環境調和型酸化反応の開拓
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 グリセリン誘導体を基幹ブロックとした高機能化学品生産プロセスの開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 環境先進型界面活性剤の製造・利用技術の高度化
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 バイオサーファクタントをリガンドとした有用タンパク質の高効率分離システムの開発
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 産業技術研究助成事業 電場印加液相プロセスによる規則性メソ多孔体の三次元集積化・高機能モジュール化技術の開発

- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 ホスホロイル基の高分子骨格  
への直接導入による有機材料の耐燃化
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 ナノ構造制御カーボンによる  
次世代型 VOC 除去モジュール
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 低環境負荷、高洗浄性能、安  
全性を兼ね備えた工業洗浄剤の開発研究
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 耐熱性・耐衝撃性に優れたバ  
イオベース ABS 代替材料の開発とリサイクル特性評  
価
- ・独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
産業技術研究助成事業 マイクロ波を駆動源とするバ  
イオベースポリマーの高効率製造技術開発
- ・独立行政法人科学技術振興機構 CREST モデル触  
媒の in-situ 表面解析
- ・独立行政法人科学技術振興機構 産学共同シーズイ  
ノベーション メチルアルミノキサン合成用マイクロ  
リアクターの実用化研究
- ・独立行政法人科学技術振興機構 重点地域研究開発プ  
ログラム（シーズ発掘試験） 量産化可能ナノサイク  
ル型新規ナノサイズ触媒の開発
- ・財団法人バイオインダストリー協会 基準認証研究開  
発事業 「生分解性プラスチックの微生物嫌気分解試  
験方法に関する標準化」における各種ポリマーの分解  
挙動
- ・独立行政法人日本学術振興会 水中汚染物質分離用メ  
ソ孔性炭素吸着材の開発とオンライン水晶振動子微小  
天秤への応用
- ・環境省 地球環境保全等試験研究費 生分解性資材の  
持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関  
する研究
- ・環境省 地球環境保全等試験研究費 電子機器用ガラ  
ス廃棄時における有害元素の長期浸出評価

発 表：誌上発表123件、口頭発表364件、その他48件

### 精密有機反応制御グループ (Organic Reaction Control Group)

研究グループ長：佐藤 一彦

(つくば中央第5)

概 要：

21世紀の化学産業を地球環境保全と両立させつつ発  
展させるためには、化学プロセスに派生する環境負荷  
を低減し、汚染を未然に防止する必要がある。なかで  
もファインケミストリーや機能物質合成関係では、廃  
棄物が多く出る E ファクターの高い反応の効率化と  
選択性向上が求められている。当グループでは、触媒  
技術や反応場技術によるプロセスの改善を行うととも  
に、高機能新素材の開発へ向けた研究を行っている。  
特に過酸化水素によるクリーンな酸化技術、リンやピ  
スマス化合物を利用する高選択合成技術、二酸化炭素  
を原料とするヒドロホルミル化技術、ハロゲンフリー  
複素環合成技術、マイクロ波を用いる高効率合成技術、  
マイクロ波とマイクロリアクターの複合技術、ケイ素  
系高機能新素材の開発技術、官能基化ポリオレフィン  
合成技術について研究開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 分子触媒グループ (Molecular Catalysis Group)

研究グループ長：安田 弘之

(つくば中央第5)

概 要：

当グループでは、化学プロセスにおける廃棄物のさ  
らなる低減、エネルギー効率の一層の向上、循環型資  
源への原材料転換を実現するために、触媒技術を核と  
した効率的かつ環境に優しい有機合成プロセス技術の  
開発を目指している。特に分子触媒について、その回  
収リサイクルを重視し、無機多孔体や有機ポリマーへ  
の固定化等について検討を行っている。合成目標とし  
ては、基礎化学品もその範疇とするが、ファインケミ  
カルズを重視している。研究を進めるにあたってのキ  
ーワードは、高効率（高活性・高選択性）、低環境負  
荷（高原子効率・ノンハロゲン）、再生可能資源（二  
酸化炭素利用等）である。具体的には、選択水素化・  
酸化反応・酸塩基触媒反応など種々の既知反応に対す  
る新たな高効率触媒系の開発を行うとともに、オレフ  
インへのアセチレン付加といった新反応の開拓、規則  
性メソ多孔体への分子触媒の固定化、二酸化炭素を原  
料とする炭酸エステル合成等にも取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目 2

### 固体触媒グループ (Heterogeneous Catalysis Group)

研究グループ長：藤谷 忠博

(つくば西)



概要：

分子状酸素を酸化剤とするクリーンな選択酸化反応のために、高性能酸化触媒の開発が不可欠となっている。当グループでは、これまでに酸素と水素共存下での気相一段反応において、プロピレンから高い選択率でプロピレンオキシドを合成できる触媒系を開発している。さらに、この反応に対して触媒技術と水素選択透過膜技術とを融合させ、高効率かつ爆発の危険性のない新しい触媒反応プロセスの開発を進めており、触媒寿命の改善とプロセス効率向上に成功している。また、固体触媒の開発研究に加え表面科学的手法等の高度な *in situ* 計測・分析技術も駆使しながら、実用化に向けた触媒の高性能化を進めている。さらに、発酵アルコールからエチレン・プロピレン等の低級オレフィンを製造するプロセス開発に着手し、オレフィンを選択的に合成できる新規触媒を用いたベンチプラントの設計に必要な動力学データの取得を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

膜分離プロセスグループ

(Membrane Separation Processes Research Group)

研究グループ長：原谷 賢治

(つくば中央第5)

概要：

当グループでは、膜素材の合成から製膜・評価技術の確立そして膜応用プロセスの開発まで、膜分離の基礎から応用にわたる基盤研究を一貫して行うことにより、膜利用高効率エコ・プロセスの構築に貢献することを目的としている。具体的ターゲットを環境及びエネルギー関係の分野に特定し、プロセス設計計算をもとにして新規膜素材の探索・合成、膜透過・分離機構の解析評価研究、プロセスの評価解析の検討を行っている。今年度は省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するために、パラジウム (Pd) 系膜の自立薄膜を作製して耐久性試験を行い、350~500℃間の昇降温の繰り返しに耐えることを明らかにした。さらに複数の膜からなるモジュールを組み立て、その水素透過実験にも成功した。低コスト化を目指した非 Pd 系膜の開発研究では、圧力の関数で表す透過係数の定義を提案し、Pd やニオブの実験データに適用して妥当性・有効性を実証した。また、省エネルギー型酸素製造プロセス実現のために、ポリフェニレンオキシド誘導体を前駆体としたカーボン膜の強度向上を図り、約 0.1 m<sup>2</sup>の膜モジュール作製に成功した。このモジュールは優れた気体分離性能を維持しており、酸素分離選択性について  $\alpha(O_2/N_2) > 10.2$  (30℃) を得ることができた。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

化学システムグループ

(Energy-Efficient Chemical Systems Group)

研究グループ長：大森 隆夫

(つくば中央第5)

概要：

当グループでは、化学システムの省エネルギー化や環境負荷低減化の分野において、物質の構造制御等のミクロな材料技術から化学プロセス全体を見渡すシステム技術までを一体化して捉え、持続発展可能な社会の構築に資する研究を展開し、得られた成果を適切な形で社会・産業界に発信している。具体的には、シリカやカーボン等のメソ多孔性材料を利用したシステムにおいて、空調の省エネ化や大気・水の汚染処理や不純物除去等の応用を見据えた研究を展開するとともに、システム化技術として省エネ性能の高い内部熱交換型蒸留塔プロセス・高効率反応分離プロセス・エネルギー物質併産 (コプロダクション) プロセスについての研究を、プロセス強化の観点から進めている。これらの研究を通じて、二酸化炭素排出抑制等の地球環境問題の解決並びに化学産業等の国際競争力強化に貢献したいと考えている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

バイオケミカルグループ

(Bio-Chemical Processes Group)

研究グループ長：榊 啓二

(つくば中央第5)

概要：

当グループでは、バイオマス等未利用資源の積極的な活用を目的として、各種の生物・化学プロセスを活用した高付加価値製品の開発技術等に取り組むとともに、低環境負荷型反応分離プロセスの構築を目指した要素技術の検討を幅広く行っている。具体的には、環境適合性と機能性を併せ持つ新しい材料であるバイオサーファクタントの各種産業分野への応用を目指し、酵素や微生物を利用した製造技術の高度化や用途開拓等を進めている。また、バイオディーゼル燃料の製造等から副生する粗グリセリンを原料として、微生物によるバイオサーファクタントの量産技術及びグリセリン誘導体の生産技術の開発に成功した。さらに、バイオアルコールを低濃度発酵液から効率的に分離するための要素技術として、アルコール選択透過性を有する高性能シリカライト膜の開発、及び発酵と膜分離を同時に行う発酵プロセスの開発を進めている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目3

バイオベースポリマーグループ

(Bio-Based Polymers Group)

研究グループ長：中岩 勝

(関西センター)

概 要：

持続可能社会の実現のためには循環型資源への原料転換が急務であり、再生可能なバイオマスから製造されるプラスチック（バイオベースプラスチック）の開発・実用化が求められている。これを実現するために当グループでは、バイオマス由来原料からのポリマーの製造に取り組んでいる。具体的には、グルタミン酸からのバイオ・化学プロセスによるポリマー原料への合成プロセスの開発、バイオベースポリアミドの実用化研究、植物油からのバイオディーゼル生産時に副生されるグリセリンの材料化研究等に取り組んでいる。その他にも、乳酸系ポリマーの高機能化、バイオマス由来芳香族系ポリマーの開発、生分解性プラスチックの分解菌の分離・同定・分解挙動解明、バイオマス変換のための微生物探索等を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 1

循環型高分子グループ

(Renewable Plastics Research Group)

研究グループ長：国岡 正雄

(つくば中央第5)

概 要：

持続可能な循環型社会システムに適合した、原料を石油に限定することなく、未利用の再生可能原料（バイオマス・農業廃棄物等）からリサイクル可能な循環型高分子を開発している。その製造のための環境適合型プロセス、実利用が促進されるような高機能な性能を持つバイオプラスチック、バイオマスからの効率的な生産法、及びその基盤技術を開発している。環境に負荷を与えない廃棄物処理としての生分解・再資源化についても併せて検討している。具体的な研究テーマは次の通り。1)循環型高分子材料の利用促進のために、化学的手法を用いて熱的・機械的性質や機能に優れた循環型高分子を開発する。2)環境適合技術及びその関連技術を利用し、実用化等に関して実際にその製品に関連している企業とともに効率的生産法等を開発する。3)アジアに豊富に存在するバイオマスを、当該諸国と連携しながら日本の技術を使い循環型化成品及び高分子に転換する技術を開発する。4)上記の循環型高分子の日本製製品の世界市場への投入促進のために、日本発の循環型高分子に関わる国際規格の原案作りを行う。

研究テーマ：テーマ題目 1

フッ素化合物グループ

(Fluorocompound Group)

研究グループ長：田村 正則

(つくば中央第5)

概 要：

フッ素化合物は他の元素からでは得られない特別な性質を有し、この性質を有効に利用することで安全性

が高く環境負荷の低い材料を開発することが可能である。当グループでは、持続可能社会構築に向けてこのフッ素の特性を利用し、総合的な評価にもとづいた低環境負荷型材料の開発を目指している。この目的の達成のために、材料開発に必要なフッ素化合物の合成技術、環境負荷が低くかつ安全な材料の開発に必要な環境影響評価及び燃焼性評価に関する研究開発を行っている。特に、地球温暖化防止という社会ニーズへの対応の一環として、フロン代替物をはじめとする化合物の温暖化と光化学オゾン生成能の評価、燃焼限界と燃焼速度の測定、並びにこれらの予測手法の開発を進めるとともに、これら化合物の工業化に結びつく合成手法の開発を目指している。

研究テーマ：テーマ題目 4

高機能ガラスグループ

(Advanced Glass Group)

研究グループ長：中岩 勝

(関西センター)

概 要：

世界的に廃棄物問題が深刻になるなか、容器・家電・自動車に使用されるガラスのリサイクル率向上、並びに有害金属の代替技術をはじめとする環境対応技術開発は急務となっている。当グループでは、ガラスを廃棄した場合の有害物の長期浸出評価、ガラスからの金属脱離技術の開発、新規な有害物質代替ガラス等の低環境負荷型ガラスの開発を行うとともに、欧州化学物質規制に対応するためのガラス中の微量金属分析方法の標準化について検討している。また、省エネルギーに資する材料技術の開発も近年非常に重要となっており、照明・ディスプレイの省エネルギー化を目的として、多孔質ガラスを利用したガラス蛍光材料の開発を行っている。特に、水銀を使用しない光源である近紫外 LED とキセノン励起蛍光ランプ用の蛍光材料の開発並びに蓄光ガラスの開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 4

-----  
 [テーマ題目 1] 生物由来原料を用いる化学製品製造技術

[研究代表者] 榊 啓二 (バイオケミカルグループ)

[研究担当者] 榊 啓二、中山 敦好、山野 尚子、竹田 さほり、河田 悦和、川崎 典起、国岡 正雄、田口 洋一、廣瀬 重雄、船橋 正弘、大石 晃広、田口 和宏、竹内 和彦、長畑 律子、大内 秋比古、八木 久彰、池上 徹、根岸 秀之、羽部 浩、北本 大、井村 知弘、森田 友岳、福岡 徳馬、藤谷 忠博、高橋 厚、伊達 正和、中村 功、三村 直樹、大森 隆夫、山本 拓司、

原谷 賢治、吉宗 美紀  
(常勤職員32名、他33名)

#### 【研究内容】

原材料転換並びに既存化学品に由来する環境負荷の低減を目指し、高機能かつ量産可能なバイオベースマテリアルを開発する。具体的には、バイオマス由来の環境適合型界面活性剤であるバイオサーファクタントの製造法の高度化とその各種産業分野における用途開拓を行う。また、基幹化学物質として有用な低級アルコールの膜分離技術、及び C2~C4のバイオ基幹物質の製造・利用技術を開発する。さらに、バイオベースプラスチックの高機能化のため、耐熱性があり加工温度の低いポリアミドの生産技術及びガスバリアー性の高いプラスチックを開発する。

(バイオマス化学体系の構築)

バイオサーファクタントの生産系に関する検討を進め、生合成系の鍵となる遺伝子・酵素(糖転移酵素・脂肪酸転移酵素など)を明らかにするとともに、多様なバイオマス原料に対応可能な新しいタイプの生産菌を複数獲得することに成功した。これらの新菌株を利用して、油脂加工やバイオディーゼル製造から副生する粗グリセリンあるいはグルコースやショ糖等の糖類から、高収率で糖型バイオサーファクタントを生産することに成功した。さらに、一連の製造技術を連携企業に移転するとともに、実用特性の多面的な評価を進め、バイオサーファクタントのスキンケア化粧品素材(保湿剤など)への事業化につなげた。

アルコール選択性シリカライト膜の高性能化を目指し、開口率の高い膜支持基板にシリカライト結晶層を厚く形成することにより、選択性を低下させることなく膜透過流速が従来比約1.7倍に増大したシリカライト膜の作製が可能となった。シリカライト膜による浸透気化膜分離では、供給ブタノール濃度0.5~1%の供給液から40~66%の透過ブタノールが得られたのに対し、一般的な疎水性膜であるシリコンゴムシートでは23~37%しか得られず、このことからブタノール発酵系へのシリカライト膜分離プロセスの適用は有効であると考えられる。

将来性のあるバイオ基幹化合物のモデル物質として、グリセリン誘導体であるグリセリン酸を選定した。グリセリン酸製造プロセスに関する検討を進めた結果、グリセリン酸生産菌を複数取得するとともに、効率的に発酵生産するための基礎的知見が得られた。また、発酵アルコールからエチレン・プロピレン等の低級オレフィンを生産するプロセス開発に着手し、オレフィンを選択的に合成できる新規触媒の開発を行うとともに、ベンチプラント設計に必要な動力学データを取得した。発酵エタノール中の硫黄系不純物の吸着除去についても検討を行った。

(バイオベースプラスチックの高機能化)

グルタミン酸から γ-アミノ酪酸(GABA)を製造

する系について、ある種の細菌により10 g/Lh 近い空間時間収率で生産可能なプロセスを見出した。この系は迅速で効率的な生産系であるだけでなく、有機栄養源や界面活性剤等を用いない単純な系であるため、分離・精製することなくそのまま容易にかつ定量的にピロリドン変換を行うことができた。GABA から得られるポリアミド4樹脂に関しては、ピロリドンとカプロラクタムの共重合系のポリアミド4へのブレンド性について検討した。また、ピロリドン単体重合体であるポリアミド4の成形加工性についても検討し、射出成形品を作成することができた。その成形品を用いてビカット軟化点、アイゾット耐衝撃試験、曲げ弾性率等のデータを得た。

さらに、バイオマス由来のフルフラール及びセルロースアセテート誘導体を、バイオプラスチックであるポリブチレンスクリネートに少量混合することにより、機械的物性を改善することができた。ポリブチレンスクリネートの合成技術では、少量のバイオマス由来の2,5-フランジカルボン酸を共重合させることにより、柔軟で高分子量のプラスチックが得られることを明らかにした。ガスバリアー性の高いバイオベースプラスチックの開発については、ガスバリアー性が大きく向上したクレー充填エポキシ樹脂フィルムの諸物性を明らかにした。国際標準規格にもとづく生分解性評価法に用いる材料の調製方法を ISO の年次大会で新規提案し、ISO 化に向けて審議を継続している。また、バイオベース材料のバイオマス度の測定方法に関しても、多くのデータを収集し国際標準規格の新規提案としてその成果の一部を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】生分解性プラスチック、バイオベースプラスチック、ポリアミド4、γ-アミノ酪酸、ポリエステル、バイオサーファクタント、バイオアルコール

【テーマ題目2】副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術

【研究代表者】安田 弘之(分子触媒グループ)

【研究担当者】安田 弘之、佐藤 一彦、清水 政男、今 喜裕、小林 敏明、島田 茂、宮沢 哲、内丸 祐子、韓 立彪、富永 健一、今野 英雄、杉山 順一、田中 進、山下 浩、萩原 英昭、坂倉 俊康、高橋 利和、藤田 賢一、小野澤 俊也、崔 準哲、竹中 康将、深谷 訓久、藤谷 忠博、伊達 正和、中村 功、高橋 厚、遠藤 明、片岡 祥(常勤職員28名、他17名)

【研究内容】

21世紀の化学産業を地球環境保全と両立させつつ発展させるためには、化学プロセスに派生する環境負荷を低

減し、汚染を未然に防止する必要がある。なかでもファインケミストリーや機能物質合成関係では、廃棄物が多く出る E ファクターの高い反応の効率化と選択性向上が求められている。本テーマでは、触媒技術や反応場技術によりプロセスの改善を行うとともに、高機能新素材の開発へ向けた研究を行う。

触媒技術によるプロセス改善では、クリーンな酸化技術としてハロゲンフリー条件下で過酸化水素を酸化剤とする含ヘテロ環状化合物の選択的カルボニル化反应用新規触媒を開発した。新規ビスマス系ラジカル開始剤・反応剤を利用したラジカル反応を開発するとともに、ラジカル開始剤の簡便な再生法を見出した。空気中で銅触媒を用いるアルキン類と水素ホスホナート類の酸化的脱水素カップリング反応を見出し、ハロゲン化合物を出発原料として用いないアルキニルホスホナート類の効率的な合成法を開発した。二酸化炭素を原料とするヒドロホルミル化反応において、より安価な金属を用いた触媒系を開発した。

さらに、従来水銀触媒や強酸触媒で合成されてきた含硫黄複素環化合物を、再利用可能な酸性イオン交換樹脂を用いて合成する新たな方法を開発した。オキシラン類と二酸化硫黄との反応により、環状硫黄酸エステル類を高効率で合成可能な触媒系を見出した。また、分子触媒をシリカ表面に強固に固定化できる多点結合型リンカーを開発した。鈴木カップリング反応において、収率80%以上でリーチングを1.4 ppm まで抑制した触媒の開発に成功した。

アルミニウム含有メソポーラスシリカが、3成分ストレッカー型反応及び向山アルドール反応を高効率で触媒することを見出した。従来法では困難であった多種多様な官能基を有する有機無機複合材料の製造法を開発した。メタノールとの反応による脱水型炭酸ジメチル合成を最適化することにより、持続可能資源としての二酸化炭素の可能性を示した。安価で毒性の低い鉄触媒を用いた炭素骨格形成反応として、末端アセチレン類のオレフィンへの付加反応を開発した。 dendrogram 固定型酸化オスミウム触媒を調製し、オレフィンのジヒドロキシ化反応に用いたところ、反応が円滑に進行し再沈殿により触媒のリサイクルを行うことができた。また、プロピレンオキシド (PO) 合成用高選択性酸化触媒とそれを用いた製造プロセスの開発に成功した。従来の PO 合成触媒では高選択性が得られなかった酸素/水素/プロピレン気相一段プロセスについて、金ナノ粒子触媒の調整法の改良により、プロピレン転化率10%、PO 選択率90%以上 (初期活性) を達成した。さらに、実用化の障害となる爆発限界回避と収率向上のために、水素選択透過膜を介して水素を別の導入ラインから触媒反応部に供給する触媒膜反応プロセスを開発し、触媒寿命とプロセス効率の向上に成功した。水素利用効率は50%、PO 空時収率は実用化レベルの150 g/Lh を達成した。

反応場技術によるプロセス改善としては、マイクロ波を用いる有機 EL イリジウム錯体の合成において、3価のイリジウム原料が最適であることを見出した。重水を同位体源とする芳香族化合物の H-D 交換反応がマイクロ波照射により促進されることを明らかにした。複素誘電率の解析から、誘電体のマイクロ波加熱特性の類別判定法を明らかにした。マイクロ波加熱による新しい樹脂混練技術を開発した。液体サンプルの誘電特性に関して温度依存性を解明するとともに、マイクロ波と固体酸触媒を用いた分子内フリーデル・クラフツ型反応による環状ケトン類の高効率合成法を開発した。また、マイクロリアクターでの利用を目的として、規則性メソ多孔体への分子触媒の固定化についても検討した。

高機能新素材の開発研究としては、水酸基含有ポリプロピレンをポリプロピレン樹脂に添加すると、衝撃強度を低下させることなくポリプロピレン樹脂を高弾性率化できることを見出した。電極材料用全芳香族ポリマーでは、ポリフルオレン及び共重合体の合成を行い、高容量密度化を阻害する副生要因を明らかにした。機能性ハイブリッド材料であるペロブスカイト材料のシリコーン修飾、ボラジンポリマー焼成材料、ネットワーク型カルボシラン系ポリマーについて、材料の組成を調整することにより成型加工性が高く大面積化可能な構造体を得ることができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】選択酸化、ヘテロ元素化合物、金属錯体、マイクロリアクター、マイクロ波化学合成、ナノ多孔材料、固定化触媒、二酸化炭素、プロピレンオキシド、触媒膜反応プロセス

【テーマ題目3】分離技術等を応用した省エネルギー型化学プロセス技術

【研究代表者】原谷 賢治 (膜分離プロセスグループ)

【研究担当者】原谷 賢治、中岩 勝、藤原 一郎、向田 雅一、須田 洋幸、原 重樹、吉宗 美紀、大森 隆夫、遠藤 明、山本 拓司、片岡 祥、榊 啓二、池上 徹、根岸 秀之、(常勤職員14名、他20名)

【研究内容】

省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するために、水素を効率よく分離するパラジウム (Pd) 系膜と、低コスト化を目指した非 Pd 系膜を開発する。また、省エネルギー型酸素製造プロセス実現のために、空気から酸素を効率よく分離する膜の開発も行う。環境汚染物質処理技術については、次世代型省エネ処理システムへの応用を目指した新規カーボン系高機能吸着材料の開発を行う。産業部門消費エネルギー低減のために、デシカント空調機用の規則性ナノ多孔体について、その除湿性能の

省エネ性を検討する。省エネ内部熱交換型蒸留塔（HIDiC）プロセス技術については、主に次世代型システム技術の構築に関して検討を行う。コプロダクション技術については、評価ソフトウェアの改良版を開発する。

（分離膜を利用した省エネルギー気体製造プロセス技術）

Pd 膜に関しては、実用型水素精製モジュールの開発を進めている。圧延のような従来法で作製される Pd 無欠陥自立膜の厚さは15  $\mu\text{m}$  が限界だが、我々は昨年度までにメッキを利用した独自の製膜手法で厚さ10  $\mu\text{m}$  以下、膜面積が数10  $\text{cm}^2$  の Pd 系自立膜の調製を可能にした。本年度はその耐久性試験を行い、350~500°C間の昇降温の繰り返しに耐えることを明らかにした。さらに複数の膜からなるモジュールを組み立て、その水素透過実験にも成功した。市販の膜（Pd-Ag 合金、厚さ20  $\mu\text{m}$ ）を用いた1000時間を超えるモジュール耐久試験を行い、モジュール構造上の問題がないことも確認した。一方、非 Pd 系膜材料の開発では、これまで使われてきた水素透過係数では材料特性を精確に表現できないことが明らかになった。そこで、精確な表現を可能にし材料特性の解析にも使えるように透過係数の定義を拡張することを提案した。これまで定数だった透過係数が圧力の関数となり、その簡便な評価法や他の定義との比較法を示し、Pd やニオブの実験データに適用して妥当性・有効性を実証した。

酸素分離膜については、実用型形態である中空糸型カーボン膜の膜モジュール化の開発を行った。まず、膜モジュールの作製に使用する接着剤の選定及び接着手法の検討を行い、気密性と耐圧性を損なうことなく、カーボン膜を接着する手法を確立した。この手法を用い安価なポリフェニレンオキシドを前駆体として、約0.1  $\text{m}^2$  の膜モジュールを作製することに成功した。このモジュールは、優れた気体分離性能を維持しており、酸素分離選択性について  $\alpha$  ( $\text{O}_2/\text{N}_2$ ) > 10.2 (30°C) を得ることができた。また、カーボン膜モジュールを用いた混合ガス分離試験を行い、透過側を真空引きにした場合に単ガスでの理想分離係数  $\alpha$  が維持されることを確認した。

（環境汚染物質処理技術）

残留性有機汚染物質（POPs）等を含んだ廃水の高度処理技術開発を目的として、ナノ細孔性カーボゲルやシリカゲルに金属触媒を担持した水処理用吸着剤を作製し、それを用いた促進酸化処理プロセス（AOP）について検討を行った。吸着剤とオゾンまたは超音波を併用した AOP では、オゾンや超音波をそれぞれ単独で使用した場合に比較して水中での活性化学種の生成が促進されるため、POPs や全溶存有機炭素を効率的に処理可能であることを確認した。また、揮発性有機化合物（VOC）吸着除去用のモジュール作製を目的として、ナノ細孔構造を制御したカーボン系吸着剤を開発し、

VOC の吸着特性に対する吸着剤の細孔特性の影響を明らかにした。

（産業部門消費エネルギー低減のための化学技術）

デシカント空調技術については、昨年度開始したフィールドテストを継続実施し、実用化に向けた問題点を抽出した。スラリー含浸による除湿ローターの作製が問題となっていたため、ローター作製法の改良について検討を行った。システム自体の省エネ性は、排熱による再生の実証も含めて確認することができた。省エネ蒸留 HIDiC 技術については、産総研成果の技術移転を行うとともに、本技術に関する情報を集約・体系化し、塔構造及びプロセス設計技術と解析・シミュレーション技術の検討を行った。適用可能な蒸留系の拡大に関する評価手法、設計・運転解析手法、エンジニアリング技術等の検討についても、共同研究等を通じて実施した。コプロダクション技術については、開発したコプロダクションピンチ解析ソフトウェアのプロトタイプ2に関して、昨年度明らかになった問題点を改善するとともに新たな機能を加えて、プロトタイプ3を開発した。燃料等から蒸気や電力を生成するユーティリティコジェネシステムをモデル化し、エネルギーユーティリティ需要変化による燃料マテリアル変化も含めた全体プロセスの評価を行うことが可能になった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】省エネルギー、膜分離プロセス、水素分離、酸素分離、カーボゲル、ナノ多孔質材料、デシカント空調、省エネ蒸留、コプロダクション

【テーマ題目4】環境負荷を極小化し快適な生活を支える新材料技術

【研究代表者】田村 正則（フッ素化合物グループ）

【研究担当者】田村 正則、関屋 章、徳橋 和明、陳 亮、高橋 明文、滝澤 賢二、内丸 忠文、権 恒道、水門 潤治、山下 勝、神 哲郎  
（常勤職員11名、他12名）

【研究内容】

（フッ素材料）

フッ素化合物は、他の元素では得ることのできない優れた性質を有しており、この特性を利用してフロン代替物・含フッ素高分子・医薬品・半導体産業等に広く利用されている。しかしながら、オゾン層破壊や地球温暖化等への影響が問題視されその対策が求められている。そこで、総合的に環境負荷を最小化するフッ素材料の開発を目指し、これに必要な評価指針・評価法・合成技術とそれにもとづく材料を開発する。具体的には、環境負荷が低く高い性能と安全性を兼ね備えた工業洗浄剤開発や、断熱特性が優れ環境への負荷の小さい発泡剤開発等のフロン代替材料開発を目指す。さらに、フロン代替材料の

開発とともにそれらの要素技術の応用も視野に入れる。以上により、持続可能社会の実現を目指す。

温暖化評価手法について、二酸化炭素を基準としない方法の検討を行った。その結果、これまでの時間軸を基準にした TWPG 手法を改善し、温暖化のワット単位のエネルギー単位での評価に加え、大気濃度変化をもとにした新手法を付け加えた。なお、TWPG は総合温暖化予測図で時間軸に対するその時の温暖化量を示す指標である。この手法を用いて温暖化物質の評価を行うとともに、資源評価については回収及び再利用についての検討と事例に即した評価を行い、基礎的な知見を得ることができた。

燃焼性評価に関しては、炭化水素等の11化合物の燃焼限界に対する温度変化について、ほとんどの化合物は燃焼熱及び比熱から予測可能であるが、含フッ素不飽和化合物は予測よりも実測の温度変化が大きいことを明らかにした。また、ISO の冷媒化合物の燃焼速度を測定するとともに、極微燃の化合物の燃焼速度の測定値の信頼性を検証した。工業洗浄剤開発における有力候補化合物について、製造のトータルプロセスで80%以上の選択率を達成するとともに、温暖化効果は低く不燃性あるいは燃焼速度が小さいことを明らかにした。発泡剤候補化合物については、その合成について検討を行うとともに燃焼性評価及び大気寿命評価等を進め、不燃性で大気寿命がおおよそ1年以下であることを明らかにした。また、総合評価で優れた半導体ガス化合物の新たな用途を見出した。

(ガラス材料)

産業・生活における有害物質リスク削減と省エネルギーに資する観点から、ガラス材料の開発を行っている。具体的には、ガラス中に含まれる有害物質削減技術の開発と、有害物質含有ガラスの廃棄時の安全性評価と欧州規制に対応するための評価手法の開発等を行った。また、高い技術ポテンシャルを有する多孔質ガラス技術を利用して、新規な蛍光ガラスや蛍光材料についても開発を行った。

ブラウン管テレビから薄型テレビへの移行に伴うブラウン管需要の減少から、廃棄ブラウン管のリサイクルが困難になっており、代替処理方法が必要になっている。金属ストックを前提とした埋め立て処分を行った場合に、ブラウン管から地下水への鉛等の溶出を評価するために、酸性・中性・アルカリ性各条件下で溶出試験を行うとともに、長期溶出量の変化を把握する溶出メカニズムについて検討した。また欧州規制への対応として、ガラス中の金属微量成分の分析方法について、昨年度までにガラス産業連合会と共同でマニュアル化を行ったが、本年度はその結果について JIS 原案委員会で検討を行い、必要な追加実験を行って原案を作成した。省エネルギー化に対応するための多孔質ガラスを利用した蛍光ガラスの開発については、昨年度開発した発光波長375 nm の

LED で励起可能な緑及び赤色発光ガラスについて、元素の組み合わせをさらに検討してビスマスやアルカリ金属の導入による高輝度化を図った。蓄光ガラスについては、多孔質ガラスへの金属ドーピング手法の可能性について検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、フロン代替、環境評価、燃焼性評価、省エネルギー、有害物質削減、ガラス材料、蛍光ガラス

## ⑩【エネルギー技術研究部門】

(Energy Technology Research Institute)

(存続期間：2004. 7. 1～)

研究部門長：長谷川 裕夫

副研究部門長：武内 洋、上野 和夫、秋葉 悦男

上席研究員：横川 晴美

主幹研究員：赤井 誠、杉原 秀樹、角口 勝彦、山崎 聡

所在地：つくば中央第2、つくば中央第5、つくば東、つくば西

人員：128名 (125名)

経費：1,477,384千円 (465,162千円)

概要：

### 1. ミッションと目標

研究開発によって、地球温暖化防止とエネルギーの安定供給確保を両立させ、持続的発展可能な社会の実現に貢献することを目標とする。燃料電池を中心とする高効率な分散型エネルギー源と、これらのネットワークにより電力・燃料・熱を効率的に柔軟にマネージメントする分散型エネルギーネットワークの研究開発、太陽光、水素、クリーン燃料等のクリーンエネルギーの研究開発を行い、高効率・低環境負荷で柔軟性と利便性の高いエネルギーを供給する総合エネルギー産業の創出を目指す。

### 2. 主要研究項目

上記目標を実現するために、中期目標「分散型エネルギーネットワーク技術の開発による CO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上」を掲げて、以下の主要研究項目について研究開発を行う。

#### 1) 分散型エネルギーネットワーク技術

高いエネルギー利用効率と柔軟なエネルギー供給が可能な分散型エネルギーネットワークの構成要素技術及び統合制御・運用技術を開発する。

#### 2) エネルギー材料・デバイス技術

高性能固体酸化物形燃料電池、高効率熱電変換素子、大容量・高出力二次電池、大容量電力貯蔵キャパシタ、次世代電力変換素子等のエネルギーデバイ

ス技術を開発する。

3) クリーンエネルギー技術

色素増感太陽電池、太陽光による水素製造等の太陽光エネルギー利用、水素貯蔵、化石資源のクリーン利用等の技術を開発する。

4) 萌芽的・革新的エネルギー技術

新たな展開やブレークスルーをもたらす革新的、萌芽的エネルギー技術の研究に積極的に取り組む。

外部資金：

経済産業省

産業技術研究開発委託費

「SOFC 単位セルアッセンブリー試験方法に関する標準化」

地球温暖化問題対策調査

「二酸化炭素回収・貯留技術実用化方策調査」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構委託費

「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」「固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発」「革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト」「新エネルギー技術研究開発 太陽光発電システム未来技術研究開発」「次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発」「新エネルギー技術研究開発 次世代風力発電技術研究開発」「戦略的炭素ガス化・燃焼技術開発 (STEP CCT)」「エネルギー使用合理化技術戦略的開発」等

文部科学省

原子力試験研究委託費「レーザー加速電子ビームの高度化と利用技術に関する研究」等

財団等

「測位用擬似時計技術開発」「高エネルギー密度界面を用いた大容量キャパシタの開発委託業務」「CO<sub>2</sub>の海水中への溶解・拡散に関する数値実験」等

発表：誌上発表326件、口頭発表527件、その他56件

エネルギーネットワークグループ

(Energy Network Group)

研究グループ長：村田 晃伸

(つくば中央第2)

概要：

エネルギー利用効率の改善や炭酸ガス排出の削減、化石燃料への依存度低減、需要側・供給側双方の多様な要求の実現など、エネルギーを取り巻く種々の要望をかなえるために、再生可能エネルギーを始めとする分散型エネルギー源の導入と普及が期待されている。しかし、電力やガスなどの既存のエネルギーのネットワークは、分散型のエネルギー源の導入を想定してい

ないため、分散型エネルギーの導入に制約を生じてしまう。こうした制約を打破し、分散型エネルギー源を大規模かつ有効に用いるためには、個別機器の制御運用だけでは限界があり、多数のエネルギー機器をネットワーク化して運用する技術が必要である。そこで、分散電源を大規模に導入した場合の電力系統の電圧安定化や需給バランス維持のための制御・運用技術、定置式燃料電池を利用した電気・熱・水素によるネットワーク化技術、負荷の平準化技術などの開発を進めている。また、これらの検討の基礎となるエネルギー需給構造分析に取り組んでいる。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目8

エネルギー社会システムグループ

(Socio-economics and Policy Study Group)

研究グループ長：西尾 匡弘

(つくば東・西)

概要：

長期的視点に立って、新しいエネルギーシステムの導入シナリオや社会経済的側面等について研究する。具体的には、基盤的研究や広範な調査研究により取得する評価データに基づいて、次のような分野の研究を推進する。(1)再生可能エネルギーの水素によるエネルギー貯蔵を組み込んだ最適エネルギーシステム、(2)技術の社会的受容性や地域への分散電源の導入促進に係る制度的側面、(3)二酸化炭素の回収隔離に関する政策研究、(4)エネルギー経済モデルなどを用いた長期的エネルギーシナリオの分析、および(5)技術導入による社会へのインパクトに関する研究。これらの研究開発を通じて、国内外の研究者や政策担当者とのネットワークも醸成し、国際戦略的視点をも踏まえて、エネルギー技術政策及びそれとリンクした二酸化炭素削減に係る政策を支援・提言する役割を果たす。

研究テーマ：テーマ題目2

熱・流体システムグループ

(Thermal and Fluid System Group)

研究グループ長：竹村 文男

(つくば東・西)

概要：

省エネルギーの推進に資するとともに、自然熱、人工的な排熱等の利用促進を図り、新エネルギーの活用・導入、CO<sub>2</sub>削減、エネルギー資源枯渇化対策等への貢献を進めており、分散型エネルギーシステムを構成する基盤的技術である熱流体システムの高度化や熱流体システムの革新的利用技術の開発を目指して、個々の構成要素技術や制御技術の開発及びシステム化等を行い、熱・流体システムの導入普及を図ることをグループの目標としている。具体的なテーマとして、マイクロガスタービンによる発電と同時に発生する熱

を蓄熱し、熱供給の平準化を図るシステムの実証研究、固体酸化物形燃料電池（SOFC）とスターリングエンジンとのコンバインドサイクルを目指した研究開発、混合媒体を用いた環境調和型ヒートポンプの研究開発、氷粒子の凝集抑制による冷熱輸送媒体の高機能化に関する研究開発、中空カプセル製造へのマイクロバブル応用技術の研究開発、圧縮性多成分系流体の臨界点近傍における極限環境での熱・物質輸送に関する研究開発、電磁場を用いた熱流体制御技術の研究開発、物質の相変化やそれに付随する過冷却現象を利用した温熱蓄熱材料に関する研究、大地熱源冷暖房・給湯システムに関する研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目10

### ターボマシングループ

(Turbomachinery Group)

研究グループ長：吉田 博夫

(つくば東・西)

#### 概要：

持続可能社会の実現をもたらす分散型エネルギーネットワーク技術の開発を積極的に推進している。そのために、高い省エネルギー性、スマートなエネルギー利用、環境調和（騒音抑制）という観点から熱流体、材料プロセスならびに評価、システム制御などにおける関連重要課題に取り組んでいる。[1]マイクロ・セラミック・ガスタービン（ $\mu$ CGT）の研究をまとめた。[2]小形風車に関して民間企業との共同研究を通して1 kW級小形風車の性能向上のための実験を継続している。[3]ガスタービン、圧縮機、風力発電などを出口として想定した基盤技術を研究している。流れの能動的制御に関して、高温流れ場に適用できる誘電体バリア放電プラズマアクチュエータ（DBD-PA）の開発を進めている。また、コーティングや複合材料のプロセス技術を用いた、熱電発電素子や固体電解質形燃料電池セル等のエネルギーデバイスの開発にも取り組んでいる。東京大学先端科学技術研究センターと連携して、ハイブリッドセラミックス設計、ハイブリッドセラミックス材料の新規応用分野への適用技術の開発に取り組んでいる。

### 燃焼評価グループ

(Combustion Control Group)

研究グループ長：竹内 正雄

(つくば西)

#### 概要：

燃焼に伴って排出される有害物質を効率的に抑制して環境保全をはかることは、エネルギーの有効利用を推進する上で重要な課題である。燃焼に伴って生成するダイオキシン類、多環芳香族化合物等の有害物質生成機構には不明な部分が多いため、燃焼の最適制御に

よる生成抑制とともに排ガス処理装置の高性能化による後処理が必要である。ところが排ガス処理装置は高性能を狙うと設置、運転とも高コスト、高エネルギー消費となるため、排出源でできるだけ生成を抑えることが必要である。そこで当グループでは、有害物質の生成機構を明らかにして本質的な生成抑制を可能にするとともに、各種燃料に対する燃焼反応の詳細を調べて、どのような状況においても有害物質の生成を抑制した燃焼が可能となることを目的に研究を進めている。具体的には、基礎的な燃焼装置を用いて、ダイオキシン類前駆物質である多環芳香族化合物やダイオキシン類そのものの生成機構と生成挙動の解明を行うとともに、レーザー分光法や数値解析を用いて、有害物質生成に関連する燃焼反応を解析する研究を行っている。また、ダイオキシン類や農薬などに代表される有機ハロゲン化合物を、触媒で無害化処理する研究、燃焼の重要なアプリケーションである廃棄物焼却炉や金属溶解炉での有害物質の生成挙動についての研究を行った。

### 安全評価グループ

(Safety Assessment Group)

研究グループ長：小杉 昌幸

(つくば西)

#### 概要：

地下貯蔵施設の断層監視技術について、3ヶ所で断層の三次元挙動を継続監視し、プレート挙動と岩盤内三次元ひずみ挙動との関係を分析した。また、ノルウェーとの国際共同研究において監視網の構築を進め、産総研特許技術の移転（計測技術輸出）を達成した。エネルギー事業所などの環境対策技術の導入評価法について、導入シナリオとして「全体管理」法を自治体に広報し、その普及を進めた。併せて、自治体などから施設のエネルギー消費データを集積し、エネルギー効率のデータベースや削減実績データベースを構築し、排出実態、削減余地や費用対効果の分析結果を日本環境学会や同実態分析委員会から明らかにした。また、産総研データベースの利用のため、産総研創業ベンチャー「エスラボ」による知的財産実施などを進めた。エネルギー事業所のための対策技術開発として、自己防災機構及び通気口閉塞防災材料の実験的な検討を共同研究で行い、熱風・火炎に曝された場合に通気口を閉塞する類焼防止技術の実用化開発を進めた。

### 宇宙技術グループ

(Space Technology Group)

研究グループ長：阿部 宜之

(つくば中央第2)

#### 概要：

宇宙環境の有するポテンシャルを活かして、エネルギーと環境の調和を図り、社会生活に還元することを



目標として研究開発を進めている。宇宙の位置的ポテンシャルを利用する視点から、従来にない正確な位置情報、時間情報を供給可能な、準天頂衛星の基盤技術に関する研究を実施している。エネルギー技術という視点から、宇宙で得られる安定な太陽エネルギーを、地上へ基幹電力として供給する新技術について、基盤技術開発を実施している。また、宇宙利用を主目的とした技術を、地上技術としてスピノフさせるために、無重力で顕在化する特異な表面張力挙動を積極的に用いた、パワーエレクトロニクス、マイクロエレクトロニクス等の汎用冷却技術に関して研究を実施している。

#### 燃料電池システムグループ (Fuel Cell System Group)

研究グループ長：嘉藤 徹

(つくば中央第2)

概要：

燃料電池システムグループでは、大幅な炭酸ガス排出削減、省エネルギーが期待できる固体酸化物形燃料電池 (SOFC) について、実用的なシステムの開発、SOFC 市場の創製、早期実用化に寄与すべく、セル・スタック・システム評価解析技術、規格・標準化技術等の研究開発を進めている。また、より高効率な SOFC システム、ゼロエミッション SOFC システム等次世代 SOFC の可能性と開発時の課題を明らかにするための基礎研究を実施している。更に、これらの研究で蓄積した電気化学技術を利用し、エネルギー、環境技術の開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 5

#### 燃料電池材料グループ (Fuel Cell Materials Group)

研究グループ長：堀田 照久

(つくば中央第5)

概要：

固体酸化物形燃料電池 (SOFC) は、実証研究段階に入り商用化への技術開発が進展している。この段階での重要な技術開発の1つに、発電ユニットであるスタックの耐久性・信頼性の向上が挙げられる。当グループでは、スタックメーカー及び大学等と協力しながら、セル・スタックの劣化機構解明をおこなっている。4万時間以上の耐久性を確保するためには、微少な化学変化や不純物挙動を詳細に捉える必要がある。そこで、微量成分の検出感度が高い二次イオン質量分析計 (SIMS)、結晶相の微妙な変化を検知できる顕微ラマン分光計などを用いて、構成部材・材料の特定部位での変化を詳細に分析し、劣化機構を検討している。実機の試料に含まれる微量成分を ppm レベルで分析し、劣化に及ぼす影響を明らかにした。また、劣化機構・反応機構をより詳細に解明するための分析・解析

法の検討もおこなっている。さらに、次世代 SOFC に適用される材料の萌芽的な研究開発もおこなっている。

研究テーマ：テーマ題目 6

#### 熱電変換グループ (Thermoelectric Energy Conversion Group)

研究グループ長：小原 春彦

(つくば中央第2)

概要：

熱電変換は特殊な半導体や金属 (熱電材料) を用いて熱エネルギーと電気エネルギーを直接変換する技術である。熱電材料に温度差を与えると起電力が発生する効果 (ゼーベック効果) を用いて、熱エネルギーから電気エネルギーを取り出したり、逆に熱電材料に電流を流すことで吸熱現象を起こす効果 (ペルチェ効果) を用いて物を冷やしたりすることができる。また、熱電変換は温度が低く捨てられている低品位な未利用排熱でも、電気エネルギーに変換することができる。一方、熱電変換の効率は熱源の温度、熱電材料、モジュールの性能に依存するため、その実用化普及には材料からモジュール開発まで幅広い研究開発が必要である。当グループでは、未利用排熱を効率よく電気エネルギーとして回収するための材料とモジュールの開発を進めている。さらに、熱電変換用の材料評価技術、モジュール性能評価技術の開発にも力を入れている。

研究テーマ：テーマ題目 5、テーマ題目11

#### エネルギー貯蔵材料グループ (Energy Storage Materials Group)

研究グループ長：羽鳥 浩章

(つくば西)

概要：

電力貯蔵は、エネルギー利用の多様化と高効率化のために重要な技術の一つであり、二次電池やキャパシタなどの電力貯蔵デバイスが、ハイブリッド車や電力需給の平準化などに用いられている。炭素材料は、次世代エネルギーシステムの中ですでに重要な役割を果たしているリチウム電池や燃料電池などの先進デバイスにおいて、無くてはならない材料として近年脚光を浴びているが、当グループでは、長年培ってきた炭素材料のナノ構造制御・解析技術を生かして、21世紀の分散型エネルギーシステムにおいてその実用化が期待されているキャパシタ用高性能電極の開発を行っている。また、革新的省エネルギーシステムの要素技術となりうる水素製造技術や水素貯蔵技術に関しても、先導的な研究を行っている。

#### ナノエネルギー材料グループ (Nano Energy Materials Group)

研究グループ長：本間 格

(つくば中央第2)

概要：

持続可能社会の基盤はエネルギー技術であると認識し、高機能材料をベースとした再生可能エネルギー技術の要素技術開発を行っている。再生可能エネルギー技術を構築するためには、従来にない安価・高効率・高出力なエネルギーデバイスの開発が必要であり、高効率で発電する固体高分子燃料電池や、高速充放電が可能な高出力リチウム二次電池等のクリーンな次世代型エネルギーデバイスを、広く産業界や民生用途に供与しなければならない。当グループでは、これらの革新的エネルギー技術実現のために、ナノテクノロジーと先端材料科学の手法を取り入れ、主に高出力型リチウム二次電池や大容量キャパシタの研究開発を行っている。特に、最重要な研究テーマとして高出力型リチウム二次電池を取り上げ、ナノ結晶活物質やグラフェン（単原子層グラファイト）の新規合成法を開拓し、そのエネルギー貯蔵メカニズムの解明を進めると共にリチウム二次電池の高容量化と高出力化を可能にする革新的電池活物質の研究開発を行っている。また、機能性材料のナノ構造制御を生かした全固体型リチウム二次電池や燃料電池電極触媒などの次世代エネルギー材料の基礎研究も行っている。

研究テーマ：テーマ題目4

#### エネルギー界面技術グループ

(Energy Interface Technology Group)

研究グループ長：周 豪慎

(つくば中央第2)

概要：

固体・液体・気体の界面において、物質・イオン・電子の移動、吸着、注入や、酸化・還元など物理化学の現象を解明すると共に、それらをうまく利用して、クリーンなエネルギー変換デバイス（＝リチウムイオン電池、リチウム-空気電池、燃料電池、色素増感型太陽電池など）と環境保全技術（＝超撥水界面技術、超親水界面技術、環境汚染検出素子など）の開発を行う。平成20年度には、ナノサイズ活物質を利用した高性能リチウムイオン電池、多層電解液と電解質を利用したリチウム-空気電池、葉緑素クロロフィルを利用した色素増感型太陽電池、表面ナノ構造の修飾を利用した超撥水界面、光導波路ガスセンサーなどの研究開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目3

#### 超電導技術グループ

(Superconductor Technology Group)

研究グループ長：山崎 裕文

(つくば中央第2)

概要：

超電導技術グループでは、液体窒素温度で電気抵抗がゼロとなる高温超電導酸化物の電力機器などへの応用を目指して、超電導材料の作製・評価技術、冷却技術、電流リードなどの研究を行なっている。特に、電力系統の短絡事故時に大きな抵抗を発生して事故電流の増大を抑制する限流器に注目し、大面積薄膜を用いた限流素子の開発を進めている。

別記の重要研究テーマ以外の成果を以下に記す。限流素子用のサファイア基板 YBCO 薄膜の臨界電流密度  $J_c$  の磁界角度依存性測定と透過電子顕微鏡観察から、高密度の微細なナノ析出物（サイズが $\sim 7$  nm 以下）が、高い  $J_c$  の起因である、主要な磁束ピン止め中心であることを明らかにするとともに、ナノ粒子のサイズの違いによって  $J_c$  の角度依存性が異なることを理論的に説明した。強磁性基板をもつ超電導テープ線材の交流損失について理論解析を行い、強磁性体の効果の物理的機構を解明するとともに、この線材を積層した導体における交流損失の特性を明らかにした。また、超電導電力ケーブルを模擬した導体の交流損失機構を理論的に明らかにするとともに、交流損失低減の観点からケーブル構造を最適化する試みについて考察した。

研究テーマ：テーマ題目12

#### パワーレーザーグループ

(Power Laser Group)

研究グループ長：三浦 永祐

(つくば中央第2)

概要：

超短パルス超高強度レーザーやパルスパワー装置を用いてエネルギーを時間的・空間的に集中して物質に照射することによって、これまで実現できなかった超高強度電磁場、超高密度、超高温度、超高压力を持つエネルギー密度の高いプラズマを作り出すことができる。この様な高エネルギー密度プラズマ中での電磁現象、量子力学現象の解明を進め、その応用を目的とした革新的エネルギー利用技術の研究を実施している。

医療、先端計測等への応用が期待される小型高エネルギー粒子加速器、高輝度 X 線・ガンマ線源の実現を目指して、超高強度レーザーとプラズマの相互作用を用いた電子加速、陽子加速の研究、その基盤となる超高強度レーザー技術の開発を進めている。また、パルス電子ビームによって生成される大気圧プラズマを用いたパーフルオロカーボン等の難分解性ガスの高効率処理技術の研究も進めている。

#### 水素エネルギーグループ

(Hydrogen Energy Group)

研究グループ長：中村 優美子

(つくば中央第5)

## 概要：

水素エネルギー社会を実現するためには、気体で希薄なエネルギーである水素の効率的な輸送貯蔵法を確立することが不可欠である。水素貯蔵材料は、液体水素をしのぐ体積水素密度で水素を貯蔵・輸送できる材料であり、燃料電池自動車の燃料タンクを始めとする、多くの用途に利用されると期待されている。現状では質量水素密度が十分ではないため、これを向上させることが課題とされている。当グループでは、これまでに、軽量な水素貯蔵材料の開発を進め、世界最高レベルの約3質量%の水素吸蔵量を持つ材料の開発に成功しているが、さらに軽量な金属からなる新規材料の提案及び開発を目指している。また、材料開発に欠かすことのできない指針を基礎基盤的側面から提供するため、水素貯蔵材料のナノ構造及び結晶構造を、独自で開発した水素雰囲気下 (in-situ) における X 線回折法、中性子回折法、陽電子消滅測定法などの各種測定法を駆使して解析している。

## 太陽光エネルギー変換グループ

(Solar Light Energy Conversion Group)

研究グループ長：佐山 和弘

(つくば中央第5)

## 概要：

太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を最終的な目標とし、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池、及び太陽光エネルギーを利用して水を直接分解し水素を合成する人工光合成について研究を行っている。色素増感太陽電池については、モジュールを構成する単セルの高効率化を目指した技術開発を中心に、高効率化・耐久性の向上に向けた基礎的知見を得ることを目指している。具体的には、増感色素、酸化半導体電極の開発、セル構成法の開発を行い、光電流、光起電力向上を実現するとともに、異なる波長範囲の光エネルギーを効率良く変換する複数のセルを組み合わせるタンデムセル化の要素技術を開発し、2020年までに単セルの変換効率15%以上の実現を目標としている。人工光合成については、水を水素と酸素に完全分解するための高性能光触媒材料の開発、反応機構の解明、可視光を高効率で利用する反応システム的设计等を行い、光触媒的水素製造システムの実現可能性について検討している。

研究テーマ：テーマ題目13、テーマ題目14

## 新燃料グループ

(Advanced Fuel Group)

研究グループ長：鷹觜 利公

(つくば西・第5)

## 概要：

重質炭化水素資源（石炭・重質油等）のクリーン化技術、高度変換技術、及びそれらの利用技術に関する研究を行っている。褐炭から瀝青炭までの高範囲の石炭から製造可能なハイパーコール（無灰炭）は、灰分を含まないために、従来困難とされてきたガスタービンへ直接燃焼利用することが可能と考えられている。特に資源量が豊富で安価な褐炭や亜瀝青炭からの高効率製造技術に関する研究開発を行っている。さらに、ハイパーコールの用途拡大として、高強度コークス製造のための高性能粘結材への利用、及び次世代の低温触媒ガス化用燃料への応用を目的とした基盤研究を実施している。また、今後の重要なエネルギー資源として位置付けられている重質油、超重質油から、クリーンな軽質油燃料製造を目的として、溶剤緩和技術（SMART プロセス）を用いたアップグレーディング、及び水蒸気雰囲気下での触媒分解による軽質化技術、さらにはそうした重質油からの脱硫技術に関する基礎研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目7

## クリーンガスグループ

(Clean Gas Group)

研究グループ長：鈴木 善三

(つくば西)

## 概要：

石炭・バイオマス・未利用廃棄物などの有機物をクリーンに、かつ、高効率で使用することを目的として、化石燃料・バイオマス等のガス化ならびに燃焼技術に関わる研究を実施している。高効率の次世代石炭ガス化装置の開発のための基礎研究として、2塔循環流動層ガス化装置の開発、森林の間伐材の有効利用のためのバイオマス用ガス化装置の開発を行っている。この他に、加圧流動層燃焼装置を用いた下水汚泥の新規焼却システム、触媒循環流動層を用いたメタンからのベンゼンの選択的合成プロセスの開発など、固体を含む多相系の反応装置を中心としてエネルギー・環境問題に資するための研究を行っている。

研究テーマ：テーマ題目9

## 電力エネルギー基盤グループ

(Energy Enabling Technology Group)

研究グループ長：西澤 伸一

(つくば中央第2)

## 概要：

新・国家エネルギー戦略（2006年・経産省）において、2030年までに少なくとも30%のエネルギー消費効率改善（対2003年比）が数値目標として策定された。また、その具体化のために、省エネ技術戦略2008（経産省・資エネ庁・NEDO）で5つの重点技術分が掲げ

られた。さらに2050年までに世界温室効果ガス排出量の半減（対2007年比）を策定した Cool Earth 50（2008・経産省）で重点化すべき21のエネルギー革新技術分野が掲げられた。いずれも電力エネルギーが、時空を超えてユビキタスに利用される高度電力化社会の実現が前提である。そのため、2030年までに高度電力エネルギーマネージメントシステムの実用化を目指し、以下の研究開発を行う研究グループを発足させた。

1) グリッド対応次世代高耐压半導体の研究（シーズ技術）  
 2) 高耐压電力変換装置の信頼性決定因子の基礎研究（キー技術）  
 3) 大規模仮想電力ネットワークのハード技術（応用技術）

-----

**【テーマ題目1】分散型エネルギーネットワークの実証研究（部門重点化課題・交付金）**

**【研究代表者】** 武内 洋（エネルギー技術研究部門）  
**【研究担当者】** 長谷川 裕夫、武内 洋、角口 勝彦、村田 晃伸、安芸 裕久、近藤 潤次、前田 哲彦、羽鳥 浩章、吉田 博夫、壹岐 典彦、倉田 修、松沼 孝幸、平野 聡（常勤職員13名、他共同研究外部機関7名）

**【研究内容】**

当研究部門で独自に開発してきた、エネルギー変換技術、貯蔵技術、エネルギーマネージメント技術、省エネルギー技術などの要素技術をシステム化して分散型エネルギーネットワークの実証研究を行えば、システム化した場合の各要素技術の問題点が抽出され、標準化・規格化の際に有用なデータが得られる。本研究は、札幌市との研究協力に係わる基本協定に基づき、積雪寒冷地での分散型エネルギーネットワークの実証研究を札幌市立大学の棟で展開する。

具体的には、28 kW マイクロガスタービンで発生した電気を校舎に送電し、同時に発生する熱を過冷却蓄熱し、熱供給の平準化を図る。また、冷暖房循環水の流動抵抗低減を図る。さらに、太陽光発電システムにおけるキャパシタと二次電池の制御安定性について検討する。また、電気および熱の需要計測データをもとにエネルギー管理を実施しシステム全体の省エネ化、安定化の向上につながるエンドユーザーの立場に立ったシステム技術を開発する。

平成20年度は、マイクロガスタービンの運転を DSS（Daily Start & Stop）からシーケンサによるシステム高効率運転に移行し、データの取得を開始した。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** 分散型エネルギー、マイクロガスタービン、コジェネレーション、過冷却蓄熱、太陽光発電、流動抵抗低減

**【テーマ題目2】太陽光発電導入可能性評価の研究（部**

**門重点化課題・交付金）**

**【研究代表者】** 赤井 誠（エネルギー技術研究部門）  
**【研究担当者】** 近藤 康彦、西尾 匡弘、荻本 和彦、岩船 由美子、下田 吉之、山口 容平（常勤職員3名、他4名）

**【研究内容】**

現在、2030年までの太陽光発電の大規模導入計画は主に民生家庭部門を対象としているが、家庭部門における家族構成や居住者の行動などによる家庭内電力消費の変動、また季節間や時間帯による電力消費の変動などによる、需給ギャップの要因は十分に考慮されていない。したがって計画通りに太陽光発電が大規模導入された場合、太陽光発電による発電電力量が需要量を上回る場合も想定され、さらに余剰となる電力を売電することによる系統電源への影響も懸念される。本研究は、①民生家庭部門において世帯類型別の電力などのエネルギー消費量の推定、②太陽光発電設備の導入による電力エネルギーの時間帯別需給ギャップの試算、③余剰となる電力を売電することによる系統電源への影響、について分析と評価を行い、将来の太陽光発電大規模導入時における安定的な電力供給のあり方について明示することを目的としている。

本研究の目的を達成するために、初年度である平成19年度では、家庭部門における太陽光発電設備の導入可能量を、2030年までの我が国の都道府県別新築および立替住宅の件数を推計し、この新築・立替住宅の30%に太陽光発電設備が導入されると仮定することにより、都道府県別の太陽光発電設備容量を算出した。さらに、沖縄電力を除いた系統電源の地域ごとに、これらを割り振り、各系統電源地域内で、現在計画中の原子力発電設備のうちの一部が導入されるという仮定において、太陽光発電の設備導入による系統電源への影響について、分析した。

この分析の結果、太陽光発電設備の設備容量を限定した本仮定では、系統電源への影響は極めて限定的であり、僅かに系統電源設備の運転状況に影響を与えるのみであった。このことは本条件化による太陽光発電による民生家庭部門の電力需給の変動は、系統電源設備によって十分にカバーされ安定的な電力供給がなされることを示している。

さらにこの結果を踏まえ、民生家庭部門における電力の供給側としての太陽光発電設備の導入量を2030年の目標値となるように設定をしておし、さらに電力の需要側としてはヒートポンプ型給湯器の導入を考慮に入れて、家庭内における電力需給の変動を大きくさせるケーススタディの分析を、平成20年度にまたがって実施している。また太陽光発電による発電電力量の地域性をより詳細化するために、現在都道府県別のデータを現在の1地点から数地点に増加させることにより、気象の変化による太陽光発電の発電電力量の変動を模擬できるツールの構築を検討中である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽光発電、系統電源、家庭部門、電力供給

【テーマ題目3】ナノ構造活物質を利用した長寿命・高容量・高出力蓄電デバイスに関する研究  
(部門重点化課題・交付金)

【研究代表者】周 豪慎

(エネルギー界面技術グループ)

【研究担当者】周 豪慎、王 曉峰、王 永剛、

細野 英司、齋藤 喜康

(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

ナノポーラス構造を有する半導体電極  $\text{TiO}_2$  と  $\text{ZnO}$  に葉緑素(クロロフィル)を吸着させ、葉緑素増感型太陽電池を構築した。特に、 $\text{TiO}_2$ 系の葉緑素増感型太陽電池では、 $100\text{mW}/\text{cm}^2$ 、AM1.5条件で、エネルギー変換率6.5%を達成した。

直径20~40 nm のオリビン構造  $\text{LiFePO}_4$  (コア) / セミグラファイト (シェル) 活物質微粒子の合成に成功した。黒鉛類似のカーボン層(セミグラファイト膜)で覆うことで、高速な充・放電により容量が急激に下がるという問題点を改善した。この微粒子は、30 C、60 C というハイレートで充・放電した場合でも、それぞれ、112 mAh/g、90 mAh/g という高い容量を維持していた。さらに、98%以上の充・放電深度で、1100回の充放電サイクルを繰り返しても、容量は165 mAh/g と、初期容量の99%を維持していた。

新型のリチウム・空気電池を開発した。この電池の連続50000 mAh/g (空気極の単位質量あたり)の放電も実験により確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】葉緑素、光合成増感型太陽電池、オリビン、 $\text{LiFePO}_4$ 、リチウム・空気電池、リチウムイオン電池、蓄電デバイス

【テーマ題目4】マイクロジェネレーション型高出力固体電源(部門重点化課題・交付金)

【研究代表者】本間 格

(ナノエネルギー材料グループ)

【研究担当者】本間 格、松田 弘文、大木 康太郎

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

機械的特性に優れ、比較的低温でも高いイオン伝導性を有する固体電解質膜の作製をベースに低温作動可能な固体酸化物形燃料電池の研究開発を行った。固体電解質膜として作製した酸化物は酸素イオン伝導性を有するイットリウム安定化ジルコニア(YSZ)とプロトン伝導性を有するセリウム酸バリウム(BCO)である。固体酸化物形燃料電池用電解質膜として従来は焼結法を用いて

1000°C前後の高温で、バルクサイズの材料が合成されていたが、パルスレーザー堆積(PLD)法を用い超薄膜電解質を作製した。

PLD法のプロセスパラメータである、ターゲット-基板間距離、雰囲気ガス圧力、入射レーザーパワー等の合成条件最適化、および堆積に用いる基板材料の選択による、サイズ、結晶性の最適化を行った結果、熱酸化処理したシリコン基板上に、YSZ/Pt/ $\text{SiO}_2$ /Siの多層構造が200°Cで、BCO/Pd/ $\text{SiO}_2$ /Siの多層構造が400°Cで、それぞれ結晶化することを見いだした。YSZ 薄膜電解質表面を原子間力顕微鏡(AFM)で測定した結果、PLD成膜時の雰囲気圧を制御することにより、緻密なナノ結晶からなるYSZ 薄膜電解質が合成された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】薄膜固体電解質、固体酸化物形燃料電池、低温作動SOFC、コジェネレーション

【テーマ題目5】ゼロエミッションSOFCの先導研究(部門重点化課題・交付金)

【研究代表者】嘉藤 徹(燃料電池システムグループ)

【研究担当者】嘉藤 徹、天野 雅継、根岸 明、加藤 健、門馬 昭彦、田中 洋平、飯村 葉子、柏原 斌紀、所 立樹

(常勤職員6名、他3名)

【研究内容】

SOFCでは原理的には燃料と空気が直接混合されることがないので、発電効率を大きく低下させることなしに炭酸ガス分離が可能である。そこで、各種炭酸ガス回収技術、貯留技術とSOFCシステムの適合性についてフィジビリティスタディーを行い、これらのシステムに期待できる性能・特性を明らかにするとともに、開発課題を整理し開発計画を提案する。

研究初年度である今年度は炭酸ガス貯留技術について、分散型SOFCに適合可能な貯留技術の開発を目指し、浅い深度の帯水層に炭酸ガスを溶解貯留する炭酸ガス貯留方法について、期待できる貯留ポテンシャル、貯留コストを調査した。その結果、従来の大規模な地下貯留法では利用できない浅い帯水層(深度50~500 m)であっても、本方法では炭酸ガスを数百年以上安定して大気中から隔離できる可能性が示唆された。国内の沖積平野の殆どは上記深度に古海水を含む帯水層を保持しており、本手法では従来の手法のようなシール層を必要としないことを考慮すると、その大半を利用可能であると考えられる。仮に、沖積平野の10%が使用可能とすると、国内全体で2~20 Gtの $\text{CO}_2$ が貯留可能であると試算された。これは既存のCCCSの100~1000サイト分に相当する量である。また、貯留コストの試算では、 $\text{CO}_2$ 貯留率が1000~10000 t- $\text{CO}_2$ /年のオーダーであれば、標準的な沖積平野(10 km<sup>2</sup>)において¥1,000/t- $\text{CO}_2$ 以下・貯留年数100年以上を達成できることが示された。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 高効率 SOFC、炭酸ガス回収技術、炭酸ガス貯留技術

【テーマ題目6】 高機能長寿命 SOFC 開発のための革新的解析技術（部門重点化課題・交付金）

【研究代表者】 岸本 治夫（燃料電池材料グループ）

【研究担当者】 岸本 治夫、吉永 昌史、堀田 照久、山地 克彦、Manuel E. Brito  
（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

目標：

炭素析出等、SOFC 劣化要因を検出する革新的な解析技術を開発し、高機能長寿命に資する材料設計指針の確立へとつなげる。

研究計画：

炭化水素燃料利用の際に SOFC の燃料極/電解質界面近傍で起こる炭素析出挙動に着目し、形態を制御した電極材料に対して顕微ラマン分光法を適用することで、その挙動を解明する。

年度進捗状況：

イットリア安定化ジルコニア (YSZ) とガドリニアドープセリア (GDC) の電解質基板上にニッケル薄膜電極を作製し、 $\text{CH}_4$  利用時の Ni 電極表面および Ni/酸化物界面での初期炭素析出挙動の相違を解明した。検出には空間分解能  $1\ \mu\text{m}$  程度と高い空間分解能をもち、炭素に対して非常に高い感度を有する顕微ラマン分光法を適用した。Ni/GDC では、界面近傍のみで炭素析出があり Ni 表面で炭素析出が抑制されたのに対し、Ni/YSZ では Ni 表面全体に炭素析出を観測した。SOFC 電極/電解質界面での炭素析出挙動に対して、従来では観測できなかった感度と平面分解能での解析が可能となった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体酸化物形燃料電池 (SOFC)、燃料極、顕微ラマン分光、炭素析出

【テーマ題目7】 石炭の低温触媒ガス化によるゼロエミッション水素製造（部門重点化課題・交付金）

【研究代表者】 鷹觜 利公（新燃料グループ）

【研究担当者】 鷹觜 利公、シャーマ アトゥル  
川島 裕之、佐藤 信也、小谷野 耕二、森本 正人、上岡 健太  
（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

これまで利用価値の低かった低品位炭製造した改質無灰炭を用いた水蒸気による触媒ガス化が、 $700^\circ\text{C}$ 以下の低温で進行することを見出している。この石炭のガス化では、選択的に水素と二酸化炭素が生成するため、水素

製造と二酸化炭素固定化技術への応用が期待できる。当研究テーマでは、低品位炭の高効率利用によるエネルギー安定供給と、水素社会への対応、および CCS 技術を組み入れたゼロエミッション水素製造プロセスの開発を目標としている。

試料である無灰改質炭は、原炭を $360\sim 400^\circ\text{C}$ で1-メチルナフタレン等の溶剤を用いて熱時抽出して得られた抽出物を使用する。有機溶剤に可溶な成分なので灰分がほとんど含まれないことから、触媒を用いたガス化、液化への利用が期待されている。これまでの研究において、この無灰改質炭を用いた触媒ガス化試験を熱天秤で行い、 $600\sim 700^\circ\text{C}$ の低温でガス化が進行し、また同じ触媒をリサイクル利用しても同じガス化速度が得られ、また生成ガスも同じであることを確認している。

そこで今年度は、半連続式のガス化試験装置を製作し、それを用いて同様のガス化試験を実施することで、触媒連続使用の可能性、タールの完全分解の可能性を確認するとともに、生成ガス中の水素と二酸化炭素が選択的に生成する最適条件を決定することを目的とした。

その結果、2時間の連続ガス化試験において、熱重量分析試験の結果と同様にガス化が進行し、また水素が選択的に生成することが明らかとなった。その際、触媒の劣化によるガス化速度の低下は見られず、安定したガス化速度が得られた。さらには、通常ガス化において問題となるタールの発生と分解挙動において、装置の改良を行なうことで、すべてのタールの分解が可能であることを示唆する結果が得られた。さらには、水蒸気分圧を変化させることで、水素を選択的に生成する条件を見出すとともに、条件の制御により水素と一酸化炭素の合成ガスの製造も可能であることを明らかにした。これら最適条件の決定により、次年度以降の連続ガス化装置の製作とそれを用いた連続運転試験へ展開する予定である。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 低温ガス化、触媒ガス化、水素製造、低品位炭、無灰炭

【テーマ題目8】 設備寿命を考慮した電力貯蔵及び電力変動抑制法（部門重点化課題・交付金）

【研究代表者】 羽鳥 浩章  
（エネルギー貯蔵材料グループ）

【研究担当者】 羽鳥 浩章、村田 晃伸  
（常勤職員2名）

【研究内容】

電力貯蔵技術は、負荷平準化、自然エネルギーの出力変動緩和、など幅広い用途での応用が期待されており、分散型エネルギー設備の大量導入を図る上で極めて重要な技術である。しかし、電力貯蔵は非常にコストが高いという問題がある事と、他の応用に比べて格段に大きな貯蔵エネルギー量を必要とする事により、その設備容量の最適化と、効率的な運用技術の確立が重要である。こ

うした観点から、分散型電源等から発生する電力変動の抑制法や、高速充放電向き設備（EDLC など）と低速充放電向き設備（電池など）を組み合わせる運用方式等が検討されてきた。しかし、これらの検討は、主として電力貯蔵設備の充放電効率、貯蔵エネルギー密度、出力密度等の観点からの検討であり、貯蔵設備の寿命は未考慮であった。電力貯蔵設備の寿命はその充放電条件に大きく左右されるため、分散型エネルギー設備の大量導入時にどういった充放電要求が発生するかが明確にならないと、正しい寿命評価や劣化対策につながらない。また、電力変動の発生源側での対策においても、貯蔵設備の寿命に与える影響を軽減する条件が明確にならないと、変動抑制法の改良につながらない。本研究開発では、それぞれの用途に応じて、エネルギー効率、経済性、設備寿命などの観点から、複数種類の電力貯蔵装置の特性をうまく組み合わせた運用や設備計画を行う手法を開発すること、分散型エネルギー設備の大量導入時における貯蔵設備の充放電責務とその際の劣化機構の明確化を行うことを課題とする。

平成20年度は、電力系統の電源計画において簡便な最適手法として利用されているスクリーニング法を、電力貯蔵装置の計画・運用に応用することを検討した。スクリーニング法の基礎である持続曲線の考え方を適用し、それぞれの用途における充放電の特徴を図式的に表す手法を提案した。また、自動車分野の文献を中心に、各種電力貯蔵装置のモデル化手法を調査した。電力設備の劣化機構については、使用条件と寿命との関係について公開されているデータが少ないキャパシタに重点をおき、高電流成分の入出力パターンにて寿命評価を行うため、市販キャパシタデバイスの調査・選定と、寿命評価手法の確立に向けた検討を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】電力平準化、リチウムイオン電池、キャパシタ、設備寿命

【テーマ題目9】エネルギーの高効率分散型利用のための化学系エネルギー貯蔵媒体製造・改質技術の開発（部門重点化課題・交付金）

【研究代表者】倉本 浩司（クリーンガスグループ）

【研究担当者】倉本 浩司、松岡 浩一、安藤 祐司、高木 英行（常勤職員4名）

【研究内容】

様々な一次エネルギーからクリーンかつ貯蔵・輸送が容易なエネルギーキャリアーを製造し、これらから時空間的に無秩序な需要パターンに合わせて電気と熱を供給する高効率な分散型エネルギーシステムの確立とその合理的かつ早期の導入が必要である。近年注目を集める水素利用型エネルギーシステムへの水素源は、究極的には再生可能エネルギーになるが、当面は化石資源が主流となると考えられる。そこで、本プロジェクトではその基

盤となる R&D として、『化学系エネルギー貯蔵媒体製造とその効率的な改質技術の確立』に注力する。エタノール、メタノール、DME は燃料あるいは液体化学系水素貯蔵媒体として有望であり、これらを用いることで遠隔地にある水素ステーション等への安定した水素供給が可能となる。また、アンモニアを用いれば二酸化炭素を排出しない水素供給サイクルの構築が可能になる。本研究開発では、これらの液体化学系水素貯蔵媒体から効率よく水素を製造するための触媒および反応操作を探索し、ここでの知見を基にした水素製造プロセッサを開発することを目標としている。

本年度は、メタノール低温改質のための触媒開発に関する研究を遂行し、白金-ルテニウム担持アルミナ触媒を用い、過熱液膜方式を利用することで従来技術よりも低い温度（160℃）で改質反応が進行することを見出した。また、アンモニア分解反応に対する触媒活性を評価するための流通式触媒反応装置を構築し、ルテニウム担持アルミナ触媒の活性を評価した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素利用型エネルギーシステム、水素製造、液体化学系水素貯蔵媒体、触媒、アルコール、アンモニア

【テーマ題目10】SOFC の高度排熱利用技術に関する研究開発（部門重点化課題・交付金）

【研究代表者】竹村 文男

（熱・流体システムグループ）

【研究担当者】竹村 文男、遠藤 尚樹、高橋 三餘、永田 眞一、宗像 鉄雄（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

一般家庭などの小規模需要に対してコジェネレーションシステムを導入して、省エネルギーを促進する試みが模索されており、実際に都市ガスを燃料とした1 kW クラスの小型分散用のガスエンジンや PEFC（固体高分子燃料電池）システムも試作・販売されている。しかし、大規模発電プラントの発電効率の向上、負荷変動が激しい小型分散発電源の特性、初期コストなどを考慮すると、それらの導入による省エネルギー効果には多くのメリットを見出せない状況にあり、より効率の高いシステムの開発が望まれている。

最近の SOFC（固体酸化物形燃料電池）の技術的発展は目覚しく、直近の報告によれば、その発電効率は DC 端出力で60%を超えている。さらに、SOFC に加え、その排熱でガスタービン動作させる複合システムでの発電効率はさらに向上することがサイクル計算により示されている。高効率が可能である SOFC-ガスタービン複合システムは、マイクロガスタービンを用いても、150 kW 以上の規模が対象となる。これに対し、スターリングエンジンは、現状の技術レベルでも、数 kW ク

ラスにおいて20%を超える熱効率を有する上、作動ガス温度も500℃から700℃と SOFC の排出ガス温度に近く、SOFC との適合性も優れている。また、ガスタービンとは異なり、SOFC 内を加圧する必要がないため、現在コジェネレーション用として開発している SOFC 技術の多くを流用できる利点もある。

産総研では、SOFC とスターリングエンジンの小型複合システムに注目し、平成14年度から平成18年度にかけて、サイクル計算による SOFC-スターリング複合システムの性能予測、1 kW クラススターリングエンジンの開発・評価、高温熱交換部のヒータ構造の研究および起動用バーナの開発などを行ってきた。

平成20年度より複合システムの実証研究を行うべく、部門重点化課題として SOFC 開発状況の調査、複合システムを実現するのに必須となる燃料再循環技術について検討を開始した。本報告では、SOFC-スターリングエンジン複合システム、燃料再循環技術について検討した結果を報告する。

複合システムを解析対象として、その性能の予測を行った。システム解析フローは以下の通りである。空気とメタンは予熱器を通り、排ガスとの熱交換により予熱された後、固体電解質で仕切られたカソードとアノードにそれぞれ入る。水蒸気を含むアノード排ガスの一部が再循環され、メタンとともにアノードへ流入する。カソード側でイオン化した空気中の酸素は固体電解質内を移動して、アノード側で水素あるいは一酸化炭素と反応する。燃料はセル内で全て消費されずにその一部が未利用燃料としてセルから放出される。燃料利用率は通常70%~80%程度である。セルを出た未利用燃料を含む排ガスは燃焼器での燃焼により温度上昇した後、スターリングエンジンのヒータ部へ入る。

以上のシステムに対して効率計算を行った結果、複合システムは10%程度高い効率を示し、低空気過剰率での動作が可能となれば、複合システム化により10%以上の効率向上が見込まれることがわかった。

次に複合システムの実現に必要な燃料再循環技術について検討した。再循環技術としてポンプ技術が考えられるが、SOFC の動作温度は750℃から900℃と高温であるので、通常のプロアーなどのように回転部を有する機器を用いることは難しいと考えられる。回転部を持たない圧縮機として、エジェクタポンプがある。その動作原理は、流速の早い駆動流（ここでは新気の燃料）から吸引流（ここでは、セル出口のアノードガス）に運動エネルギーを与え、ディフューザで圧力回復させることにある。セル出入口前後の圧力損失を上回る圧力回復ができれば、アノード排ガスを再循環できることになる。本年度は SOFC へのエジェクタの適用性を簡単な解析モデルから検討した。解析モデルでは、駆動流はノズルから噴出し、吸引流は駆動流ノズルと混合部直管の間から吸引される。混合部間で駆動流と吸引流は完全に混ざ

り、圧力回復部に入り一定の圧力まで回復する。セルでのおおよその圧力損失を100 Pa とすれば、それを回復するには、駆動流の流速は175 m/s 以上必要であり、SOFC 出力1 kW のメタン流量を流すには、駆動流ノズル径は1.25 mm、吸引流管径は7.8 mm、混合部長は156 mm 程度と見積もることができた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 固体酸化物形燃料電池、複合システム、スターリングエンジン

【テーマ題目11】 熱電変換材料・モジュールの研究（運営費交付金、資金提供型共同研究等）

【研究代表者】 小原 春彦（熱電変換グループ）

【研究担当者】 上野 和夫、山本 淳、李 哲虎、太田 道広、高澤 弘幸、中川 愛彦、木方 邦宏（常勤職員5名、他6名）

【研究内容】

熱電変換は、半導体や金属に温度差をつけることによって発生する熱起電力を用いて、電気エネルギーと熱エネルギーの直接変換を可能とするものである。しかし、効率の高い熱電変換には、高い熱起電力、低い電気抵抗、低い熱伝導率という、互いに相反する特性が、必要となる。また、最大の変換効率は熱機関と同じくカルノー効率の制約を受ける。

熱電変換は、基本的に材料の物性に依存しているのですが、高い性能を有する材料の出現が長い間待ち望まれてきた。1990年代に入って、このような状況に一つの光明が見えてきた。従来のビスマス・テルル化合物の性能を凌駕する新しい熱電材料が相次いで発見、開発された。特に21世紀に入ってから、薄膜やナノ構造を有する材料で、飛躍的に高い熱電性能が報告されるようになった。そこで、本研究では高効率の熱電変換を実現するための材料の研究を中心に、これを元にしたモジュール化技術や評価技術を中心に研究開発を行う。特に発電用として有望な中高温で性能の高い材料と異種材料を接合したセグメント素子、さらにはマイクロ発電やデバイスの局所冷却に有望な薄膜材料の開発を行う。また、熱電材料のマイクロな特性評価や熱電発電モジュールの精密な効率評価技術の開発も進める。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 熱電変換、未利用熱、発電、ペルチェ効果、排熱利用、評価技術

【テーマ題目12】 エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／コンビナートの高効率エネルギー・マテリアル融通システムとマネージメント手法の研究開発（共同研究）

【研究代表者】 淵野 修一郎（超電導技術グループ）

【研究担当者】 淵野 修一郎、古瀬 充穂、我妻 洸



(常勤職員2名、他1名)

## [研究内容]

コンビナートの会社・事業所間の配電系統を直流連系し、変圧器や送電線の抵抗損失がミニマムになるように電流を均一化制御することにより、大きな省エネ効果が期待される。また、この時に必要な直流配電機器を超電導化することにより、更なる損失低減が期待できる。しかしながら、送電ケーブルやリアクトルのような常時大電流が通電される高温超電導機器においては、電流リード部の損失が機器効率を低下させる要因になり得るため、わずかでも電流リードの損失を低減する技術の開発が望まれる。

そこで、昨年度までは液体窒素の蒸発量により極低温域に流入する熱量を測定する装置を用いて、各種金属材料を電流リードに用いた場合の損失の測定を行った。その結果から各種材料の電流リードとしての適性を表す平均ローレンツ数を算出し、それを用いた電流リードの断面最適設計の理論を構築した。さらに、市販の Bi 系高温超電導導体の平均ローレンツ数を算出したところ、純銀よりわずかに小さい値が得られた。しかしながら、実効断面積あたりの定格電流が純金属製電流リードに比べて約2/3と小さいこと、過電流通電時に熱暴走の危険があることから、市販の Bi 系高温超電導導体をそのまま電流リードとして使用するには技術課題が残された。

今年度は、Bi 系高温超電導導体を無酸素銅製電流リードの低温部にはんだ付けしたテストリードを製作し、金属と超電導体を複合した電流リードの性能試験を行った。その結果、Bi 系超電導導体を貼付することにより平均ローレンツ数は5%低下した。臨界温度以下の電気抵抗が消失するとして計算した平均ローレンツ数は6%減なので、理論通りの性能が得られた。最適設計された金属製電流リードに超電導導体を貼付するだけで、わずかではあるが電流リードの損失を低減できることを実証した。この方法では超電導導体だけで電流リードを構成した時とは異なり、純金属部が安定化材の役割を果たすため、熱暴走の心配がないという利点もある。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 直流連系、超電導機器、電流リード、損失低減

[テーマ題目13] 人工光合成技術の研究開発（運営費交付金、外部資金（NEDO）、共同研究、助成金（民間））

[研究代表者] 佐山 和弘

(太陽光エネルギー変換グループ)

[研究担当者] 佐山 和弘、杉原 秀樹、春日 和行、姫田 雄一郎、草間 仁、柳田 真利、小野澤 伸子、Wang Nini、荒井 健男、堀口 真澄、林 宏樹、荒野 大輔、宮澤 暁（常勤職員7名、他6名）

## [研究内容]

太陽光エネルギーの効率的な利用技術の確立を目指し、自然が巧妙に行っている光合成プロセスを手本として、太陽光エネルギーと水と炭酸ガスから、クリーンエネルギーである水素や炭化水素等の有機系資源の製造を可能とする、人工光合成技術の開発を行っている。特に、太陽光エネルギーの大半を占める可視光エネルギーを利用した水の分解による水素製造技術や、光還元固定プロセスによる炭酸ガス固定化、再資源化に関する技術開発を行い、実用化のための基礎的知見を集積する。また、環境浄化のための高性能な光触媒を開発する。

平成20年度は、高速自動半導体探索システムを用いた新規可視光応答性半導体探索について、欧州と競争が激しい酸化鉄系半導体について3元系の探索を行い、特殊な組成での性能向上効果を確認した。レドックス媒体を用いた効率的な光触媒—電解ハイブリッドシステムによる水素製造については、酸化タングステン粉末光触媒の高性能化のための要因を解明することを中心に行い、酸化ルテニウムなどの助触媒の担持方法が全体活性に大きく影響することを確かめた。環境浄化のための高性能な光触媒については Pd 助触媒が非常に優れていることを見だし、反応機構などを解明した。また、炭酸ガスの均一系錯体触媒による、水媒体中での水素化反応については、独自に開発した新規な錯体触媒を用いて、高性能で環境調和型の二酸化炭素の還元プロセスを実現した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 光触媒、酸化タングステン、水素製造、環境浄化

[テーマ題目14] 高性能色素増感太陽電池の研究開発（運営費交付金、外部資金（NEDO））

[研究代表者] 佐山 和弘

(太陽光エネルギー変換グループ)

[研究担当者] 杉原 秀樹、春日 和行、佐山 和弘、北尾 修、草間 仁、小野澤 伸子、柳田 真利、船木 敬、小島 猛、倉重 充彦、吉田 知晶、井上 真美（常勤職員9名、他3名）

## [研究内容]

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的として、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について検討し、高効率な光電変換を実現するための技術開発を行っている。増感色素の設計合成、酸化チタンを代表例とする酸化物半導体電極の製造技術、酸化還元電解質溶液の構成・調整法、対極、セル構成法、封止法等の要素技術について検討し、世界最高水準の光電変換特性を持つ色素増感太陽電池を開発する。

平成20年度は、モジュールを構成する単セルおよびタ

ンデムセルをさらに高効率化することを目指し、新規高性能ルテニウム錯体色素の開発、半導体電極、電解質溶液系の最適化を行った。具体的には新規シクロメタル化ルテニウム錯体、ビリジンカルボキシラト配位子をもつルテニウム錯体、有機発色団をもつ新規ルテニウム錯体などを開発し構造と性能の関係について検討し、その結果、ビリジンカルボキシラトをもつ新規ルテニウム錯体色素を用いる色素増感太陽電池で従来の最も優れた増感色素を用いたものに匹敵する変換効率を実現した。また、異なる波長範囲の光エネルギーを変換する複数の太陽電池を組み合わせるタンデムセル化による高効率実現に向け要素技術の開発を行い、近赤外部に吸収をもつ色素を用いたセルの構成において電解液の組成を工夫することにより近赤外光による光電変換効率の向上に成功した。さらに、電解液封止法の改良や計算科学支援による電池性能向上の検討を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 太陽電池、色素増感太陽電池、酸化チタン、ルテニウム錯体

## ②【情報技術研究部門】

(Information Technology Research Institute)

(存続期間：2005. 7. 15～)

研究部門長：関口 智嗣  
副研究部門長：伊藤 智  
主幹研究員：坂上 勝彦  
主幹研究員：樋口 哲也  
主幹研究員：田中 良夫

所在地：つくば中央第2、秋葉原事業所、臨海副都心センター

人員：85名(83名)

経費：1,269,247千円(542,288円)

### 概要：

情報技術研究部門では、社会インフラとして IT を提供する技術と利用者指向で IT を利用する技術の研究開発を行っている。

社会インフラとして IT を提供する技術では、ネットワーク、サーバ/クラスタといったハードウェアだけでなく、プログラミング環境、データベースやストレージを含むミドルウェア、さらには、並列・分散環境で高度なアプリケーションの実行環境から、アプリケーションや情報のサービス提供まで、幅広い領域での研究開発を進めている。研究における大きな方向性としては、ディペンダビリティ、スケーラビリティ、および省エネルギー、という観点から進めている。特に、マルチコアからメニーコアへのコア数の増大や、広域に分散した多数のコンピュータの運用が重要とな

り、機器の台数に比例した処理性能を得るスケーラビリティや、頑健性やセキュリティを保持するディペンダビリティの側面が必要不可欠となっている。一方で、低炭素化社会に向け、IT 機器の消費電力量低減も大きな課題であり、インターネットにおけるネットワークルータの低消費電力化やデータセンターにおけるサーバ・ストレージの省エネ運用手法なども、重要な研究課題となっている。サービスプラットフォームのレイヤでは、広域に分散した研究機関やグループを有機的に結び付ける研究基盤 (e-Science) を支援するため、異機種データベースの効果的な統合やメタデータの分散処理・管理技術を研究開発している。さらに上位のサービスレイヤでは、さまざまな応用分野でユーザが手軽に扱えることを目指した地球観測情報のインフラ Global Earth Observation Grid (GEO Grid) に関する研究開発を行っている。グリッド技術を用いて地球観測衛星データなどの大規模アーカイブおよびその高度処理を行い、分散環境下の各種観測データや地理情報システムデータと統融合した処理・解析が可能なインフラの構築を進めている。また、センサーネットワークも大規模に拡大しつつあり、社会インフラとして重要な要素となってきた。電力線通信 (PLC) など有線通信技術を元に大規模なセンサーネットワークの社会基盤化と、その上での有用な出口応用を実現することを目標として、センサーネットワークのための通信基盤技術やセンサー要素技術、センシングデータ処理技術などの研究開発を進めている。

利用者指向で IT を利用する技術では、実世界における人間やその他の動作や状態を、カメラ、マイク、RFID など様々なセンサーから得られた大量の情報を基に、異常検出、情報要約、ユーザ状況理解などに有効な意味的信息を抽出し、それらの情報を活用して安全・安心な生活の実現や知的活動の飛躍的向上を目指す研究開発を行っている。また、人間の知的活動の飛躍的向上を実現するため、実世界で扱われる音声、音楽、映像、テキストなどのメディア情報において、これらを認識理解する技術の一層の高度化を進めるとともに、他のシステム資源や人的資源とのネットワーク化によって認識精度の向上およびデータの高付加価値化を図る研究をおこなっている。これによって、様々なメディア情報において最適な検索閲覧機能を実現する技術、コンテンツ自動生成のための技術、位置や状況に応じた情報提示に関する技術などの開発を進め、新しい情報サービスの創出に取り組んでいる。

また、アプリケーションの開発の利便性およびアプリケーションの動作の信頼性を向上させるために、情報数学を中心とした理論研究、およびオープン・システムで幅広く使用される実証的ミドルウェアの開発と公開を行っている。

外部資金：

経済産業省 石油資源開発技術等研究調査等委託費  
「石油資源遠隔探知技術開発（石油資源遠隔探知技術の研究開発事業）」

経済産業省 基準認証研究開発委託費 「平成20年度産業技術研究開発委託費（情報分野の競争力強化に関する標準化）」

経済産業省 平成20年度 IT 投資効率向上のための共通基盤開発プロジェクト 「平成20年度 IT 投資効率向上のための共通基盤開発プロジェクト（マルチコアプラットフォームフォーム上でのプログラム開発環境整備）」

文部科学省 科学技術試験研究委託事業 「有害危険物質の拡散被害予測と減災対策研究」

文部科学省 次世代IT基盤構築のための研究開発 「研究コミュニティ形成のための資源連携技術に関する研究（データベース連携技術に関する研究）」

文部科学省 安全・安心科学技術プロジェクト 「住民・行政協働ユビキタス減災情報システム」

総務省 戦略的情報通信研究開発推進制度 「超高速ネットワークに対応した悪意ある通信の遮断技術の研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト（グリーン IT プロジェクト） エネルギー利用最適化データセンタ基盤技術の研究開発 データセンタのモデル設計と総合評価」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト（グリーン IT プロジェクト） ②革新的省エネルギーネットワーク・ルータ技術の研究開発 a) IT 社会を遠望した、情報の流れと情報量の調査研究、c) 社会インフラとしてのネットワークのモデル設計と評価」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「インテリジェント手術機器研究開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
「戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、被災建造物内移動 RT システム（特殊環境用ロボット分野）、閉鎖空間内高速走行探査群ロボット」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「仮想計算機の

遠隔ライブマイグレーションに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 若手B 「発声を伴った頭部ジェスチャーの認識手法と電動車いすなどの制御インタフェースの開発」

文部科学省 科学研究費補助金 若手B 「錘によるパターン識別方法に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 若手B 「被介護者・介護者の会話の観察に基づき適切な作業支援を行う介護支援ロボットの開発」

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「衛星搭載合成開口レーダによる氷河・氷床の季節変動と年々変動の研究」

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

文部科学省 科学研究費補助金 若手 B 「ソーシャルネットワークとソーシャルタギングを統合した情報推薦」

文部科学省 科学研究費補助金 若手研究（スタートアップ） 「ソフトウェアによる高精度パケットスケジューリング機構の開発」

文部科学省 科学研究費補助金 若手研究（スタートアップ） 「能動的音楽鑑賞支援のための楽曲推薦技術に基づくソーシャルネットワーク構築」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (A) 「マルチメディア型会議録の構造化に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (A) 「不均質なペタバイト級時空間センサデータの統合利用基盤」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 「アクションと連動する衣類状態の視覚認識に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (B) 「不特定多数のユーザが音声認識誤りを訂正した結果を活用した音声情報検索に関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤研究 (C) 「並行システムの高信頼自動検証ツールに関する研究」

文部科学省 科学研究費補助金 萌芽研究 「想定状況データと現実状況データの融合による状況依存な嗜好モデリング」

日本学術振興会 日本学術振興会外国人特別研究員事業  
科学研究費補助金・特別研究員推奨費「実環境情報サー  
ビスのためのユビキタス音声認識技術」

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助  
成金「微弱電磁波による異常状態判定システムの開発と  
応用」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 助  
成金「組込み機器向け低消費電力オブジェクト通信  
ORB エンジンの研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 CREST「消費電力を  
削減するグリッドデータセンター運用管理システムの研  
究」

独立行政法人科学技術振興機構 CREST「音楽デザイ  
ン転写・音響信号理解に基づくインタフェース」

独立行政法人科学技術振興機構 CREST「シミュレー  
ションコードのグリッド化」

独立行政法人科学技術振興機構 CREST「直感的イン  
タフェースと市民芸術創造 SNS の研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 産学共同シーズイノ  
ベーション「調音的特徴に基づく雑音に頑健な音声コマン  
ド認識システムの研究開発」

独立行政法人科学技術振興機構 社会技術研究開発事業  
「3次元映像の解析」

独立行政法人科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事  
業「安全と利便性を両立した空間見守りシステムアーキ  
テクチャ」

大学共同利用機法人情報・システム研究機構 平成20年  
度国立情報学研究所最先端学術情報基盤 (CSI) 構築推  
進委託事業「CSI におけるグリッドプログラミング環  
境の高度化」

財団法人北九州産業学術推進機構「装置内ネットワー  
クの省配線化技術に関する研究」

独立行政法人日本学術振興会「3次元画像情報に基づく

看護教育支援のためのヒューマンセンシング」

独立行政法人情報通信研究機構「新世代ネットワークサ  
ービス基盤構築技術に関する研究開発 課題ア ネット  
ワークユーザを支援する計測技術～ネットワーク『見え  
る化』の実現に向けて～」

独立行政法人情報通信研究機構「新世代ネットワークサ  
ービス基盤構築技術に関する研究開発 課題イ ネット  
ワーク広域制御を利用するアプリケーションのためのフ  
レームワーク技術」

独立行政法人情報通信研究機構「ダイナミックネットワ  
ーク技術の研究開発 課題エ 大規模資源の管理・制御  
に関する技術」

国立大学法人京都大学「広域的危機管理・減災体制の構  
築に関する研究」

発 表：誌上発表250件、口頭発表314件、その他39件

#### メディアインタラクショングループ

(Media Interaction Group)

研究グループ長：浅野 太

(つくば中央第2)

概 要：

音響信号処理・音声認識・画像処理・統計的学習・  
音楽情報処理などの要素技術を統合し、実環境ロバ  
スト性・ユーザ/環境適応性を備えたヒューマンインタ  
フェースの開発を目標としている。具体的には、ロボ  
ットの音声インタフェース、会議録のデジタルアー  
カイブ作成・再生支援、音声情報支援・音楽再生イン  
タフェースなどの開発を目標としており、学会発表な  
どアカデミックな分野での活動だけではなく、企業な  
どと連携して、現場に近い環境でのシステム開発を行  
う。

研究テーマ：テーマ題目 2

#### マルチエージェントグループ

(Multi-Agent Research Group)

研究グループ長：車谷 浩一

(臨海副都心センター、つくば中央第2)

概 要：

マルチエージェント、すなわち個々の主体 (エー  
ジェント) が自律分散的に認識・理解・判断・動作を行  
い、主体の集まり全体として柔軟かつ効率的に目的を  
達成するようなシステムに関する研究開発を行う。大  
規模なソフトウェアをエージェントの集まりとして実  
現する技術、システム全体の効率と個々のエージェン  
トの効用を両立する技術、分散センシング環境からの

情報を統合して理解する技術、などの研究開発を実施する。

研究テーマ：テーマ題目1

### グローバル IT システムグループ

(Global IT System Group)

研究グループ長：戸村 哲

(つくば中央第2)

概要：

情報サービスをグローバルに提供し、普及させるためのソフトウェア基盤技術を開発する。とりわけ、情報サービスの中核をなす文書情報処理を世界各地の言語、文化に適応させる多言語情報処理技術の開発、安心・安全・快適に情報サービスを利用するために必要不可欠であるシステム管理運用技術の開発などをグループの目標とする。

グループの目標を達成する情報技術をソフトウェアとして実現する。その際の方法論としては実証的ソフトウェア研究の手法を採用し、設計・実現・公開・利用者の評価による改善のサイクルを用いる。これにより、実際に広く利用されるソフトウェアを提供するための場としてグループを運営する。

研究テーマ：テーマ題目3

### 自由ソフトウェア研究武門グループ

(Free Software Initiative Research Group)

研究グループ長：新部 裕

(秋葉原事業所)

概要：

自由ソフトウェアの研究開発と利用を実践として推進する。公的機関において公益の観点から自由ソフトウェアを位置づけ、研究開発の範を示す。我が国において自由ソフトウェアの研究開発を奨励し、活性化させる。自由ソフトウェアのソースコードが公開される利点を活かし、ソースコードを対象とした議論、論説を創出する。

研究テーマ：テーマ題目3

### 音声情報処理グループ

(Speech Processing Group)

研究グループ長：児島 宏明

(つくば中央第2)

概要：

音声情報処理の応用の可能性は多岐にわたるが、認識の頑健性や雑音などの問題により、実生活での利用において広く浸透するには大きな壁がある。そこで、音声及び環境音など実世界の音響信号を構造的にモデル化して、記号的な情報に変換するとともに、記号領域における各種の処理手法を統合することにより、信号から意味に至るまでの変換過程における様々な手法

の研究を行う。同時に、音声の分析手法やモデル化手法の精密化による認識精度の向上を目指す。このような手法に基づき、音声検索システムや音声対話システム、福祉機器、情報家電など多様な切り口で応用の可能性を探り、実用化を目指す。

研究テーマ：テーマ題目2

### インタラクティブビジョングループ

(Interactive Vision Group)

研究グループ長：永見 武司

(つくば中央第2)

概要：

空間中に分布し時間とともに変化する様々な現象について、画像データとして獲得する技術、先端的画像処理手法を基盤に理解する技術、ユーザや他のシステムとのインタラクションを重視した活用技術について研究を行っている。

本グループでは、これまで培ってきた画像認識技術に立脚して、セキュリティ、メディアアート、ロボット、GIS等の技術分野と連携し、3Dモデルを使用するコンテンツの作成支援及び実空間における非接触非拘束インタフェース実現のための3次元データ処理技術、自由形状・柔軟物を対象とする視覚情報処理技術、2値化・傾き補正、リモートセンシング等の基本的画像処理技術の研究開発を行っている。今後もこれらの取り組みによってセンシングやコンテンツ産業を主要な対象に技術的貢献を果すことを目指すとともに、時空間情報の蓄積技術や時空パターンの抽出技術の研究開発への展開を図り、時間的広がりを持つ問題に対する空間情報処理基盤技術の確立を目指すこととしている。

研究テーマ：テーマ題目2

### 実世界指向インタラクショングループ

(Real World-based Interaction Group)

研究グループ長：西村 拓一

(つくば中央第2、臨海副都心センター)

概要：

実世界における人間同士及び人と着用型・環境型端末とのインタラクション技術を基盤としてコミュニティ創成及び遠隔協調作業の研究を推進する。このため、「高度情報サービスを創出する研究開発」の「人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発」において、特に実世界に密着したインタラクション技術に関しての研究を行い、環境に配置したセンサ及び人体に密着したウェアラブル機器のセンサ情報からユーザの位置、向き等を推定するデバイス及びソフトウェアを研究開発し、情報支援、作業支援を実現する。

研究テーマ：テーマ題目1

## 適応型システム研究グループ

(Adaptive Systems Research Group)

研究グループ長：樋口 哲也

(つくば中央第2)

## 概要：

有線（例：PLC；高速電力線通信）によるユビキタスなセンサネットワークを出口イメージとして、これを構築するのに必要な基盤的技術を研究開発する。具体的には、データ圧縮技術、セキュリティハードウェア技術、PLC 技術（別途、高速電力線通信連携研究体で研究開発）を主体に研究開発する。上記のユビキタスなセンサネットワークは、画像センシング、環境計測、エネルギー計測等、今後エコや安全・安心を実現する上での橋梁な新規のインフラになることが期待される。データ圧縮技術、セキュリティハードウェア技術、PLC 技術は、いずれも状況に対する適応性の高さが十分な性能獲得の上でのポイントとなる。

研究テーマ：テーマ題目 3

## インフラウェア研究グループ

(Grid Infraware Researach Group)

研究グループ長：工藤 知宏

(つくば中央第2、秋葉原事業所)

## 概要：

本グループでは、動的な情報処理基盤構築のための資源管理・仮想化技術と資源利用技術の研究開発を行っている。最近注目を集めているクラウドでは、ユーザは自ら資源を持つ必要がなく、また全体として資源の利用効率を高めることができる。しかし現状では、処理性能の保証がないこと、複数組織が提供した資源を組み合わせる使用する場合にないことなどの問題が存在する。本グループでは、計算機やストレージに加えてネットワークも確保可能な資源として使えるようにし、これらをユーザやアプリケーションの要求に応じて統合してスケジューリングするとともに、各資源のモニタリング情報をユーザやアプリケーションに知らせる方式を開発している。また、仮想化技術を導入して、ユーザに見えるインフラ（仮想インフラ）が実際のインフラの構成（ハードウェア、オペレーティングシステムなど）に依存しないようにして、資源の割り当ての自由度を上げて管理を容易にする技術の開発も行っている。これらの技術により、より広い用途に使うことができる動的インフラ構築を可能にしていく。また、資源の有効利用やエネルギーコストの低い資源の優先利用による省エネルギー化を図る。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 6

## サービスウェア研究グループ

(Grid Service-ware Research Group)

研究グループ長：小島 功

(つくば中央第2)

## 概要：

大規模観測装置、大規模科学技術計算、巨大データベースで取り扱うデータ量は近い将来ペタバイト級に達し、かつ広域に分散していくことが予想される。本チームにおいては、こうした大規模データ処理を分散配置にて実現する方式の設計・開発、様々なデータベースを組み合わせ一つの高性能データベースとして提示する機能の設計・開発、そして、これらをユーザが利用しやすくするツール群の設計・開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 4、テーマ題目 5、テーマ題目 6

## 地球観測グリッド研究グループ

(GEO Grid Research Group)

研究グループ長：土田 聡

(つくば中央第2、秋葉原事業所)

## 概要：

本グループでは、GEO Grid（地球観測グリッド：GEO Grid とは Global Earth Observation Grid）の研究開発を進めている。地球観測衛星データなどの大規模アーカイブを構築し、それらデータの高度処理と、各地に分散する各種観測データや地理情報システムデータとの統融合した処理・解析を、さまざまな応用分野でユーザが手軽に扱えることが可能な地球観測情報のシステム・インフラの構築を目指している。GEO Grid の構築にはグリッド技術を活用し、データを提供する組織毎のポリシーを考慮した仕組みの実装を行っている。また、GEO Grid 上での各種応用分野の処理・解析手法開発、および、産業基盤となる社会基盤データの作成に関する研究を行っている。

-----  
 [テーマ題目 1] ユビキタス情報支援技術（運営交付金、他省庁受託、文科省科研費、JST CREST）

[研究代表者] 車谷 浩一  
 （マルチエージェントグループ）

[研究担当者] 車谷 浩一、野田 五十樹、幸島 明男、依田 育士、河本 満、大西 正輝、山下 倫央（常勤職員7名、他8名）

## [研究内容]

環境・人のセンシングによって得られるデータを統合的に解析することによって、人間・社会の安全・安心感を提供するような情報サービスを、日常時において利便性を提供している情報通信インフラストラクチャー上において実現することを目標とする。具体的な達成目標として、ショッピングモール・展示会場・美術館・街角のような都市空間を想定し、センシング情報の統合的解析結果を用いて、屋内空間におけるユーザの位置・移動軌

跡の推定、通常時の道案内、緊急時の避難誘導を実現する「屋内自律型ナビゲーション」システムの実現を目指す。このシステムを実現するために必要な要素技術は、無線センサーネットワークデバイス、測位アルゴリズム、センサー情報からの緊急状態の把握、屋内での人流の状況把握である。

屋内空間を想定した測位を実現するデバイスとして、センシング情報の取得・配信を実現するセンサーネットワークシステムを利用することが、実空間での実装において有利であると考えられる。これは測位専用システムを構築するよりも、一般性の高いセンサーネットワークデバイスならびに組込ソフトウェアを用いることが有利だからである。一方、サービスを楽しむユーザが情報機器・デバイスを保有せずとも、ユーザの測位を可能とする環境設置デバイス（特に、ビジョンシステム）も重要な要素技術である。これらの測位関係センシングデバイスからの情報を確率推論・統計処理アルゴリズムを用いて解析する。

平成20年度においては、現実の物理空間からのセンシング情報とその解析結果を元にしてサービスを提供するためのサービス提供基盤技術として、センシング情報統合解析ならびにサービス提供プラットフォームを実現し、その上で自律型誘導アルゴリズム（避難誘導アルゴリズム、協調誘導アルゴリズム）、移動・身体状態推定といったアルゴリズムを統合的に記述し、サービスを提供するメカニズムを実現した。

屋内自律型測位を実現するために、独自の無線ノードデバイスならびに無線センサーネットワークシステムの設計・開発を行った。本センサーネットワークシステムは、1) 低消費電力で、携帯端末に接続しての長時間動作ならびに環境設置のビーコンデバイスの長時間動作が可能であり、2) 携帯端末で動作可能な軽量の測位エンジンを実装可能で、3) 広域ネットワークやサーバーとの通信が不要、4) 設置環境の物理的状況の影響を受けにくい（比較的低い周波数で動作し、ノイズに強い頑健な通信方式を採用）、5) 環境側装置の保守性が高いなどの特徴を有している。

また、携帯情報端末上で動作し、環境に設置された無線ノードである無線ビーコンデバイスから発信される複数のビーコン信号を受信し、受信された複数のビーコン信号の時間的・空間的分布の確率的・統計的性質を解析することにより、ユーザの位置ならびに移動軌跡を推定する屋内自律型測位アルゴリズムを開発した。また、このアルゴリズムをスマートフォン上で実装し、屋内自律型測位システムとして動作することを確認した。

これらの無線センサーネットワークシステム（無線ビーコンデバイス）を、現実の都市空間（ショッピングモール）である横浜ランドマークプラザ（対象面積は約30,000 m<sup>2</sup>）において実装し、屋内自律型測位システムとして稼働させ、スマートフォン上に実装された屋内自律型測位システムの動作を確認した。実装された屋内自

律型測位システムを一般市民のユーザに利用してもらい、その有効性に関する調査を実施した。

緊急状況の把握のための、マイクロフォンアレーによる異常音（非日常音）の自動検出システムを実装した。このシステムでは、日頃の日常時における音環境の計測結果を基に、日常的でない音（非日常音）とその方向を自動的に検出することが可能である。検出した非日常音は、日常時にない何か異常な情報だとみなされた場合、公共空間・ビルディングを監視している管理者・警備員等に送ることで、公共空間での安全・安心を提供するために利用できる。

ビジョンと人流シミュレーションを用いた屋内環境の状態把握システムの有効性の検証を実施した。具体的には、秋葉原 UDX ビルの AKIBA-ICHI の2F、3F に4台のステレオカメラの設置と配線工事を行い、全営業時間中の人流データの取得を開始した。各カメラは、2F エントランス、2F 上下エスカレータ口、3F 上りエスカレータ口、3F 下りエスカレータ口に設置されている。カメラ視野内においては、10 frame/sec で移動者の身長データも含む動線データがアーカイブされ続けている。現状の解析では、各視野内の意味のある領域間を移動する動線としてカウントされ、複数カメラの結果を統合することで、2F や3F を通り過ぎただけなのか、あるいは立ち寄ったのかなどの判定を可能にしている。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】無線センサーネットワーク、測位、屋内ナビゲーション、空間見守り、生体見守り、社会シミュレーション

【テーマ題目2】時空間情報処理技術（運営費交付金、文科省科研費、JST CREST）

【研究代表者】坂上 勝彦

【研究担当者】坂上 勝彦、依田 育士、佐藤 雄隆、永見 武司、斉藤 泰一、喜多 泰代、増田 健、植芝 俊夫、小林 匠、西村 拓一、中村 嘉志、濱崎 雅弘、児島 宏明、三国 一郎、佐宗 晃、佐土原 健、李 時旭、浅野 太、麻生 英樹、原 功、後藤 真孝、緒方 淳、河本 満、松坂 要佐、栗原 一貴、吉井 和佳  
（常勤職員27名、他21名）

【研究内容】

人間が生活する実環境に多数配置されたセンサ等によって、音や映像等のデータを長時間にわたって多チャンネルで収集した時空間情報データから、データの内容を意味的に表現した情報を自動的に抽出する技術を開発する。時空間情報を、その意味内容に基づいて圧縮・再構成し表現する技術の開発を行うとともに、行動や作業を支援、あるいは異常を検知するシステムなどを開発し、

新情報サービスの実現を目指す。具体的には、さまざまな実問題に対する問題解決を目指す中で、広い意味でのサーベイランス、検索、コンテンツ自動作成、情報提示を行うプロトタイプシステムを開発する。個々のテーマについては以下のように進捗している。画像データに関しては、HLAC/CHLAC の応用を多方面で探り、カメラ映像から異常動作をリアルタイムで自動検出するソフトを開発し配布及び技術移転を開始するとともに、医療画像応用に関しては神奈川県立がんセンターと共同研究契約を締結した。また、定点観測画像データを対象にした実験を行い、人影の出現や設置物の消失などの検出が建築物の影の違いなどに左右されず行われることを確かめた。さらに、救命救急センター内の人の流れを常時理解するシステムとして、医師、看護師、救命救急士等の移動軌跡を取得可能であることを実証実験により証明した。位置情報データについては、人々の隣接関係の取得による位置推定技術を確立し、RFID タグをセンサとして使用するユーザ状況理解研究を開始した。音声データに関しては、全方位カメラと8チャンネルマイクロホンアレイを組み合わせ、実用的な会議録収録デバイス Marc-III を開発した。また、マイクアレイ技術を利用して雑音に頑健な音声認識を実現するとともに、音源位置情報を併用してユーザの意図を的確に推定して機器を操作するシステムを実現した。特に、音声検索に関しては、音声を伴う動画等がインターネット上で急増しており、音声を含むデータに対する情報検索の実用化が期待されている。そこで、2種類の音声情報検索システム（VOISER、Podcastle）を開発し、それぞれインターネット上での実証公開を開始した。VOISER は、音声を認識せず、音素片に分解・符号化、高速マッチング処理することで、辞書・文法、言語の制約がなく、新規コンテンツでも検索が可能である。また一般的なブラウザ画面からでも音声で直接検索可能なインタフェースを開発した。Podcastle は音声認識の誤りを不特定多数のユーザが訂正することによって、認識性能が向上し、これにより、インターネット上の音声情報を認識・検索が可能となった。新しい言葉の自動学習により、最新の話題を含む音声データの検索も可能となった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】画像情報処理、音声情報処理、マルチメディア、位置情報処理、メディア情報処理、時空間情報、マルチメディア検索、メディアコンテンツ、サーベイランス

【テーマ題目3】グローバル情報技術（運営交付金、NEDO 受託、NEDO 助成金、文科省科研費）

【研究代表者】樋口 哲也

（適応型システム研究グループ）

【研究担当者】樋口 哲也、高橋 栄一、河西 勇二、

岩田 昌也、坂無 英徳、村川 正宏、戸村 哲、半田 剣一、錦見 美貴子、高橋 直人、中村 章人、新部 裕、田中 哲、上野 乃毅、戸田 賢二、大川 猛（常勤職員16名）

#### 【研究内容】

本課題においては、グローバルな視点で様々な情報機器を扱う技術について、通信システムからプログラミング言語にわたる広い範囲において研究開発している。具体的には、産業機器の省配線化技術、多言語処理技術、ソフトウェア開発運用支援技術、自由ソフトウェアの研究、実時間組込システムの研究、ORB エンジンの研究開発を行なった。

産業機器では内部の省配線化が強く求められており、また製造コスト削減、小型軽量化、メンテナンス性向上が期待されている。そのため、ノイズに強い（高速エラー復帰）、高速・低遅延、100ノード以上可能なシリアルバスネットワークの実現を目指し、ロバスタな通信プロトコルの提案、高速処理可能なプログラムの開発などを行い、安価なデバイスのみで構成、プロトタイプ試作と実機での評価に成功した。

多言語情報処理技術の研究では、多言語ライブラリ m17n-lib/C のうち、中核部分である m17n-lib/CORE について C#環境に適合させたものを開発した。m17n-lib/CORE のレベルでは、Windows 系および GNOME 系の方法の C#環境での多言語アーキテクチャの方向性を探るための差異はなかった。多言語ライブラリデータベースの XML 化環境の開発については、多言語ライブラリデータベースのうち、入力法定義データベースの既存部分の XML 化を完了させた。また多言語ライブラリがこの XML 化した入力定義法を読み込み実行する機能を追加した。

ソフトウェア開発運用支援技術の研究では、以下のような、システム運用情報活用システムの適用対象の拡大を図った。パッケージ管理システム（RPM）を利用する Linux に加えて、RPM を使用しない Debian 系 Linux も管理対象にできるようにした。また、本システムにアクセスする方法を変更し、Web で一般的に用いられている HTTP を採用した。データ形式は XML を用いる。このように Web サービス化したことで、他のシステムとの連携やクライアントプログラムの開発が容易になった。

自由ソフトウェアの研究では、ソフトウェアの開発と関連知識の集積と活用のツールを発展させ linum.info として発表した。これは、携帯端末などのリソースが限定された環境も利用者の実行環境の対象としてサポートした。これを支える要素技術として、基盤となるソフトウェア、知識集積ツール、可視化ツールについて、スケラビリティの改善、多言語対応の改善を行い、Debian パッケージとして整備した。自由ソフトウェア



活動の実践を継続し、一層のプラクティスの普及を達成した。

実時間組込システムの研究では、10 G 光イーサを多数ポート備える新世代の基板を開発した。超高精細映像処理装置は、性能向上させ、よりコンパクト化、低コスト化を行い、企業との共同研究を開始した。また色彩再現の基本技術開発として、被写体の光源情報から元の色に復元したり、様々な照明の下での見え方を提供することのできる商品提示システムを、産総研（旧電総研）が JIS Z 8721 の策定にあたり測定・提供したデータ（RIO-DB 15番）を利用して開発した。また組込み機器向けに、オブジェクト指向の通信プロトコルをハードウェア（FPGA）により加速する「ORB エンジン」の研究開発を行った。具体的には、業界標準の ORB プロトコルである CORBA の動作に必要な機能を FPGA 上に実装し、基本特許の出願を行った。組込み機器関連企業への技術移転を行うことを目的として、設計した回路・ソフトウェアをザイリンクス社の設計ツール EDK 上の IP コアとして提供可能とした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】シリアルバス、省配線、多言語情報処理技術、ソフトウェア開発運用支援技術、自由ソフトウェア、実時間組込システム

【テーマ題目4】グリッド技術（運営費交付金、経産省受託、NEDO 受託、文科省科研費、NEDO グラント、JST CRES、他省庁受託）

【研究代表者】田中 良夫

【研究担当者】田中 良夫、伊藤 智、工藤 知宏、  
児玉 祐悦、中田 秀基、小川 宏高、  
竹房 あつ子、高野 了成、宋 応文、  
横井 威、広淵 崇弘、小島 功、  
池上 努、谷村 勇輔、山本 直孝  
（常勤職員12名、他3名）

【研究内容】

本課題においては、地球規模で分散して存在する大量の情報や計算資源を有効に利用する高度情報サービスの基盤システムを構築する技術を開発し、ソフトウェアとして実現することを目標とした研究開発を進める。(1) 要素技術の研究およびそれを実現するミドルウェアの開発、(2) 実証実験を通じた開発技術の有効性検証、および(3) ミドルウェアの公開やプログラミングインタフェースの国際標準化などを通じた成果普及、の3つの研究開発の成果を融合することにより、研究成果が世界的に広く利用されることを目指す。具体的には、グリッドプログラミングミドルウェア、高性能 WebGIS ミドルウェア、データグリッドミドルウェア、GridASP ミドルウェア、仮想データセンター構築ミドルウェアの研究開発を行なった。グリッドプログラミングミドルウェアの

研究においては、グリッドの持つ多様性に柔軟に対応するプログラミングミドルウェア Ninf-G の研究開発を進めた。ネットワークの高速化に伴い、ネットワークで接続されたスーパーコンピュータを束ねて同時に利用して大規模な科学技術計算を行うグリッドコンピューティングへの期待が高まっているが、グリッドには単体のシステムにはない特有の性質があり、安定して効率の良いプログラムを開発・実行する方法が確立されていなかった。そこで、グリッド上での遠隔手続き呼び出し（GridRPC）に基づくプログラミングおよび実行を支援するソフトウェア Ninf-G の研究開発を行なった。Ninf-G は、動的な計算資源の追加、削除、切り替えを可能とする柔軟性、障害検知および復旧機能により実現される頑健性、および分散された大量の計算資源を効率良く利用する高効率性の3つの特徴を備えたプログラミングミドルウェアである。日欧米にまたがる大規模グリッド上で実証実験を行ない、Ninf-G の有効性を検証すると共に、実験結果に基づいて高機能化および頑健化を進め、Ninf-G Version 5.0.0をオープンソースソフトウェアとして公開した。Ninf-G をグリッドコンピューティングにおけるプログラム開発の標準的なツールとして提供することにより、新たな大規模計算の手法を確立し、産業発展および新規産業の創出に貢献することが期待される。このほか、高性能 WebGIS ミドルウェア、データグリッドミドルウェア、GridASP ミドルウェア、仮想データセンター構築ミドルウェアについても研究開発と標準化・普及活動を連携して進め、オープンソースソフトウェアとして公開した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリッド RPC、Ninf-G、グリッドミドルウェア、高性能 WebGIS、仮想データセンター

【テーマ題目5】防災・地球観測支援技術（運営費交付金、経産省受託、文科省科研費）

【研究代表者】土田 聡

（地球観測グリッド研究グループ）

【研究担当者】土田 聡、松岡 昌志、中村 良介、  
岩男 弘毅、山本 浩万、児玉 信介、  
竹山 優子、田中 良夫、小島 功、  
的野 晃整、谷村 勇輔、山本 直孝、  
亀井 秋秀、中村 和樹、在岡 麻衣  
（常勤職員12名、他3名）

【研究内容】

自然災害軽減・危機管理・地球環境保全・地球資源探査などの社会的問題解決への貢献、および、都市情報・地理情報などと組み合わせた新たなサービス創生への支援を目指すもので、グリッド技術を用い、地球観測衛星データの大规模アーカイブ、および各種観測データベースや GIS データと統合したサービスを安全かつ高速に

提供できるシステムとして、地球観測グリッド (GEO Grid) システムの研究開発を行うものである。具体的には、ソフトウェアの戦略的開発による国際的優位性の確保および GEOSS (国連専門機関の事業を基礎とした全球地球観測システム: Global Earth Observation System of Systems) への日本からの貢献、ハードウェアの追加投資による運用の高速化と二重化における長期アーカイブ (データバンク) サービス実験、地表観測データ・衛星データの高度・高精度化処理技術およびこれらを統合するアプリケーションの開発を行っている。

平成20年度は、昨年度に引き続き、数百ペタバイト級の大規模アーカイブを実現する技術の開発、衛星データ校正・検証およびその補正のための研究開発、衛星データ処理システムの研究開発、地表観測データと衛星データを統合するアプリケーションの開発、複数のデータおよび計算により構成されるアプリケーションを容易に利用するユーザインターフェース・アプリケーションポータルを開発を行った。

また、実証実験として、複数のデータおよび計算により構成されるアプリケーションを容易に利用するユーザインターフェース・アプリケーションポータルの実証実験として、地理空間情報のカタログサービスに関する仕様 CS-W を用いた ASTER 利用実験、衛星画像を加工して数値標高モデル (DEM) や地図と完全に一致させるための補正 (オルソ) 処理を提供するサービス実験に着手した。さらに、本研究の成果普及のために、外部機関との研究開発協力を進め、地球観測データの国際的な標準化・相互運用の実現のため、国際的な標準化団体および研究グループである OGC (Open Geospatial Consortium)、OGF (Open Grid Forum)、PRAGMA (Pacific Rim Applications and Grid Middleware Assembly) および GEOSS 等でも積極的に活動した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 グリッド技術、地球観測、衛星画像、校正・検証、画像補正、地理空間情報、OGC、OGF

【テーマ題目6】 大容量光通信技術 (運営費交付金、NEDO 受託、他省庁受託、文科省科研費)

【研究代表者】 工藤 知宏  
(インフラウェア研究グループ)

【研究担当者】 工藤 知宏、児玉 祐悦、小林 克志、中田 秀基、竹房 あつ子、高野 了成、小島 功、谷村 勇輔、広淵 崇宏  
(常勤職員9名、他1名)

【研究内容】

光パス網などの大容量光通信技術は、トラフィックあたりの消費電力が小さく省エネルギーに大きく貢献できる可能性を持つが、従来の IP 交換網と性質が異なるた

め、その応用範囲を広げるためには、アプリケーションの要求に応じてパスを設定するなどの利用技術の確立が必要である。このために本課題では、ネットワークの帯域 (光パスなど) を予約により確保するための資源管理インタフェースを策定し、標準化を推進する。また、資源管理ソフトウェアを開発すると共に、将来のネットワークトラフィックの大半を占めると考えられる高精細映像通信を想定して、帯域保障型ネットワークと連動する性能保証型ストレージ技術を開発する。また、予約により確保した資源のモニタリングを行う、分散モニタリングシステムの設計と、同システムが提供する資源情報のデータ表現の検討を行う。さらに、確保した帯域を最大限に活用するための帯域有効利用技術の開発を行う。加えて、IP 交換網や光パス網などの性質の異なる複数のルーティング方式が存在する場合に、どのようにそれらの方式を選択すれば省エネが実現できるかを評価検討する。

平成20年度には、ネットワークの帯域を予約によって確保する標準インタフェース GNS-WSI3を、共同研究を行っている企業や機関とともにまとめ、これを用いるソフトウェア群を開発し、グリッド技術の標準化機関である Open Grid Forum においてワーキンググループを立ち上げ、標準化に着手した。また、ネットワークの省エネルギー化のために、光パス網普及のための利用技術の調査・開発に着手した。さらに光パス網と性能が保証された分散ストレージを組み合わせた高精細映像配信のシナリオを策定し、配信機構の開発に着手した。また、ポリシーに基づく予約を可能にするなど、資源管理ソフトウェアの改良を行った。

帯域有効利用技術としては、ソフトウェアによる帯域制御機構 PSPacer の改良を行い、より精密な帯域制御を実現するとともに、物理帯域以上の利用要求があった場合にも公平に帯域を利用することができるようにした。また、今後の帯域有効利用技術の研究開発のために10 Gbps クラスのネットワークのパケットのヘッダをすべてキャプチャする方式を開発した。

ルーティング方式選択のための評価検討としては、既存のネットワークのトラフィック量と性質の調査を行うとともに、アプリケーションからネットワークに要求仕様を伝える枠組みとルーティング方式選択について既存技術の調査を行い、方式設計に着手した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 資源管理、資源予約、光パス網、ストレージ、モニタリング

## ②【安全科学研究部門】

(Research Institute of Science for Safety and Sustainability)

(存続期間: 2008. 4. 1~)

研究部門長：中西 準子  
副研究部門長：稲葉 敦、永翁 龍一  
主幹研究員：飯田 光明  
主幹研究員：吉田 喜久雄

所在地：つくば西、つくば中央第5  
人員：48名（46名）  
経費：895,487千円（426,560千円）

概要：

安全科学研究部門は、化学物質リスク管理研究センター、ライフサイクルアセスメント研究センター、爆発安全研究コアの3つの研究ユニットの融合により新たに2008年4月1日に発足した研究部門である。

近年、産業活動等での災害や安全問題、化学物質による環境リスクの問題に加えて、地球環境や資源枯渇に関する問題への関心が増大している。これまで、こうした問題を克服するために、上記の3研究ユニットが個別に取り組み、それぞれ、高い信頼性が得て、国や自治体、産業界などの意思決定の基礎を提供してきた。しかしながら、安全やリスクに関する問題と地球環境問題、資源枯渇問題などの持続可能性の問題は互いにトレードオフの関係にあり、このような困難な課題に対処し、安全で持続可能な社会を構築するためには、従来の研究分野の境界を越えた融合的な取り組みや、融合研究を柔軟に実施できる研究体制作りが急務となっている。

このため、本研究部門は、これまでの化学物質リスク評価やフィジカルハザード評価、ライフサイクル解析等の個別の研究分野で得られた手法を融合させ、持続可能な社会を目指した生産消費を選択するための指針や、それらの指針を考慮した社会の要請に応じた政策の科学的知見に基づく提示を通じての安全で持続可能性の高い社会の構築への貢献を目指して、リスク評価戦略、環境暴露モデリング、広域物質動態モデリング、物質循環・排出解析、持続可能性ガバナンス、爆発衝撃研究、高エネルギー物質研究、爆発利用・産業保安研究、素材エネルギー研究および社会と LCA 研究の10グループで構成される研究部門として新たなスタートを切った。

設立に際して、予測、評価および保全技術を融合し、環境・安全対策の最適ソリューションを提供し、新規技術、特にエネルギー開発技術に係る評価を行うことを目指し、以下を本研究部門のミッションとした。

- ・ミッション1：フィジカルハザード評価、化学物質リスク評価、ライフサイクル解析の分野で評価手法を開発するとともに、これらの評価に不可欠な信頼性の高い基盤データを収集し、これらを蓄積しつつ適切な解析を行い、評価結果を公表する。
- ・ミッション2：フィジカルハザード評価、化学物質

リスク評価、ライフサイクル解析の分野の融合的研究を行い、これらの融合研究の遂行を通じてトレードオフ問題に取り組み、安全と持続性の両立の実現を目指す。

- ・ミッション3：新技術の社会受容性、産業保安、環境分野でのガバナンス戦略等の分野で、現実的で政策提言につながる研究を行う。
- ・ミッション4：研究活動により蓄積された評価結果、データ、開発した解析ツール等を社会に提供する。
- ・ミッション5：評価を通して、市民・地域・産業・行政、国際機関等の合理的な意思決定や基準策定を支援し、わが国の産業競争力の強化に貢献する。

これらのミッションに対応して、平成20年度は、本研究部門のプレゼンスを示す具体的な研究課題として、以下の課題を選定し、これまで培ってきた評価技術に加えて、融合研究を実施した。

1) フィジカルハザード評価

爆発安全における行政・社会の要請に応える研究を実施する。具体的には、地下式、トンネル式火薬庫等の改良型火薬類貯蔵施設の安全性評価、水素インフラに係る規制再点検及び標準化のための基盤研究、新型ロケットエンジンの爆発威力評価、原子力施設のテロ対策技術研究において、信頼性のある確実な保安データや保安技術基準・ガイドラインを提供する。

2) 工業ナノ材料のリスク評価

新規技術、新規物質の例として、工業用ナノ材料を対象としてリスク評価を行い、これらの管理のための方策を提示し、国際動向をリードする。

3) 鉛に関するサブスタンス・フロー・シミュレータの構築

有害性と資源性をもつ金属の最適管理を目指したサブスタンス・フロー・シミュレータを、鉛を例に取り上げて構築する。自然界が支配する地球レベルでの物質循環のみならず、廃棄物処理を含む産業活動による物質循環を統合させたシミュレータの構築を目指す。このシミュレータを用いて、着目する化学物質の持つ便益を最大限に生かすための産業政策の評価や提案を行う。

4) バイオマス利用リスク評価の研究

バイオマスエネルギー開発および利用に際し、エネルギー効率、二酸化炭素排出量、生態影響、健康影響、燃焼特性、燃焼危険性などの評価を行うと同時に、食糧との競合、エネルギーセキュリティーへの影響の研究を実施する。

外部資金：

経済産業省 平成20年度基準認証研究開発委託費「発熱分解エネルギー測定に関する標準化」

経済産業省 資源エネルギー庁 平成20年度石油産業体制等調査研究「GBEP におけるバイオ燃料の持続可能性に関する検討状況について」

文部科学省 原子力試験研究費「化学災害の教訓を原子力安全に活かす E ラーニングシステムの開発に関する研究」

文部科学省 原子力試験研究費「再処理工程に係るエネルギー物質の爆発安全性評価技術に関する研究」

文部科学省 原子力試験研究費「深部岩盤掘削時の高精度破壊制御技術に関する研究」

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

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

環境省 地球環境研究総合推進費「世代間・世代内のリスク解析と管理原則」

環境省 地球環境研究総合推進費「日常生活における満足度向上と CO<sub>2</sub>削減を両立可能な消費者行動に関する研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機「ノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発/実用的な性能評価、安全基準の構築『ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発』の実用的な運転モード及び評価手法ならびに安全基準の構築」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機「低GWP 不燃ガスの噴射剤適用時の暴露評価に関する研究」

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

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機「新エネルギー技術研究開発 パイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発） 総合調査研究」

文部科学省 科学研究費補助金「研究成果データベース リレーショナル化学災害データベース」

日本学術振興会 (独)日本学術振興会外国人特別研究員事業 科学研究費補助金・特別研究員奨励費「包括的製品政策に基づく EU 指令の導入による環境影響削減効果の評価」

財団法人核物質管理センター 請負研究費「核物質の放散評価」

社団法人産業環境管理協会 請負研究費「付属データベースのデータ修正とソフトウェア更新作業」

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

独立行政法人日本原子力研究開発機構 受託研究費「イオン交換樹脂の火災・爆発安全性に関する比較論的研究 (Ⅲ)」

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 受託研究費「FY20液化天然ガス 液体酸素ロケット燃料の爆発威力に関する要素実験」

特定非営利活動法人安全工学会 請負研究費「産業保安の向上と保安力評価の研究」

環境省廃棄物科研費補助金 受託研究費「国外リサイクルを含むシナリオ間のライフサイクル比較手法と廃プラスチックへの適用」

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

九州防衛局 請負研究費「針尾島 (20) 保管庫移設解析業務」

社団法人全国火薬類保安協会 共同研究費「爆発影響低減化の技術基準の作成に関する研究」

発 表：誌上发表180件、口頭発表294件、その他33件

-----  
リスク評価戦略グループ

(Risk Assessment Strategy Group)

研究グループ長：蒲生 昌志

(つくば西)

概 要：

(研究目的) 主に化学物質に関する具体的な課題についてリスク評価を実施しながら、リスク管理を目的としたリスク評価の考え方の検討を行う。

(課題) 工業ナノ材料のリスク評価、化学物質の代替に伴うリスクトレードオフ解析(ヒト健康リスク、生態リスク)を中心的課題とする。

(研究内容) 平成20年度は、各課題について、次のような研究を実施した。工業ナノ材料のリスク評価については、カーボンナノチューブの詳細リスク評価書を作成することを軸に、文献情報の収集と解析、有害性試験(気管内注入試験)の設計・実施・結果の解析、消費者製品(リチウムイオン電池、キャパシタ、複合材料)のフロー解析を実施した。また、ナノリスクに関する科学的議論の枠組みの検討として実施しているナノリスクネットパネルについて、平成19年度に募ったコメントの公開と、平成20年度新規としてパネリストにコメント作成依頼を行った。

化学物質の代替に伴うリスクトレードオフ解析のうちヒト健康リスクについては、リスクの共通尺度である質調整生存年数に基づく用量反応関係式を、動物試験のデータから得るための枠組みを検討した。具体的には、有害性情報の収集と内容の確認、推論アルゴリズムの構築、主要な臓器の疾病について生活の質(QOL)の情報収集を行った。

一方、生態リスクについては、生態毒性試験結果の収集とともに、それに基づいて種の感受性分布を推計するための統計的手法を検討した。また、重金属の毒性値を推定するモデルの開発を行った。

研究テーマ：テーマ題目1

### 環境暴露モデリンググループ

(Environmental Exposure Modeling Group)

研究グループ長：東野 晴行

(つくば西)

概要：

化学物質のリスク管理において、環境中の濃度を知ることが最も重要な課題の一つと考えられる。環境中濃度は、観測を行うかモデルによる計算で求められるが、新規の物質など観測データが存在しない場合の推定や限られた観測データからの全体状況の把握、将来や過去の状況の推定などでモデルの果たす役割は大きいと言える。

このような背景から、当グループでは、化学物質のヒトや生態系へのリスク評価において、最も基礎となる暴露評価技術の開発を行っている。大気、室内、河川、海域等、複数の環境暴露評価モデルの開発を行い、これらを用いた暴露・リスク評価を他のグループと連携して実施し、その結果を化学物質管理等の政策に反映させる。現在は、以下の3つのプロジェクトの推進を中心に研究を進めている。

- 1) 化学物質の最適管理をめざすリスクトレードオフ解析手法の開発
- 2) 鉛に関するサブスタンス・フロー・シミュレータの構築
- 3) バイオマス利用リスク評価の研究  
また、これまで開発してきたモデルや研究成果の普及や維持管理にも努めている。

研究テーマ：テーマ題目2、テーマ題目3

### 広域物質動態モデリンググループ

(Macro-Dynamic Modeling Group)

研究グループ長：吉田 喜久雄

(つくば西)

概要：

当グループは、第2期中期計画の「化学物質の最適なリスク管理を実現するマルチプルリスク評価手法の開発」において、物質代替や新規技術の導入に伴うヒト健康と生態へのリスクを総合的に評価する際に必須となる要素技術を開発するとともに、リスク評価に基づく化学物質管理の一層の普及を目指して、研究開発を進めている。平成20年度は、以下の研究開発を実施した。

- 1) 物質代替に伴うリスクトレードオフ解析手法の開発
  - ・農・畜産物中の化学物質濃度を地域特異的に推定可能な、土壌、植物及び家畜の各環境媒体間移行モデルを開発し、目標の推定精度を確保できることを確認した。
  - ・ヒト健康に係る有害性を統計学的に推論する際にベースとなる反復投与毒性データのデータベースを作成した。
  - ・ニューラルネットモデルを用いた生態毒性に係る推論手法と統一尺度による化学物質間の生態リスクを比較する手法を検討し、両手法のプロトタイプを開発した。
- 2) 新規技術に係る化学物質の上市前リスク評価手法の開発
  - ・工業用ナノ材料のサイズ効果を含むヒト健康への有害性、新規のノンフロン型冷媒とその分解物のヒト健康への有害性、さらには、バイオ燃料となる植物に含有される物質のヒト健康への有害性をそれぞれ、評価を行った。
  - ・バイオマス生産に伴う土地の利用形態、バイオマス燃料の利用に伴う生態系へのリスクを評価する階層的な枠組み構築を検討し、枠組みに基づく生態系へのリスク評価を実施した。
- 3) 既存物質のリスク評価と適切な化学物質管理に係る検討
  - ・サブスタンス・フロー・シミュレータの構築に関連して、環境媒体から農・畜産物への移行について検

討した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目3

### 物質循環・排出解析グループ

(Substance Flow and Emission Analysis Group)

研究グループ長：恒見 清孝

(つくば西)

概要：

新規物質のリスク評価や代替物質のリスクトレードオフ評価を通じて、物質代替・新規開発の意思決定や排出抑制対策などの行政、企業のリスク管理に還元することを目標として、新規物質や代替物質の物質フロー推定手法や環境中への排出量推定手法の開発、発生源の同定手法の開発をめざす。平成20年度は、以下の研究開発を実施した。

- 1) 排出シナリオ文書 (ESD) ベースの環境排出量推計手法の開発
  - ・工業用洗浄剤とプラスチック添加剤について物質フロー解析を行い、業界データや放散量試験の実施結果をもとに、排出量推定式のプロトタイプを構築した。
  - ・工業用洗浄剤とプラスチック添加剤について、物質の代替状況を把握した上で、予備的なリスクトレードオフ評価のための排出解析を実施した。
- 2) 工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発、リスク評価及び適正管理の考え方の構築
  - ・工業ナノ材料を製造・使用施設の現場調査を行い、作業環境中の暴露濃度等の情報を得て暴露解析を実施した。また、ナノ材料の巻き上がり性試験を実施し、材料による粒子排出のしやすさ、排出粒子のサイズ分布・形態に関する情報を得た。
  - ・ナノ材料のリスク評価書の暴露評価あるいは有害性評価、リスク評価にあたる部分をドラフトとして作成した。
- 3) 新規冷媒暴露リスク評価
  - ・冷凍空調機器の全ライフサイクル段階からのノンフロン型冷媒や次世代冷媒の大気排出量を推定し、最悪シナリオでの冷媒と反応生成物の大気中濃度分布を推定した。
- 4) アジアにおける鉛のサブスタンスフロー・排出量推定モデルの開発
  - ・主要な鉛含有製品について、タイと日本における鉛のサブスタンスフローを解析し、環境中への人為的な排出量をそれぞれ推定した。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2

### 持続可能性ガバナンスグループ

(Sustainability Governance Group)

研究グループ長：岸本 充生

(つくば西)

概要：

持続可能な社会を達成するために、行政部門、企業部門、一般市民それぞれが果たすべき役割を支援するために必要な評価手法を開発し、実際に適用することを目的に次のような研究を実施した。まず、1) 戦略的なリスクガバナンスのための基盤技術の開発として、工業ナノ材料を例に、新規リスクの社会全体での管理戦略を提案し、工業用洗浄剤を例に、代替物質との間のリスクのトレードオフを解析するための枠組みを開発し、鉛を例に、経済活動による重金属の国際的フロー推定手法のプロトタイプを例に作成した。次に、2) 一般市民や消費者に対する新しい選好調査手法の開発と適用として、インターネットブログの統計的な解析を通して、一般市民の環境ニーズの把握手法を開発し、実際に分析を試みた。また、時間と距離に関する割引関数を同時推定する手法を開発し、インターネットアンケート調査を通して実証した。最後に、3) インセンティブを利用した環境政策手段の探索とそれらの評価手法の開発として、環境情報を金融市場に組み込むために、金融商品の環境パフォーマンス評価手法を開発し、実際に商品の評価を行った。

研究テーマ：テーマ題目1、テーマ題目2、テーマ題目6

### 爆発衝撃研究グループ

(Explosion and Shock Waves Group)

研究グループ長：中山 良男

(つくば中央第5)

概要：

当グループの研究目的は、固体および液体などの凝縮系の爆発現象の解明および爆発災害防止のための基礎研究を行うことであり、特に高エネルギー物質の起爆現象の解明や爆発により発生する爆風等の低減化手法の開発を行っている。研究の方法論としては、小規模から可能な限り規模の大きい実験を実施することであり、これにより燃焼や爆発現象のスケール効果を把握することを基本戦略としている。このため室内実験では、高速時間分解計測による爆発現象・起爆機構の研究、レーザー衝撃波による高圧下の状態方程式研究などの基礎研究を軸に、高エネルギー物質の爆発安全に関する研究を行っている。さらに、行政的ニーズに対応するために、室外大規模実験に参加し、新しい構造の火薬庫の安全性評価、爆風や爆発破片等の爆発影響を低減化する技術の開発を行っている。また、数値計算コードによる実規模での爆発影響予測手法を検討し、実規模の現象を高信頼度で予測・評価するシステムの開発を進めている。外部予算で実施している主な研究課題は、再処理工程におけるエネルギー物質の爆発安全性評価研究、爆発影響低減化の技術基準作成、

新型火薬庫の安全性解析、及び核物質の放散評価などである。

研究テーマ：テーマ題目 4

### 高エネルギー物質研究グループ (Energetic Materials Group)

研究グループ長：松永 猛裕

(つくば中央第5、北センター)

概要：

当チームは、爆発現象を化学的な視点で捉え、高エネルギー物質の反応機構の解明、安全化技術、分子設計、危険性評価技術の開発等の研究を行うことを目的にしている。このため、近年、特にコンピュータケミストリ手法の利用と分光計測技術の導入に力を注いでいる。具体的な研究内容は大きく分けて3つあり、①化学物質の爆発性評価および保安技術に関する研究においては、主として外部の依頼による発火・爆発性の評価を行っている。②火薬類の有効利用に関する研究については、遺棄化学兵器の安全な処理技術、爆発を使った新材料合成等に関する研究を行う。③高制御花火の開発においては、グリーン、ミニマムエミッションをキーワードに人と環境に優しい花火を創成することを目指す。特に、煙、塩素、バリウム、硫黄の低減化、および、花火用新素材の探索について研究開発を行っている。

研究テーマ：テーマ題目 4

### 爆発利用・産業保安研究グループ (Industrial Safety and Physical Risk Analysis Group)

研究グループ長：緒方 雄二

(つくば西)

概要：

(研究目的) 火薬類に代表される高エネルギー物質反応機構の解明、新規かつ安全な高エネルギー物質の制御方法、高エネルギー物質の安全な有効利用等に関する研究を実施する。また、高圧ガス保安に関する、エアゾールおよび水素の安全利用技術に関する研究を実施した。さらに、産業保安技術の向上のために、災害事例 DB システムの外部への提供方法を検討し、事故・トラブルの根本原因の分析手法を確立して、教訓学習などを含めた技術伝承システムの構築を行った。

(研究内容) 火薬類の利用技術に関する研究では、防爆壁および地下式火薬の野外実験を実施し、ひずみ、地盤振動および飛散物の分布と計測することで飛散物の特性、防爆壁の補強技術の指針を示した。また、衝撃荷重を受ける岩石材料および FRP 材料の破壊特性を明らかにした。さらに、岩盤内を伝播する応力波に数値シミュレーションを適用した。

可燃性ガスに安全性に関する研究では、エアゾール

の安全性に関する研究を実施し、拡散解析を実施した。また、水素の安全性に関する研究では、70 MPa 対応の水素ステーションの安全性に関する調査と数値シミュレーション技術の比較検討を実施した。さらに、可燃性ガスの爆発影響を検討するために、コンクリート板の影響をガス濃度および爆薬による影響と比較検討した。

産業保安技術の向上のための研究では、災害事例のデータベースを拡充し、事故事例解析を実施することで事故進展フローを作製し、事故防止技術を検討した。また、原子力発電施設への E-ラーニングシステムを導入するために現地調査およびシステムの基本設計・構築を行った。

研究テーマ：テーマ題目 5

### 素材エネルギー研究グループ (Material and Energy Sustainability Assessment Group)

研究グループ長：匂坂 正幸

(つくば西)

概要：

持続的発展可能な社会に向けて、素材、エネルギーの利活用に関するあるべき方向の提言を導く研究を遂行している。

#### 1) エネルギーの持続可能な利活用評価

バイオマスエネルギーの利活用をはじめとするエネルギーシステムに対し、ライフサイクルアセスメント手法、エネルギーシステム分析、アンケート・聞き取り調査などを通じて環境、経済、社会等の側面から評価を行っている。また、評価手法の開発、高度化を実施することにより、持続可能な社会とエネルギーシステムのあり方を追及している。

#### 2) 低環境負荷技術・行動による環境改善効果の評価

民生・運輸・産業の各側面で導入が期待される各種環境負荷低減技術・行動のライフサイクルを考慮した環境改善評価を行っている。また、これら技術・行動に対するニーズや受容性を明らかにし、普及を効果的に進めるための方策と、それに伴う環境負荷削減効果の検討を進めている。

#### 3) 素材の循環・有効利用の評価

地域・国・世界といったマルチスケールでの素材の適切な循環および有効利用を促すため、地域・国・世界レベルでの素材のマテリアルフロー分析を行っている。マテリアルフロー分析結果を基に、エネルギー・資源消費および環境負荷削減の視点から素材の循環および有効利用に関する方策に検討を加えている。

研究テーマ：テーマ題目 2、テーマ題目 3

### 社会と LCA 研究グループ

(Advanced LCA Research Group)

研究グループ長：玄地 裕

(つくば西)

概要：

社会に対して、ライフサイクル思考に基づいた環境対策、適応策、技術などのシステム化を通じた実現を目的とした研究を行っている。ライフサイクルアセスメント（LCA）手法やライフサイクル思考を研究手法の中心として、評価手法開発、指標開発、先駆的提言、データベースの整理・構築、ソフトウェア作成など、環境影響の低減や持続性に関するシステムの具体化に必要な研究を幅広く行っている。研究成果は国内、国外を問わず幅広く発信を行い、研究結果の具体化を常に意識している。研究成果や研究に用いたインベントリデータベースやソフトウェア、手法、指標などは共有化を行い、ライフサイクル思考だけではなく、リスク評価、ハザード評価などを用いた持続的発展可能な社会構築における環境や安心安全に関する基盤技術として蓄積を行っている。

研究テーマ：テーマ題目6

-----  
**【テーマ題目1】新規技術体系とリスク評価・管理**

**【研究代表者】** 蒲生 昌志（リスク評価戦略グループ）

**【研究担当者】** 蒲生 昌志、中西 準子、納屋 聖人、  
 本田 一匡、岸本 充生、小倉 勇、  
 篠原 直秀、小林 憲弘、米澤 義堯、  
 江馬 眞、花井 荘輔、高井 亨、  
 カザウイ 理香、斎藤 英典、  
 小竹 真理、谷口 慶  
 （常勤職員8名、他8名）

**【研究内容】**

（背景と目的）新しい技術の開発と普及に伴い、これまでに想定されていなかったリスク管理問題の発生が懸念されている。近年では、技術開発と平行してリスク評価を適切に行うことが、技術が社会に受け入れられるための必要条件となりつつあるという認識が広まってきた。本研究課題では、とくに工業ナノ材料を対象として、リスク評価・管理の手法を開発することを目的としている。

工業ナノ材料は、その新規な物理化学特性のため、様々な科学技術分野における技術革新をもたらすものと期待されている一方、従来の化学物質とは異なる新規のリスクをもたらすという懸念もある。本研究課題では、実際に主要な工業ナノ材料についてリスク評価を実施するとともに、工業ナノ材料のリスク評価や管理の方法論や考え方を検討し、社会に提言する。

（研究内容）主要な工業ナノ材料に関する詳細リスク評価の実施として、カーボンナノチューブ、フラーレン、二酸化チタンに関する詳細リスク評価書の作成を行っている。平成20年度は、それまで実施してきた文献資料の調査を継続して行うとともに、それぞれの材料について

の有害性や暴露に関する情報を解析することによって、詳細リスク評価書の暫定原稿を作成した。その中で、吸入試験や気管内注入試験の結果に基づいて作業環境での管理目安濃度を導出するための考え方を検討したり、ナノ材料の粉体を扱う作業員の暴露量を、現場調査や巻き上がり性試験の結果から見積もったり、消費者製品からの暴露可能性の検討を行ったりした。また、有害性に関する考察を補強するために、二酸化チタンの一次粒子や二次粒子のサイズが肺炎症に与える影響について試験結果の解析を行うとともに、カーボンナノチューブについての追加的な気管内投与試験を設計・実施した。

暴露評価については、カーボン系ナノ材料や金属酸化物などの製造事業所において、製造や袋詰めなどの現場での計測を行い、ナノ材料を粉体として扱う作業員が暴露する粒子の濃度計測と形状観察を行った。また、主に平成19年度に実施した巻き上がり性試験の結果と合わせて考察することにより、詳細リスク評価書の対象となっている主要な3つの工業ナノ材料について、排出・暴露シナリオを作成した。消費者製品に由来するナノ材料の暴露については、カーボンナノチューブを応用したリチウムイオン電池、キャパシタ、複合材料を想定し、製品に伴い市場に出る量や、廃棄物として処理される量を推定することで、製品の製造から廃棄に至るまでの暴露可能性を評価した。

社会経済的な側面として、ナノ材料を用いた消費者製品に関する情報収集を継続し、ウェブサイトの更新を行った。また、これまで過去4年間続けてきたアンケートを通じて一般人のナノ材料に対するリスクとベネフィットの認知構造の分析を行った。さらに、ナノ材料のリスクに関する科学的議論の枠組みを検討するため、平成19年度に引き続き、ナノリスクネットパネルを実施した。今年度は、平成19年度にパネリストから募ったコメントを整理してホームページに公開するとともに、平成20年度の新規分として、新たに論文10報を選択して、パネリストからのコメントを募集する作業を行った。

研究成果の普及に関して、平成20年4月には、NEDO一産総研-OECD 合同国際シンポジウム「工業ナノ材料のリスク評価」を開催した。このシンポジウムは、市民に対する成果報告会という側面に加えて、同時に開催された OECD の工業ナノ材料作業部会での議論に対する情報のインプットを意図して行われたものである。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** ナノテクノロジー、工業ナノ材料、リスク評価

**【テーマ題目2】鉛に関するサブスタンス・フロー・シミュレータの構築**

**【研究代表者】** 東野 晴行

（環境暴露モデリンググループ）

**【研究担当者】** 恒見 清孝、布施 正暁、牧野 良次、



石川 百合子、小野 恭子、  
吉田 喜久雄、緒方 雄二、和田 有司、  
今村 友彦、加藤 勝美  
(常勤職員10名、他1名)

#### [研究内容]

国際連合環境計画（UNEP）では、大気経由での有害金属類汚染（水銀、カドミウムおよび鉛）の拡散等に対する国際的対応を行う必要性について検討が開始されており、有害金属による環境リスクは、近年、国際的な環境問題として取り上げられている。わが国でも、環境省が2006年度に有害金属対策策定基礎調査専門検討会を設置し、国際的観点からの有害金属対策戦略を策定するための基礎的な検討が開始されている。鉛は、蓄電池やはんだ等、幅広い用途を持つ物質であり、産業や我々の生活に欠かせない金属である。一方で、古くから知られているように、有害性のある金属であるため、近年では、欧州の RoHS 指令のように製品中の鉛の使用を規制する動きが見られる。このように、有害金属類、特に鉛に関しては、有害性と資源性を持つ物質として、使用に伴って生じる環境へのリスクがどの程度であるのかということは、国際的にも非常に関心が高いテーマであると言える。

以上のような背景から、本プロジェクトでは、以下の3つの研究課題を実施し、日本における鉛使用によるリスクの現状と代替や削減による効果の推定を実現できるサブスタンス・フロー・シミュレータを構築する。

#### 1) アジア地域における鉛のサブスタンスフロー・排出量推定モデルの開発

アジアにおいて、鉛に関する現状および将来のサブスタンスフローを推定するとともに、各地における環境中への排出量を推定するモデルを開発する。主要な鉛含有製品について、アジア内の国間交易関係にもとづいて鉛のサブスタンスフローを解析するとともに、一般均衡モデルを用いて、日本およびアジアにおける鉛の使用量と廃棄量を推定する。また、日本内外における作業環境、廃棄物処理状況にもとづいた排出シナリオを作成し、空間分布を勘案した環境中への人為的な排出量を推定する。

#### 2) アジア地域を対象とした鉛の環境動態モデルの開発

大気拡散や地表や水面への沈着、農畜産物への移行など、自然現象による物質の移動を解析できる環境動態モデルを開発する。アジア地域全域をカバーする環境中濃度予測及び媒体間移行モデルを開発します。三次元オイラー型の大気拡散モデル（1度×1度メッシュ）と、1ボックス型のマルチメディアモデルを開発し、これらを合体させることにより、大気、土壌、及び農畜産物中の鉛濃度を推定できるモデルを構築する。

#### 3) 鉛フリーはんだの火災リスク調査と解析

鉛フリーはんだの耐久性、安定性を定量的に評価する。事例調査による事故シナリオの抽出とあわせて、

実際の使用環境下を模擬した熱履歴を受けた鉛フリーはんだの機械的性質を計測し、鉛フリーはんだの熱による劣化の度合いを鉛入りはんだと定量的に比較評価することによってその耐久性、安定性を評価する。

本テーマについて、平成20年度は、アジア地域を対象としたサブスタンスフロー・排出量推定モデル、鉛の環境動態モデルの開発、及び鉛フリーはんだの火災リスク調査を研究の主な枠組みとして設定し、これらのテーマについて詳細な解析を開始した。平成21年度は、アジア地域における鉛のフローと排出量に関する実態調査、全球大気輸送モデルの構築、及び鉛フリーはんだの事故シナリオの抽出と模擬実験を実施する計画である。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] リスク、暴露、金属、物質フロー、排出、はんだ、火災

#### [テーマ題目3] バイオマスエネルギー利用にかかる環境安全性評価

[研究代表者] 匂坂 正幸

(素材エネルギー研究グループ)

[研究担当者] 井上 和也、東野 晴行、篠崎 裕哉、

岩田 光夫、匂坂 正幸、野村 昇、

工藤 祐輝、林 彬勸、内藤 航、

和田 有司、緒方 雄二、飯田 光明、

加藤 勝美、伊藤 俊介、楊 翠芬、

(常勤職員12名、他3名)

#### [研究内容]

バイオマス利活用に伴う各種影響を「リスク」としてとらえ、従来型の影響評価の発展を図り、その成果から政策提言をめざす研究を行っている。平成20年度は、取り組みの初年度にあたり、バイオマス利活用に伴うリスクとして、バイオマス生産時の生態リスク、バイオ燃料の輸送貯蔵時の安定性、バイオ燃料使用に伴う大気環境汚染に伴うヒト健康リスク、ライフサイクルでの温室効果ガス（GHG）排出、およびリスク評価に必要なバイオ燃料普及予測を取上げた。

バイオマス生産時の生態リスク評価に関しては、窒素循環モデルの基盤的構築を行った。窒素は地球上のあらゆる生物の必須元素で、多様な化合物に形態を変えながら大気、生物、土壌、水系を循環し、生態系の最も重要な栄養因子としての役割を果たす。バイオマスプラントーションは、耕作地造成、植物種の入替え、灌漑や施肥、バイオマス収穫など様々な人間活動が介入される過程（土地利用変化）で、これらの人間活動は、いずれも窒素物質循環と接点を持っている。バイオマスプラントーション開発がもたらす様々な生態系影響を、窒素物質循環から推定した各種窒素化合物の環境負荷量による影響として評価を行うため、窒素循環モデルの開発に着手した。

バイオ燃料の輸送貯蔵時の安定性評価として、平成20年度は tert-ブチルエチルエーテル (ETBE) に着目した。ETBE 単体および輸送時、貯蔵時に異物として混入する可能性がある物質として、金属類および金属酸化物、雨水およびエーテル類と酸素との自動酸化反応により生成する過酸化物等を想定し、これらが ETBE に混入した際の貯蔵安定性を加速速度熱量計 (ARC : Acceleration Rate Calorimeter) により評価を行った。その結果、ETBE の発熱開始には雰囲気中の酸素が関係し、発熱は主に酸化反応が関与していることが推定されるとともに、金属酸化物の混入による発熱開始温度の低下が認められた。

バイオ燃料使用に伴う大気環境汚染に伴うヒト健康リスクとしては、リスク評価用次世代大気モデルの化学反応モジュールを、主要な有害大気汚染物質を個別に推定できるように改変したうえで、そのモデルを使って関東地方を対象にして、E85または E10 (それぞれエタノール85%、10% [容積比] のガソリン混合燃料) がすべてのガソリン車で使用されるシナリオについて2次生成物質も含めた濃度推定を行い、この結果を現状の推定濃度と比較することにより、バイオマス燃料導入によるヒト健康リスク変化の試算による推定を行った。また、バイオディーゼル燃料の原料として注目されているジャトロファの果実の有害性について文献を網羅的に調査し、特にホルボールの燃料油、排気ガス中での挙動について実測定、評価に向けた準備を行った。

ライフサイクルでの GHG 排出量評価では、特にバイオ燃料の輸送用燃料としての使用時の排出を文献等の2次データを基に評価した。その結果、走行距離を燃料の発熱量をもとにガソリンと同等とする場合、約5%程度の範囲でばらつきがあり、特にエタノールを高濃度で混合した場合、水分を吸収して燃費が30%程度低下する例も確認された。

また、バイオ燃料の社会受容性 (普及) は、リスク評価に不可欠な情報となることから、コンジョイント法によるコスト負担意識の社会調査を実施した。その結果の解析は継続中であるが、価格の低い燃料の嗜好性が高いこと、認知度に起因する選択などが観測されている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオマス、ライフサイクルアセスメント、生態系、安全性、有害性、大気環境、社会受容性

#### 【テーマ題目4】火薬類等の高エネルギー物質の保安技術に関する研究

【研究代表者】飯田 光明 (研究コア代表)

【研究担当者】飯田 光明、松永 猛裕、薄葉 州、秋吉 美也子、岡田 賢、佐藤 嘉彦、藤原 英夫、中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、黒田 英司、石川 弘毅、

緒方 雄二、和田 有司、椎名 拓海、久保田 士郎、佐分利 禎、加藤 勝美、今村 友彦、堀口 貞茲、茂木 俊夫、江渕 輝雄、大屋 正明  
(常勤職員11名、他12名)

#### 【研究内容】

火薬類等高エネルギー物質が関与する災害を防止するために広範囲の研究を行った。主な研究テーマは以下の通りである。この他に液体ロケット燃料の安全性評価、次世代自動車燃料の安全基準の作成、化学プロセスにおける爆発危険性評価等を行った。

##### 1) 発熱分解エネルギー測定に関する標準化

化学物質が火薬類に該当するか否かの判定は、国際的には国連が勧告する試験法 (TDG/GHS) の火薬類試験シリーズで決定される。この試験シリーズは項目が多く、多くの試料を必要とするため、この試験を行う必要があるかを化学物質の発熱分解エネルギーを求めて判断することになっている。しかし、国連勧告では発熱分解エネルギーの閾値に関する記載はあるが、詳細な試験条件が記載されていない。本事業は、爆発性が懸念される個々の化学物質について、少量の試料で発熱分解エネルギーの適正な評価が行えるような評価システムの構築をめざすもので、平成19年度からの継続事業である。

平成20年度は、昨年に引き続き、国連勧告で発熱分解エネルギーの求め方として推奨される測定法である、示差走査型熱量計 (DSC) および断熱熱量計を用い、火薬類を除いた過酸化物、ニトロ化合物、アゾ化合物など、構造的に特徴的な30種類のモデル化学物質を選択して評価をすすめた。また、国内において従来、火薬類の感度試験として実施されてきた通産省式鉄管試験について、国連勧告試験 (火薬類試験シリーズ) と比較しながら改良を加え、数種類のモデル化合物について爆発性試験を実施した。国連勧告試験と比較して、大まかには傾向が一致した。引き続き、実験で得られた発熱分解エネルギー値と爆発性との関連付けを進める。

##### 2) 再処理工程におけるエネルギー物質の爆発安全性評価研究

本研究では、①爆発影響データの取得・データベース化、と②反応機構評価システムの開発を行った。①では、硝酸ヒドラジン (HN) と抱水ヒドラジン (HH) 混合物 (HN/HH=75/25、重量%) の衝撃起爆実験を行い、低速爆轟現象に関するデータを取得した。また、②では、昨年度までに開発したレーザー誘起衝撃圧縮実験装置を用いた時間分解型ラマン分光装置の改良・高精度化を行った。改良後の装置で有機液体物質の四塩化炭素を試料に用いた実験を行ったところ、圧縮領域の温度は6ナノ秒以内に定常状態に達し、振動温度は十分緩和している可能性を示唆するデータ

が得られた。

### 3) 爆発安全対策技術構築のための高精度・高性能数値解析システム

当研究グループで開発した流体解析コードへ硝安系高エネルギー物質について材料データベースと反応則ルーチンを導入し、ANFO 爆薬の非理想爆轟現象を数値解析的に検討した。数値解析と実験とを比較した結果、爆轟速度の薬径効果依存性について定性的な一致が見られた。また、流体解析コードと構造解析コードを連成した流体-構造連成解析手法の精度向上を目指し、新規連成アルゴリズムについて検討した。当研究グループで実施した鋼管内部爆発実験をベンチマークテストとして取り上げ、数値解析結果と比較検討した。さらに地形を考慮した2次元・3次元の発破振動解析を実施し、地質条件が発破振動に及ぼす影響を検討した。

### 4) 爆発影響低減化の技術基準作成

火薬類の製造・貯蔵施設の構造等に関する爆発影響低減化の技術基準作成に資する資料及び基礎的特性の資料を取得することを目的として、今年度は、①地下式火薬庫の構造、②煙火火薬庫に使用される防爆壁の補強改良技術の検討及び③製造施設の爆発飛散物の影響に関する実験を行い評価した。①では昨年度よりスケールが大きな規模での実験を目的に、実規模の1/8と1/6のモデルの爆発実験を行い、爆風圧、地盤振動、爆発破片の飛散等に関するデータを収集した。②では実規模の2/5スケールの従来型防爆壁を挟んで補強土（土塁）を設置し、その近傍で含水爆薬86 kg を爆発させて、発生する爆風圧、爆発破片の飛散状況に関するデータを収集した。③では、モデル破片として金属円板を用い、その直径に対する厚さの比、及び金属円板と爆薬の間隔を変化させ、モデル破片の飛翔速度を計測・評価した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 火薬類、安全性評価、自己反応性物質、基準認証、リン酸トリブチル、水素、ジメチルエーテル、可燃性混合気、火薬庫、核燃料再処理施設、爆轟、爆燃、爆発、衝撃、衝撃波、爆風圧、ギャップ試験、殉爆、衝撃起爆感度、野外実験、火炎伝播、スケール効果、可視化、テロ対策、行政ニーズ、国際化

#### 【テーマ題目5】 高エネルギー物質の安全利用及び産業保安に関する研究

【研究代表者】 緒方 雄二

(爆発利用・産業保安研究グループ)

【研究担当者】 緒方 雄二、和田 有司、椎名 拓海、久保田 士郎、今村 友彦、佐分利 禎、茂木 俊夫、加藤 勝美、堀口 貞茲、

江渕 輝雄、阿部 祥子、阿部 則子、内村 沙希、内田 恵子、伊藤 俊介  
(常勤職員5名、他10名)

#### 【研究内容】

(研究目的) 火薬類に代表される高エネルギー物質反応機構の解明、新規かつ安全な高エネルギー物質の制御方法、高エネルギー物質の安全な有効利用等に関する基盤的な研究を実施するとともに、次世代可燃性ガスであるDME および水素の安全利用技術に関する研究を実施した。また、産業保安技術の向上のために、災害事例 DB システムの外部への提供方法を検討し、事故・トラブルの根本原因の分析手法を確立して、教訓学習などを含めた技術伝承システムの構築を行った。

(研究概要) 火薬類の利用技術に関する研究では、防爆壁および地下式火薬の野外実験を実施し、ひずみ、地盤振動および飛散物の分布と計測することで安全性を検証し、防爆壁の補強技術の指針を示した。また、火薬類の非理想爆轟現象に関する室内実験と数値シミュレーションから爆轟モデルを構築に、不完全爆轟による破壊現象に利用する手法を検討した。

可燃性ガスに安全性に関する研究では、次世代可燃性ガスとして普及を検討している DME スタンドの安全性に関する研究を実施し、DME の漏洩拡散解析を実施した。また、水素の安全性に関する研究では、70 MPa 対応の水素ステーションの安全性に関する調査と数値シミュレーション技術の比較検討を実施した。さらに、可燃性ガスの爆発影響を検討するために、密閉空間での爆発実験を実施し、コンクリート板の破壊状況等を観察し、ガス爆発によるコンクリート板の破壊パターンを明らかにした。

産業保安技術の向上のための研究では、災害事例のデータベースを拡充し、事故事例解析を実施することで事故進展フローを作製し、事故防止技術を検討した。また、原子力発電施設への E-ラーニングシステムを導入するために現地調査およびシステムの基本設計・構築を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 爆発利用、産業保安、安全、可燃性ガス、高圧ガス

#### 【テーマ題目6】 地域への LCA 思考の適用に関する研究

【研究代表者】 玄地 裕 (社会と LCA 研究グループ)

【研究担当者】 玄地 裕、田原 聖隆、本下 晶晴、井原 智彦、河尻 耕太郎、李 一石、菱沼 竜男、田畑 智博  
(常勤職員5名、他3名)

#### 【研究内容】

ライフサイクルアセスメント (Life Cycle Assessment : LCA) は、製品やサービスの環境への影響を評価する

手法である。対象とする製品やサービスを産み出す資源の採掘から素材の製造・生産だけでなく、製品やサービスの使用・廃棄段階まで、ライフサイクル全体を考慮し、資源消費量や排出物量を求め、その環境への影響を統合的に評価することである。持続的発展可能な社会を目指すためには、LCA の手法を用いて社会を構成する企業、国・自治体、並びに消費者などが相互の関係を考慮しながら自らの活動の環境への影響を評価することが必要となってくる。本研究は、旧ライフサイクルアセスメント研究センターで行ってきた「ライフサイクル思考を適用した環境配慮型地域施策の評価設計に関する研究」で開発を行ってきた地方自治体が自主的に実施可能なライフサイクル思考を適用した環境配慮型地域施策設計評価手法を用いて、都市規模や有効利用可能な地域再生エネルギーの違いを考慮した、環境配慮型の都市や地域に向けた具体策のシステム化提案を目指す。地域の環境マネジメントの中心的な役割を担う地方自治体で、環境と便益を考慮した地域施策が普及して、環境影響が低減することが、本研究のアウトカムとなる。

平成20年度は、千葉県のごみ資源の有効利用策の一つとして食品廃棄物を原料とした飼料化システムに関するインベントリ分析を実施して食品廃棄物の焼却処理や堆肥化処理と温室効果ガス排出量を比較した。また、食品廃棄物を利用した堆肥および飼料から生産された農畜産物に対する消費者の付加価値について、表明選好法のコンジョイント分析を用いた分析を行い、消費者に廃棄物有効利用策が受け入れられる可能性について検討した。

飼料化でも特徴的なリキッド飼料化と高温乾燥飼料化の技術インベントリを整備して分析を行った結果、高温乾燥飼料化は、電力による乾燥方式のため消費電力量が大きく単位処理量当たりの GHG 排出量が堆肥化や焼却処理よりも多いこと、リキッド飼料化での GHG 排出量は堆肥化、焼却処理に比して小さいことが定量的に示された。また、堆肥化処理では燃料資材の消費に伴う GHG 排出量は少ないが堆肥化で発生する CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の影響が大きいことが示唆された。

コンジョイント分析から、畜産物（豚肉）について「再生飼料の材料」に対する効用は材料によらず全てプラスとなり、消費者が再生飼料を利用した豚肉に対して付加価値を感じていた。また、余剰食品や家庭系調理残さなど消費者が内容を把握しやすい食品廃棄物に対する効用が他の材料よりも高かったこと、食品製造副産物が有意とならなかったことから、消費者が飼料材料について十分な情報開示を求めていることが示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

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

### 3) 研究ラボ

#### ①【メタンハイドレート研究ラボ】

(Methane Hydrate Research Laboratory)

(存続期間：2005. 4. 1～2009. 3. 31)

研究ラボ長：成田 英夫  
副研究ラボ長：海老沼 孝郎  
主幹研究員：山口 勉

所在地：北海道センター、つくば西

人員：13名（13名）

経費：712,437千円（62,894千円）

#### 概要：

メタンハイドレート研究ラボは、天然ガスの役割が増大するエネルギー社会の到来をわが国の中期的未来の姿としてとらえ、その長期的安定確保、自給率の向上ならびに輸送・貯蔵等技術の省エネルギー化の実現に向けた研究技術開発を行うことによって持続的経済社会の発展に貢献することを目的としている。

このため、わが国周辺海域を始め世界各地に賦存するメタンハイドレート資源から天然ガスを安定かつ経済的に採取する生産技術の研究開発（生産手法開発に関する研究開発）及びガスハイドレートの物理的特性を活用した革新的な省エネ技術の開発（機能活用技術）を推進している。また、産総研の第二期中期計画の中心軸であるイノベーションバブ機能として、両技術開発分野における産業界及び大学との相乗的連携の中核的役割を果たすことにより、新産業の創出と係る研究開発分野を担う人材の育成を目指している。

重点課題として、メタンハイドレート資源の生産手法に関する研究開発およびガスハイドレート機能活用技術の開発を設定している。前者においては、①メタンハイドレート堆積層の物性・動特性解析技術の開発と②メタンハイドレート堆積層の生産モデル解析技術の開発に大別し、相互の連携を図りつつ実施しており、今年度は、プロジェクト第1フェーズの終了にあたり、各研究課題の成果のとりまとめに重点を置いた。

①においては、メタンハイドレート貯留層の基礎物性について統一的な評価を行い、熱伝導率、比熱、浸透率、強度など生産手法開発において重要なパラメータの定式化を行い、貯留層モデルを構築する。また、基礎試錐コアの層解析データと力学特性の関係をまとめるほか、生産時の坑井内トラブル、生産障害を抑制するため、出砂メカニズム、細粒砂移動メカニズム、細粒砂含有量と浸透性の関係について解析する。また、それらの障害に対する対策技術を開発する。また、南海トラフ海域のメタンハイドレート貯留層の挙動予測シミュレーション、カナダの永久凍土地帯で実施した第2回陸上産出試験の総合評価を行い、減圧法の生産

手法としての検証と生産性予測技術の精度を評価する。さらに、坑井の健全性を評価するため、生産に伴う坑井周辺地盤の力学特性・応力を解析する。

②では、メタンハイドレート貯留層の圧密変形・強度特性の変化等を扱うことが可能な圧密特性評価モジュールの開発、圧密挙動を反映する浸透率評価モジュールの開発を行い、生産時の地層挙動を記述可能なものとする。圧密特性評価モジュールの開発では、傾斜層や不均質層における生産挙動を表現可能な構成モデルを開発する。また、これまでに開発された各種計算モジュール群を組み込んだ既存シミュレータ(FEHM)を用いて陸上産出試験第2冬試験のヒストリーマッチングを実施し、各種計算モジュールのフィールドスケールに対する適用性について確認を行う。①、②の研究開発にあたっては、成果の技術移転と導入促進を加速するため、産業界および大学との連携を推進しつつ実施する。

ガスハイドレートの物理的特性を活用した機能活用技術においては、天然ガスの省エネルギー輸送・貯蔵プロセスを開発するため、NGHペレットの生成技術向上に関する研究、NGH輸送船の実用化のための要素研究、ガスハイドレートの特異的性質である自己保存効果について実験室的に解析・評価を行い、ガスハイドレート分解抑制機構の原理的解明を図る。また、「コールベッドメタンのハイドレート化技術」について検討する。「水素ハイドレート」については、成果を取りまとめる。「低温・低圧下のハイドレート生成」の研究においては、超音波霧化法を用いた低温・低圧下のハイドレート生成効率向上の研究を実施する。機能活用技術について、工業化に関心の高い企業と大学を結集した「ガスハイドレート産業創出イノベーション」を運営し、研究開発成果を産業界に移転し工業化を促進する。

研究ユニットのアウトカムとしては、中長期的には企業との連携によるメタンハイドレート資源からの天然ガス生産技術の確立を通じた当該資源の商業的生産の実現であり、短期的にはガスハイドレートの機能を活用した新たな天然ガス輸送プロセスなどの省エネルギー技術を企業に移転し、新産業を創生することにある。これらの研究開発活動を通じ、遠い将来にわたり人類が安心・安全で快適な生活を営むことのできる社会の実現に貢献する。

外部資金:

経済産業省「平成20年度メタンハイドレート開発促進事業(生産手法開発に関する研究開発)」

発表: 誌上発表37件、口頭発表53件、その他1件

## [テーマ題目1] メタンハイドレート資源の生産手法開発に関する研究開発

[研究代表者] 成田 英夫

(メタンハイドレート研究ラボ)

[研究担当者] 成田 英夫、海老沼 孝郎、山口 勉、羽田 博憲、皆川 秀紀、山本 佳孝、長尾 二郎、鈴木 清史、大山 裕之、川村 太郎、宮崎 晋行、香月 大輔、神 裕介、坂本 靖英(兼務)、駒井 武(兼務)、天満 則夫(兼務)、緒方 雄二、清野 文雄、小笠原 啓一(常勤職員19名、他31名)

### [研究内容]

メタンハイドレート資源を孔隙に含む堆積層から、その地層特性に応じた有効な天然ガス生産手法を開発するため、当該堆積層の貯留層特性を評価すると共に、外部企業と連携し、生産性・生産挙動予測のための生産シミュレータを開発する。今年度は、プロジェクト第1フェーズの終了にあたり、各研究課題の成果のとりまとめを行なった。

#### ① メタンハイドレート堆積層の物性・動特性解析

基礎試錐コアと模擬コアを用いた貯留層特性の解釈作業をまとめて、砂層、泥層及び砂泥互層状態の貯留層の基礎物性について統一的な評価を行った。砂泥互層の熱伝導率については、直列・並列モデルを用いて推算可能であることを明らかにした。浸透率については、砂泥互層の孔隙率、孔隙径分布、粒度分布、メタンハイドレート飽和率等を因子とするモデルを構築した。メタンハイドレートの分解に伴う地層の圧密については、細粒分、孔隙率の影響を評価し、圧縮特性をモデル化した。また、強度試験を実施して、砂泥界面の強度が泥層より若干強く砂層の最大値より小さいことなどを明らかにした。基礎試錐コアの600データを整理し、ハイドレートの含有がタービダイト下位側の粗粒な部分に多いことを統計的に明らかにした。また、砂層の孔隙率の最頻値は、土被り圧補正をしない場合には0.45~0.50の範囲にあることを示した。

砂泥互層である貯留層に対し、減圧法を主体とした生産手法を適用した場合に想定される諸現象を総合的に評価した。出砂現象については、砂粒径の5倍程度の目開きのメッシュを有するスクリーンでも出砂を抑制できること、出砂量は内部の摩擦力、水の流速による力及び骨格構造に加わっている応力により決まることを明らかにした。坑井周りにおける細粒砂の堆積と浸透率への影響評価については、孔隙内細粒砂の蓄積割合と孔隙径の減少割合から浸透率変化式を導出するとともに、生産障害対策法である超音波照射による細粒砂移動メカニズムの解析を行なった。減圧に伴う孔隙水の凍結とメタンハイドレート再生成のモデル化について、孔隙内氷生成速度はメタンハイドレート分解

時の孔隙内の過冷却度と相関があることを明らかにして、その速度定数を決定した。メタンハイドレート堆積層力学特性の構成式の総合評価を行ない、これまでに構築した構成モデルをメタンハイドレート飽和度の増分系に高度化することにより実現に近い数値モデルを構築することが可能となった。

既提案手法及び併用法の生産性評価に関しては、模擬コア試料を用いた減圧+インヒビタ圧入併用法によるメタンハイドレート分解試験を行い、減圧度が小さい方が併用法の優位性が顕著となることが明らかにした。熱併給発電設備と放射状複数水平坑井群の組合せによる生産システムの開発については、想定した発電燃料を賄うメタンハイドレート堆積層からのガス生産を、ガスタービン発電装置の排熱によって十分賄い得ることを示した。減圧法の総合評価については、3種類の貯留層を対象として減圧法を適用した場合の生産挙動を評価し、いずれにおいても単純な減圧法を適用することによってガス生産量が期待できることを示すとともに、ガス生産性に影響を与える貯留層特性を明らかにした。また、南海トラフ海域のメタンハイドレート貯留層の挙動予測シミュレーション、カナダの永久凍土地帯で実施した第2回陸上産出試験の総合評価を行った。坑井周りの地層力学特性・応力評価については、これまでに開発した圧密挙動評価モジュールを用いて、生産に伴う坑井周辺地盤の力学特性・応力評価を実施した。また、メタンハイドレート開発関連特許・動向の調査を行い、韓国、インド、中国、米国における研究プロジェクトの動向を把握した。

## ② メタンハイドレート堆積層の生産モデル解析

圧密挙動を考慮した浸透率評価モジュールの高精度化やメタンハイドレート貯留層の圧密変形・強度特性の変化等を扱うことが可能な圧密挙動評価モジュール等の開発を進め、各計算モジュールについて既存シミュレータを使用して、その妥当性を検証・評価した。

浸透率特性評価モジュールの開発では、圧密評価計算モジュールと浸透率評価計算モジュールの連成を行い、減圧法による生産時の生産挙動予測技術の高精度化を図った。まず、室内圧密・浸透連成試験のシミュレーションを実施して、実験データをよく再現するような計算モジュールのパラメータの最適化を行った。さらに、海洋産出試験の候補区域として有望と見なされた3つのサイトについて、減圧法を対象として主に相対浸透率をパラメータとして変化させた感度解析を実施し、メタンハイドレートの分解やガス・水産出挙動に及ぼす影響について定量的に評価した。

圧密特性評価モジュールの開発では、傾斜層の生産における圧密変形や基礎試錐コア性状を反映した圧密変形現象を考慮できるように、力学モデルとして新たに弾塑性モデルや修正コンプライアンス可変型モデルを導入した。また、メタンハイドレート飽和率の不

質性の影響やモジュール検証のためメタンハイドレート層の構成則およびメタンハイドレート飽和率分布の不均質性が圧密沈下量に及ぼす影響を検討した。その結果、線形モデルとコンプライアンスモデルにより得られた沈下量はほぼ同じであるが、弾塑性モデルを用いた場合の沈下量は若干大きいことが明らかになった。さらに、現場のメタンハイドレート飽和率や孔隙率等の物性値を用いたモデル計算を行い、坑井周辺の地盤沈下量等の評価を行った。

これまでに開発された各種計算モジュール群を組み込んだ既存シミュレータ (FEHM) を用いて陸上産出試験第2冬試験のヒストリーマッチングを実施し、現地でのガス生産量と整合する結果を得るとともに各種計算モジュールがフィールドスケールに対して適切に動作することを確認した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] メタンハイドレート、貯留層特性、生産シミュレータ、エネルギー効率、天然ガス、生産技術、原位置計測技術、熱特性、力学特性、圧密特性、相対浸透率、産出試験

## [テーマ題目2] ガスハイドレート機能活用技術の開発

[研究代表者] 成田 英夫

(メタンハイドレート研究ラボ)

[研究担当者] 成田 英夫、海老沼 孝郎、山口 勉、天満 則夫、羽田 博憲、皆川 秀紀、山本 佳孝、長尾 二郎、

(常勤職員8名、他1名)

## [研究内容]

「ハイドレート利用冷凍システム」の研究においては、 $\text{CH}_4/\text{THF}$  系、及び  $\text{CO}_2/\text{THF}$  系クラスレートハイドレートの相平衡条件、分解熱、ケージ占有率などのシステム設計に必要な基礎データを蓄積した。また本研究の発展として  $\text{C}_3\text{H}_8/\text{THF}$  ハイドレートの相平衡実験・ケージ占有率に関する基礎データを取得した。「コールベッドメタンのハイドレート化技術」については、現場より採取したコールベッドメタン随伴水とメタンガスを用いてハイドレート化の実証実験を実施し、不純物の濃縮・希釈、及び相平衡データなどを取得し、特許を申請した。「水素ハイドレート」については、より高分解可能なラムデータを取得し、国際学会発表、プロシーディングスなどで公表した。「NGH (天然ガスハイドレート) 輸送・貯蔵技術」の要素研究として、NGH 輸送実用化のため、高圧力下での NGH ペレット飽和率向上・高密度化及びそのメカニズムの研究を行った。また、NGH 海上輸送実用化のための要素研究として、ペレット貨物のローディング・アンローディング機構、ペレット貨物の貯蔵安定性等について検討した。「低温・低圧下のハイドレート生成」の研究においては、発電プラン

トより生成する炭酸ガスの効率的回収のため、受託研究において試作した超音波霧化法による低温・低圧下のハイドレート生成ベンチスケール装置を用いて、低温・低圧力下での CO<sub>2</sub>ハイドレート生成実験を行った。その結果、-20℃、0.7MPa で炭酸ガスハイドレートの生成を確認した。「混合ガスハイドレートの分解挙動に関する研究」においては、NGH 輸送・貯蔵技術の実用化促進のため、ガスハイドレート試料の分解過程を光学顕微鏡で観察し、分解時の表面変化と分解ガス量との関係を実験的に検証することから、自己保存効果の発現がハイドレートの分解に伴う生成水量（ハイドレート分解速度）と密接に関係することを明らかにするなど、その安定性と自己保存性について評価を実施した。また、企業と共同で「天然ガスハイドレートの成型方法と安定性に関する研究」を実施し、液化天然ガス組成ガスハイドレートの分解に伴う氷膜形成条件を、ハイドレート生成・貯蔵実プロセスに適用した場合の最適減圧温度条件について検討を行った。さらに天然ガスの輸送・貯蔵技術の工業化を加速するため、工業化に対し高い関心を持つ企業・大学と組織した「ガスハイドレート産業創出イノベーション」において、ガスハイドレート研究機関・研究者情報の整備を行うとともに情報交換のための幹事会などを開催し、本分野での中核的役割を果たした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】天然ガス輸送、天然ガス貯蔵、水素貯蔵、自己保存効果、炭酸ガス分離、冷凍システム、コールベッドメタン

## ②【器官発生工学研究ラボ】

(Organ Development Research Laboratory)

(存続期間：2006. 4. 1～2010. 3. 31)

研究ラボ長：浅島 誠

所在地：つくば中央第4

人員：5名 (5名)

浅島 誠、栗崎 晃、伊藤 弓弦、  
山岸 正裕、桑原 知子、三輪田 恭子  
中島 由郎、秋月 さおり、渡邊 加奈子、  
石嶺 久子

経費：95,009千円 (69,481千円)

概要：

臓器の恒常性は、臓器形成素過程の絶え間ない繰返しにより維持されている。癌や生活習慣病などの慢性臓器疾患は、各臓器の形成素過程に関わる臓器特異的幹細胞の正常な増殖・分化プロセスからの逸脱に起因するものと考えられる。我々は発生システムの階層構造の理論的理解を深めるために、臓器形成 (Organogenesis) の制御に関わるゲノム・プロテオ

ームの挙動を統合的に解析するオーガノミクス (Organomics) という新しい研究概念を提唱し、新しい発生学の展開を目指している。本プロジェクトでは、オーガノミクスという革新的研究手法を駆使して臓器形成を制御するメカニズムを体系化し、新しい発生学研究領域を開拓するとともに、臓器・器官形成系をより高品質化することによって再生医療への応用を図る。更に、臓器ロードマップ作成によって得られた知見を元に、癌や生活習慣病などの新しい予防法と治療法の創成を目指す。具体的には、以下の3つの大きなテーマで研究開発を進める。

- ① マイクロアレイ解析及びプロテオミクス解析などを行うことにより、マウス、あるいはツメガエルの未分化細胞を用いて心臓、脾臓、血管、消化管、目や耳、脳などの神経器官の誘導・分化に関する遺伝子・因子を同定した上で、必要ならば個々の遺伝子の機能解析を行い、得られた情報を集積することにより、それぞれの器官・臓器について分化ロードマップを作成するとともに、疾患臓器のプロファイルと比較することによって臓器別疾患発病因子を検索し、疾患の早期発見、予防方法を考案する。さらに、3D クリノスタットを用いて微小重力条件下での臓器培養法の確立も試みている。また、疾患モデルマウスを利用して試験管内で形成した臓器の移植などを行い、疾病改善、治療の応用へと発展させる。
- ② 幹細胞の未分化性維持の分子機構に関する解析を行う。①で得られた研究結果を具体的に医療応用に結びつけるためには、患者本人の幹細胞を臓器再生に用いることが求められるからである。具体的には、プロテオミクス解析やマイクロアレイ解析によって未分化状態特異的に発現する制御因子を検索すると共に、細胞表面膜タンパク質についても解析を行い、幹細胞を未分化に保つ候補因子を同定し幹細胞の未分化性維持機構を解明すると共に、分化細胞の幹細胞化の促進を試みる。また、分化能の高い幹細胞を選別するのに有効な細胞表面マーカーの検索も行い、良質の幹細胞の調製を容易にし、誘導臓器の再生医療への応用を図る。
- ③ 間葉系幹細胞を幹細胞のソースとして効率的に用いるために、特定の臓器・組織への高い分化能を持つ細胞集団を評価・選別可能な細胞表面マーカーの検討を行う。本研究は NEDO 受託研究 (間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究) として行う。

-----  
外部資金：

○独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構受託研究費 (間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究)

「基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡

し促進技術開発／間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究」

○共同研究費

「マウス ES 細胞を用いた膵β細胞分化の基盤的研究」

○共同研究費

「モデル生物を用いたタンパク質分離チップ性能評価に関する研究」

○共同研究費

「肺がん、食道がんの早期診断マーカーの発見とその診断方法の開発」

○財団法人ライフサイエンス振興財団研究助成金

「クロマチン制御因子による幹細胞制御機構の解明と迅速幹細胞化への応用」

○科研費補助金（基盤 C）

「クロマチン因子による幹細胞の制御と安全高効率幹細胞化への応用」

○科研費補助金（萌芽）

「ノンコーディング RNA を介した神経新生の分子制御機構の解明」

○財団法人医科学応用研究財団研究助成金

「糖尿病を改善するα細胞産生物質の同定と成体幹細胞からのβ細胞新生に与える影響」

発 表：誌上発表12件、口頭発表8件、その他1件

【テーマ題目1】臓器ロードマップを構成する新規分子の探索と機能解析

【研究代表者】 浅島 誠（研究ラボ長）

【研究担当者】 伊藤弓弦、山岸 正裕、三輪田 恭子、中島由郎、秋月 さおり（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

「カエル及びマウスの未分化細胞を用いた各種臓器誘導系」と「マイクロアレイやプロテオミクスの技術」を組み合わせることにより、心臓・膵臓・腎臓・神経・感覚器など様々な臓器・器官への分化に関わる遺伝子を網羅的に同定・検証することで、臓器別ロードマップ、すなわち、未分化細胞からどの時期にどの遺伝子が発現することによって臓器の分化が達成されるか、その道筋が全て記述されたロードマップを構築する。

また、作製されたロードマップ上の遺伝子が特定臓器疾患と関連するかどうかについてパイオインフォマティクスの手法を用い、ロードマップ上のどのような遺伝子が臓器特異的疾患マーカーとして利用可能かを探索する。さらに、データベース上で疾患との関連が示唆されたものについては実際に遺伝子・タンパクレベルで検証し、新しい疾患予防法への応用を図る。平成20年度は、特に興味深い知見が数多く明らかになってきた心血管系に関する解析を深めると共に、膵臓、腎臓、脳・神経系の分化に関わる遺伝子の同定・検証を継続することにより、

可能な限り臓器発生ロードマップの構築を進める。

① 心血管系の臓器分化ロードマップ作成

カエルを利用した心臓形成のモデル実験系を活用し、引き続き新規心臓形成関連遺伝子の解析を続けている。現在の所、(1) XHAPLN3、Xhas2、Xversican が、心臓原基周辺にヒアルロン酸マトリクスを維持することが、心臓原基形成時にとって必要なメカニズムであることも示すことが出来、あわせて論文に公表した (Ito et al., 2008)、現在はヒアルロン酸マトリクスによって心臓原基に発現誘導される因子を多数同定している。特に MA41、MA62は新規の心臓形成関連因子として、機能解析を進めつつある。(2) 新規細胞接着関連因子 Xclaudin5も、その機能阻害実験を行うと心臓が欠失するという知見が得られ、その作用が心臓、循環器系形成にとって必要であることを明らかにした。(3) 心臓原基誘導開始時点 (XHAPLN3の発現を制御する時期に相当、つまり最初の一手) に発現上昇、低下する遺伝子の網羅的スクリーニング、以上3点を柱に研究を進めている。特に(1)、(3)を遂行するにあたって、既に新規の心臓領域に発現する遺伝子ばかりでなく、その周辺にある肝臓・血管・造血組織に発現する新規遺伝子も多数見つかってきている。肝臓・血管・造血組織は先行研究により心臓形成との深い関連が示唆はされていたが、その実体に関しては不明な点が多かった。よって今後は、心臓形成をより生体内での現象に近い形で理解できるようになる事が期待される。また同時に、肝臓・血管・血球のロードマップ作成も進むことが期待される。また、それぞれの研究成果を、哺乳類の ES もしくは iPS 細胞を用いた心筋誘導系に応用していくことも視野に入れている。

② 膵臓・腎臓の臓器分化ロードマップ作成

膵臓に関しては、昨年までに開発した「マウス ES 細胞から胚様体を形成後、アクチビンと高濃度もしくは低濃度のレチノイン酸で処理する」という膵臓α細胞もしくはβ細胞誘導系を、さらに高精度なものにすることを試みた。その上で新規膵臓分化特異的遺伝子を、マイクロアレイを用いて探索する予定である。

腎臓に関しては、ツメガエルの遠位尿細管由来の細胞株 (A6細胞) を用いて微小重力条件下での培養法の確立を試みている。これまで、3次元的な構造を作り上げる際の重力の影響は報告されつつも制御できていなかった。そこで、地上での3D クリノスタットを用いての模擬実験、JAXA、NASA の協力の下、国際宇宙ステーションでの培養実験を通じて、その基盤技術の開発を行っている。

③ 脳・神経系の分化ロードマップ作成

主にツメガエルの系を用い、脳・神経の分化に関わる遺伝子の網羅的な単離を行い、ロードマップ作成を継続している。特に本年度は、すでにくつか同定した新規因子の脳・神経系分化への関与をさらに詳細に



解析している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】初期発生、器官形成、再生医療

#### 【テーマ題目2】未分化細胞の維持と分化のメカニズム 解明

【研究代表者】浅島 誠（研究ラボ長）

【研究担当者】栗崎 晃、桑原 知子、石嶺 久子、  
渡邊 加奈子（常勤職員2名、他2名）

#### 【研究内容】

臓器ロードマップ作成の次の展開には、臓器再生が挙げられる。その際問題となるのは、実際に医療に应用可能な幹細胞の調製である。一昨年11月、マウスの幹細胞化法を応用することでヒト iPS 細胞の樹立が可能であることが示されたが、幹細胞化にウイルスなどを使用すること、その樹立効率の低いこと、樹立された iPS 細胞のクオリティがばらつく点、さらには実際の実用化にはまだいくつもの解決すべき問題が残されている。その観点から考えると、組織性幹細胞を効率的に調製し必要な組織に分化させて医療に用いる方が安全面からは現実的であるとの見方もある。いずれの場合でも、幹細胞の未分化性制御技術や効率のよい幹細胞調製技術が非常に重要となる。特に組織からの幹細胞の調製や iPS 化された細胞の選別には、幹細胞のよいマーカーの同定が必要である。本研究課題では、幹細胞特異的に発現するマーカー検索と、幹細胞の未分化性を制御する新規遺伝子の探索、及びその機能解析を進める。具体的には、マウス ES 細胞のプロテオミクス解析により同定した幹細胞特異的に発現するクロマチン制御因子について、安定発現マウス ES 細胞株を樹立しその幹細胞制御活性を詳細に解析し作用機序を明らかにする。また、細胞表面膜タンパク質を特異的に精製し濃縮した膜タンパク質についても解析を行い、未分化制御活性をもつ細胞膜タンパク質候補因子や新たな幹細胞表面マーカーを同定していく。

これまでの解析から、プロテオミクス解析により同定した幹細胞特異的に発現する2つのクロマチン制御因子について、幹細胞の未分化状態維持促進活性があることを見出している（特許申請済）。第1の因子についてはそのリン酸化により活性が制御されており、リン酸化特異的抗体で免疫蛍光染色したところ活性化クロマチンに局在していることが確認され、多くの未分化マーカーの発現を誘導することをリアルタイム RT-PCR で確認した。この因子はマウス初期胚の着床前の内部細胞塊で特異的にリン酸化されており、本因子をノックダウンするとマウス ES 細胞は LIF 存在下でも分化してしまうなど、未分化状態の維持に必須であることが示された（論文投稿中）。また、第2の因子として高度に精製したクロマチン画分のプロテオミクス解析から、未分化維持活性のある因子を同定した。この因子は体細胞の iPS 化を促進する活性を持っていることを見出しており、現在その作

用機構について解析を行っている。細胞表面膜タンパク質についても、効率的に定量比較できるデファレンシャルプロテオミクス解析法を確立し（Intoh ら Biomed. Chrom. 2009）、数十個の新規幹細胞表面タンパク質を同定し、主なものについてウエスタンブロットイングや免疫蛍光染色により検証を行った（Intoh ら Proteomics 2009）。これらはヒト（患者）の体細胞から幹細胞を樹立するときの重要な表面マーカー候補となるだけでなく、分化誘導後の未分化な幹細胞の混入による癌化を防止するための表面マーカーの重要な候補となりうる因子群といえる。また、心筋に分化しやすい幹細胞の表面マーカーについても検索を行っており、有望なマーカーの候補を得ている（特許出願済）。

更に組織幹細胞については、ラット成体膵臓組織から膵臓幹細胞を樹立し、その培養系を確立することで、 $\alpha$  細胞、 $\beta$  細胞、 $\delta$  細胞、 $\gamma$  細胞への *in vivo*、*in vitro* 制御機構の解析を進めている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】幹細胞、器官形成、再生医療

#### 【テーマ題目3】間葉系幹細胞からの心筋組織誘導のためのマーカー分子探索

#### 【研究内容】

ヒト組織には、骨髄由来の造血幹細胞や間葉系幹細胞、脂肪組織由来の幹細胞など、様々な組織に組織幹細胞が存在する。しかしながら、これら組織から取り出した幹細胞を含む集団は種々雑多な細胞が混在する不均一な細胞集団であり、幹細胞を用いた再生医療を効果的かつ安全に遂行するためには、細胞品質を検証する重要性が指摘されている。現在間葉系幹細胞として用いられている接着性の細胞集団の中には、分化能が異なる様々な幹細胞・前駆細胞が含まれると考えられており、個々の治療に適した細胞種の選択を可能とする評価技術が望まれている。このような幹細胞集団の細胞品質を検証するひとつの方法として細胞表面マーカーの使用が考えられている。特定の組織への分化能が高い幹細胞の規定に利用できる細胞表面マーカーがあれば、それを利用して様々なロットの間葉系幹細胞の細胞品質を評価することができる。例えば、心再生に適した間葉系幹細胞、肝細胞分化能の高い間葉系幹細胞、膵 $\beta$ 細胞への分化能が高い間葉系幹細胞など、移植部位に適した均一な間葉系幹細胞集団かどうかを適切に評価することができれば、幹細胞治療効果を最大限に引き出し、安定した治療結果へと結びつけることが可能になる。

そこで、心再生に関連する幹細胞や前駆細胞を規定できる細胞表面マーカーを利用してヒト間葉系幹細胞の分化能を評価する方法の有効性を検証する。最近、我々は ES 細胞を用いた心筋分化法を開発し、その分化過程で細胞表面マーカーを利用して心筋特異的に分化する幹細胞や前駆細胞を選別する方法を見出した。このマーカー

タンパク質を間葉系幹細胞に応用し、心再生に適した評価技術の開発研究を検討中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】幹細胞、再生医療

### ③【創薬シーズ探索研究ラボ】

(Drug-Seeds Discovery Research Laboratory)

(存続期間：2006. 4. 1～2009. 3. 31)

研究ラボ長：西村 紳一郎

所在地：北海道センター

人員：1名 (1名)

経費：44,875千円 (20,225千円)

概要：

#### 1. 研究目的

生命科学分野における基礎研究の成果が広く国民に理解、認知されるためには、疾患の早期発見技術や予防薬・診断薬・治療薬等の医薬品開発を中心とした具体的な出口との関係とそれらによって誘導される大きな経済的・社会的波及効果等を見据えた「基礎から応用・実用化までの一体型本格研究」の実現が不可欠である。

本研究ラボでは創薬研究を支援・加速する資源として化合物ベースでの研究を進め、独創的な化合物ライブラリと革新的な医薬品候補化合物の合成法や探索技術の開発を二本の重要な柱とした「化学とバイオ両分野の第1種基礎研究・第2種基礎研究の異なるポテンシャルを融合した本格研究」により医薬品製造業界等からの大きなニーズに応えられる革新的基盤技術を確立し提供することを第一の目的とした。さらにこの本格研究の実現のために、研究成果(方法論・新技術、新規バイオマーカー、及び医薬品候補化合物)をできる限り早い段階で十分な新薬開発ポテンシャルを有する製薬会社等との共同研究開発、あるいは導出・技術移転に進展させることを第二の目的とした。獲得した医薬品候補化合物等に関する知的財産権・技術ノウハウ等を活用して疾患ターゲットごとに実績を有する製薬・化学関連企業等との戦略的・包括的な連携を強化することでわが国発の新薬開発研究を支援・加速する。また、これらを実現することで新たな産学連携モデル(産総研創薬支援ビジネスモデル)を目指した。

本研究ラボの上記ミッションは第2期中期目標で示された産総研への期待において「いかに研究成果をあげ、それを普及させるかという観点から企業等との有効な連携を進めていくことも強く求められている」という重要な視点に合致しており、「わが国におけるイノベーションの実現に多大な貢献を果た

すこと」を革新的創薬の実現とそれを加速する基盤技術の構築という具体的な目標を設定した産学官連携研究という形で実践するものである。一方、中期計画で産総研が意思表示している施策にも明確に記載されている「健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発」を通して「質の高い成果の創出とその社会への還元を最大化するため」の具体的な事例に位置づけることができる。

#### 2. 研究開発の方針・方法論など

本研究ラボが世界に先駆けて開発した糖鎖自動合成技術及びマイクロ波合成技術などを統合したコンビナトリアルケミカルバイオテクノロジーを活用して、これまでに作製した500を超える癌抗原決定基関連フォーカスト化合物ライブラリを核とし、癌の新規な診断技術・予防薬・治療薬開発に有効な創薬シーズ化合物群を系統的に創出した。また、磁性体微粒子プローブを利用する機能性分子探索技術及びこれらの新技術に基づいて構築されてきた構造・機能情報化合物データベースなどを当ラボの有力な資源と位置づけ、広い意味での化学と生物学の異分野融合による創薬指向型の独創的探索研究を推進させた。

「創薬研究を支援・加速する新技術開発とそれらを用いた有効な疾患マーカー・新薬候補低分子化合物の獲得」に絞る以下の3つの主要研究項目についての事業計画を策定した。

- (1) コンビナトリアルケミカルバイオロジー法による医薬品候補化合物ライブラリの作製と癌予防・診断・治療法開発研究への応用
- (2) 金属微粒子・固体基盤等にディスプレイするケミカルプローブ分子の作製と質量分析法による疾患関連バイオマーカー分子の高速探索技術の開発
- (3) 新規な低分子医薬品候補化合物の効率的合成技術の開発

これらの全ての課題について複数の企業との共同研究開発による実用化へ展開させるべく、3年間という時限的制約がある本研究ラボでは、①具体的な創薬シーズ(医薬品候補化合物と疾患関連マーカー等)を企業に速やかに提供することと、②これを連続的に実現させるための研究資源を確保することの2点が要求される具体的な成果であると想定した。特に国研として本研究ラボの使命は日本の製薬メーカーが現在独自の技術のみでは作製・獲得が困難な化合物群のうち、創薬のターゲットとしての魅力と特徴のあるフォーカスト化合物ライブラリを構築し、それらの化合物から有用な医薬品候補や新しい疾患関連マーカー分子を探索することである。実際、ラボ存続のわずか3年のうちに、癌抗原決定基関連フォーカスト化合物ライブラリとして500を超える糖関連化合物を合成し、実際に創薬シーズとして企業に提供し、癌抗原の決定研究におおき

く寄与した。

当研究ラボでは昨今、極めて重要となっている機密保持とコンプライアンスの徹底という点から逸脱することなく、効率的な運営を重視して集中型産学官連携研究が可能な体制の構築を基本とし、引き続き、NEDO 委託研究のミッション遂行及び企業等と連携した実用化促進研究を実施していた。また、本研究ラボにおいて実施している研究開発に対するニーズは増大する傾向にあると容易に予想される状況であるため、組織（産総研）側からもこれらの期待や研究の現状に即した研究員体制を柔軟かつ迅速に対応いただけるよう働きかけていたが、今年度限りでラボでの任務を終了する事となった。

外部資金：

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構「健康安心イノベーションプログラム 糖鎖機能活用技術開発」

文部科学省 科学研究費補助金 特別研究員奨励費「マイクロ波技術を活用した糖鎖修飾反応研究と、新規創薬シーズ創製への展開」

文部科学省 科学研究費補助金 基盤 B「多糖-endo 型グリコシダーゼ複合体解析に基づく反応機構解明研究」

共同研究「マイクロ波を利用した化学合成装置の開発に係わる研究」

発表：誌上発表6件、口頭発表12件、その他0件

-----  
**【テーマ題目 1】 癌関連マーカー分子の探索と創薬への応用に関する研究**

**【研究代表者】** 西村 紳一郎（研究ラボ長）

**【研究担当者】** 清水 弘樹、松下 隆彦、  
天野 伸治郎、比能 洋、八須 匡和  
（常勤職員1名、他4名）

**【研究内容】**

癌マーカーの探索と候補分子の絞り込みを可能とする「(1)次世代医薬品候補構築技術の開発」による具体的な「(2)医薬品候補化合物の導出」と「(3)次世代創薬・診断の基盤材料開発」を達成目標とした。

これら3つの達成目標を実現するためには技術課題として「①糖ペプチドライブラリの構築技術」、「②エピトープ同定と医薬品候補化合物の選定技術」、さらに、「③創薬候補の絞り込み技術」という3つの技術要素の開発が必須となる。そこで、MUC1に存在する繰り返し糖ペプチド構造からコア1、コア2、さらにコア6などの糖鎖鍵骨格を有する約300種類の化合物と、さらにその関連構造としてラクトサミン繰り返し構造やルイス抗原構造

などのバリエーションを加えた約200種類の合計500種類以上からなるフォーカストライブラリの合成を達成した。今年度は、このライブラリを利用して、糖ペプチドマイクロアレイによる評価実験によりエピトープ構造に必須の創薬ターゲットとなる候補化合物等の情報も得ることに成功し、その結果、ロードマップに記載されており初期の目標達成時期を大幅に前倒して権利を共有する全ての候補化合物（約400種類）を共同研究先企業に導出することが実現できた。さらに、これらの成果物を活用した臨床研究が展開されており、本研究テーマの多くのアウトプットが「癌の新規診断技術や治療技術の創出」という具体的アウトカム実現に向けて大きく進展している。また、この具体的な産学連携研究の成果（産総研発創薬支援ビジネスモデル）が製薬企業の北海道への研究拠点誘致にも大きく貢献した。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** 癌マーカー分子、糖ペプチドライブラリ、糖鎖自動合成、MUC1、癌ワクチン、抗体医療

**【テーマ題目 2】 新しいマイクロ波合成法による医薬品候補化合物の構築に関する研究**

**【研究代表者】** 西村 紳一郎（研究ラボ長）

**【研究担当者】** 清水 弘樹、松下 隆彦、比能 洋、  
Santosh L. Gaonkar  
（常勤職員1名、他3名）

**【研究内容】**

「マイクロ波効果による創薬候補化合物の構築」として従来技術では利用が困難であった低価格原料を用いた新規グリコシル化反応の開発、および従来の合成プロセスが煩雑で創薬や診断などの産業利用が遅れている糖ペプチドの効率的合成法の開発を目指す。また、「創薬を加速するマイクロ波照射装置開発」では医薬品の官能基選択的活性化や大量合成化過程の簡素化や実用的なマイクロ波照射型固相合成装置を実現するため、導波管や発振器の改良を含めた機器開発メーカー等との新たな共同研究を設定し、実用的なマイクロ波照射型固相合成装置のプロトタイプ機作製までを目標とする。

これまでにマイクロ波を利用することによりメチルグリコシド等、今までは糖鎖合成に活用されていなかった「安価な安定糖誘導体」を用いたグリコシル化反応を開発し、これまでの「高価な不安定糖誘導体」開発を中心とした糖鎖合成技術からの脱却と産業利用へ道を開いた。また、低温におけるマイクロ波照射による化学反応経路のコントロールに現在のところ世界で唯一成功し、実際にオリゴ糖合成へ展開している。さらに、バイオセンシング材料で注目されている金ナノ粒子上で直接糖鎖化学合成することに世界に先駆けて成功した。また、マイクロ波利用による糖アミノ酸の活性化を通じた糖ペプチド作成技術を推進し、20残基ペプチドの5カ所にそれぞれ6

糖からなる分岐糖鎖を導入した糖ペプチドの合成や、並列型ペプチド合成装置と自作のマイクロ波照射型ペプチド合成装置の組み合わせによるライブラリ合成化の推進の検討などを行い、上記テーマ1基盤技術としてフィードバックしている。

これらの成果に基づき装置開発メーカー等との新たな共同研究を設定し、実用的なマイクロ波照射型固相合成装置のプロトタイプ作製を開始した。さらに、既知の生理活性物質に糖鎖修飾することで活性増加や毒性低減、患部への選択輸送効果などを指向した新たな創薬シーズライブラリの創製をおこなっている。

本研究課題は、当創薬シーズ探索研究ラボが解散した後も、ゲノムファクトリー研究部門分子発現制御研究グループで引き続き遂行される予定である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】マイクロ波利用化学合成、糖ペプチド合成、固相合成、医薬品合成

#### ④【バイオセラピューティック研究ラボ】

(Biotherapeutic Research Laboratory)

(存続期間：2006. 7. 1～2009. 3. 31)

研究ラボ長：中西 真人

所在地：つくば中央第4

人員：3名 (3名)

経費：46,985千円 (32,985千円)

概要：

バイオサイエンスの分野では、ヒト・ゲノムプロジェクトやプロテオーム解析などの大規模プロジェクトが次々と実施される一方で、大型予算の投入により細胞や個体における情報伝達機構など基本的な生命現象の理解は大きく進み、その成果が先端医療に応用できる日がすぐそこまで来ているかのように喧伝されている。しかしながら現実には、これらの基礎研究の成果とその臨床応用の間には深いギャップが存在する。例えば、1980年代にほとんどの主要な遺伝性代謝疾患の原因遺伝子が同定され、1991年には世界で初めての遺伝子治療の臨床試験が開始されたにも関わらず、現在に至るまで治療法として確立していない。現在もてはやされている再生医療も同様であり、ヒト iPS 細胞（いわゆる万能細胞）の樹立など華やかな話題で盛り上がりつつあるが、ヒトに移植する細胞が満たすべき条件という基本的な問題はこれからの課題として残されている。このようにギャップがある大きな原因として、基礎研究の成果と医療現場をつなぐ技術開発が、困難な「死の谷」の段階を抜けられずに苦戦していることが挙げられる。

当研究ラボの名前として採用したバイオセラピュー

ティック (Biotherapeutic) とは、古典的なバイオ医薬品であるワクチン・血液製剤から、生物学・細胞生物学の最新の成果を基に作られる組換えタンパク質・抗癌モノクローナル抗体・核酸医薬・遺伝子治療薬・再生医療用細胞まで、幅広い「生物由来の医療用素材」を表す言葉である。これらの新しいバイオセラピューティックは、限界が見えてきた低分子化合物医薬品に代わる創薬のシーズとして注目され、2010年には国内外の市場における新薬の売り上げの30%がバイオセラピューティック由来となると予想されている。さらに、バイオサイエンスの進歩により増え続けている「原因が明らかになっても治療法はない難病」の治療法開発の面でもバイオセラピューティックは大きな注目を集めている。

当研究ラボの目標は、独創的なバイオセラピューティックのシーズを開発し将来の実用化への道筋をつけることで、この「死の谷」を乗り越えて遺伝子治療・再生医療等の先端医療を現実のものとすると共に、国内の医療・製薬産業の育成・発展に貢献することである。当研究ラボで実施する研究内容は、産総研の「国際的な産業競争力強化や新産業の創出に向けて、幅広いスペクトルでの探索と分野融合によるイノベーションを推進すべき研究」や「わが国のテクノインフラ整備にかかわる基盤技術の構築など、産業基盤技術の研究・開発」というミッションに基づいており、研究のフェーズでは第一種基礎研究と第二種基礎研究にあたる。バイオセラピューティックの製品化は承認申請・設備投資・知的財産権の問題などさまざまな問題を乗り越える必要があり、研究ラボの組織と限られた時間の制約下で製品化やベンチャー企業の立ち上げを実施するのは困難だが、これらのハードルを乗り越えても実用化する価値があると評価されるシードを外部に提示して実用化への道筋を作ることを設立期限内の目標とする。

ユニット設置期限の最終年度となる平成20年度は、研究ラボの最初の2年（平成18年度～19年度）の成果を継承発展させて現在の医療における重要課題の解決に貢献できる技術シーズを確立するために、以下の2つの主要研究項目を設定した。設置期限までに核となる技術を確認し、平成21年度は外部への移転を含めた実用化に向けた評価を開始する予定である。

(1) 新しいバイオセラピューティック開発のための基礎技術開発

外来遺伝子を動物細胞の細胞質で安定に発現できる持続発現型センダイウイルスベクター技術を応用して、バイオ医薬品の製造のための基礎技術を確認する。特に、遺伝性代謝疾患の治療に用いられるヒト・ライソゾーム酵素をモデルとして、既に上市されている製剤との比較や、まだ開発されていない酵素の発現を試みる。

## (2) ヒト細胞寿命制御技術の開発

上記の持続発現型センダイウイルスベクター技術を応用してヒト細胞の寿命をリセットし、再生医療や遺伝子治療の素材となる安全性の高いヒト iPS 細胞を開発する。

外部資金：

独立行政法人科学技術振興機構・受託研究費

「センダイウイルスの持続感染機構の解析と遺伝子治療用ベクターへの応用」

独立行政法人科学技術振興機構・受託研究費

「新規遺伝子発現系を使ったバイオ医薬品製造法の開発」

発表：誌上発表5件、口頭発表10件、その他1件

【テーマ題目1】新しいバイオセラピューティック開発のための基礎技術開発

【研究代表者】中西 真人

【研究担当者】瀬川 宏知、西村 健、大高 真奈美、梅村 洋子（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

抗体医薬や酵素医薬などのバイオ医薬品開発においては、低分子化合物医薬品と違って大量生産系の確立が実用化に向けたハードルとなっている。特に、高分子タンパク質では適切な糖鎖構造の付加が機能の発現に必須であるため、メソトレキセート耐性 DHFR 遺伝子を使った遺伝子増幅が可能なハムスター由来 CHO-DG44細胞が生産系として使われている。しかし、大量発現系として確立している大腸菌や酵母のような微生物とは違い、動物培養細胞を使った発現系はまだ試行錯誤が続いている。また、ヒトと齧歯類では糖鎖構造が異なることから、将来的にはヒト由来の培養細胞を使った高効率生産系の確立が望まれているが、今のところ、選択肢は PER.C6細胞などごく限られたものになっている。

我々はこれまでに、センダイウイルス持続発現変異株 Cl.151を基に細胞傷害性を欠き長期間持続的に高い遺伝子発現を行える新しい遺伝子発現系の開発に成功し、前年度はその成果を *Journal of Biological Chemistry* 誌に発表し、特許を申請した。この遺伝子発現系は細胞質で安定に存在できる RNA ゲノムをプラットフォームとして使うもので、外来遺伝子を染色体に挿入することなく安定化でき、かつゲノム RNA のコピー数が細胞あたり40,000と非常に多いので、高い遺伝子発現が長期間持続することが期待できる。

本年度は、医薬品として使われる可能性があるタンパク質としてヒト・ライソゾーム酵素を選び、持続発現型センダイウイルスベクターを使った生産効率や細胞特異性を評価した。その結果、現在生産に使用されている遺

伝子増幅した CHO-DG44細胞と遜色ないレベルで発現が可能であること、無血清培地にも対応しており培地中の総タンパク質の50%以上が目的産物であること、ヒト細胞でも齧歯類細胞等と同等の遺伝子発現が観察されることなど、実際にヒト細胞を使った酵素の産生に適応していることが確認できた。また生産した酵素はライソゾーム病患者由来の皮膚線維芽細胞に効率取り込まれ、酵素活性だけでなく生物活性を保持していることが確認できた。興味深いことに、酵素活性が同等でもヒト細胞への取り込みはヒト細胞で産生した酵素の方が高く、ヒト細胞を作った医薬品生産の重要性が改めて示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオ医薬品、センダイウイルス、RNA ウイルスベクター

【テーマ題目2】ヒト細胞寿命制御技術の開発

【研究代表者】中西 真人

【研究担当者】佐野 将之、西村 健、大高 真奈美、酒井 菜絵子、梅村 洋子（常勤職員2名、他4名）

【研究内容】

ヒト iPS 細胞（人工多能性幹細胞）は成体組織を構成する体細胞を、初期化遺伝子を使って細胞寿命をリセットすると同時に脱分化させて作成するもので、従来研究されてきたヒト ES 細胞（胚性幹細胞）と同等の性質を持っていると考えられている。一方、ヒトの初期胚を破壊して作成するために倫理的な批判の多い ES 細胞に比べて、作成過程の倫理的問題がほとんど無いこと、また個々の患者と同一の遺伝情報を持った「オーダーメイド多能性幹細胞」ができることから、iPS 細胞は再生医療や細胞遺伝子治療に欠かせない素材として大きな注目を集めている。また iPS 細胞は ES 細胞と同様に各種の組織細胞に分化可能であることから、創薬スクリーニング等に必要ヒト組織細胞を作るための素材としても期待されている。

現在、iPS 細胞で問題になっているのは、再生医療や遺伝子治療の素材として使う際の安全性の問題である。細胞寿命と分化能のリセットは比較的効率が悪く時間がかかるプロセスであり、これまでは染色体に外来遺伝子を挿入して安定に発現できるレトロウイルスベクターやレンチウイルスベクターによって初期化遺伝子を導入し、2週間以上安定に発現に発現させて iPS 細胞を樹立していた。しかし、iPS 細胞の作成に使う初期化遺伝子のうち c-Myc や KLF4はガン遺伝子であり、これらが染色体に挿入されて残ると再活性化によって移植細胞がガン化する危険性がある。このため、本研究では、我々が開発した持続発現型センダイウイルスベクターに初期化因子遺伝子を搭載して、染色体に挿入することなく細胞寿命と分化能のリセットを行うことができるかチェックした。その結果、これまでに報告されている手法より効率

よく細胞寿命と分化能のリセットが観察された。またリセットに伴い、我々がこれまで研究してきたテロメア配列結合タンパク質 TRF1やテロメラーゼ合成酵素サブユニット TERT の発現が誘導されることが確認できた。この発見により、染色体に外来遺伝子を含まない安全性の高い iPS 細胞の開発につながることを期待される。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 癌、再生医療、細胞寿命、テロメア

⑤【エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ】

(Energy Semiconductor Electronics Research Laboratory)

(存続期間：2008. 4. 1～2011. 3. 31)

研究ラボ長：奥村 元

副研究ラボ長：山口 浩

所在地：つくば中央第2

人 員：17名 (17名)

経 費：859,382千円 (376,066千円)

概 要：

21世紀社会におけるエネルギー流、情報流、物流における電力エネルギーの重要性は今後ますます増大していく。電力エネルギーの有効利用は、省エネルギー、新産業創出によるトリレンマ解決のキーである。本ユニットは旧パワーエレクトロニクス研究センターの成果を引き継いで新たに設立された研究ユニットである。エネルギー消費の最も合理的な形態である電力エネルギーにおける省エネルギー技術、及び新エネルギーの大量導入のための高効率電力変換技術等、大容量から小容量までの電力エネルギー制御・有効利用のための半導体エレクトロニクス(デバイス/システム)の有効性実証を目的とし、ひいてはそのための基盤技術領域としてのエネルギーエレクトロニクス領域構築のプラットフォームとなる研究ユニットの設立を目指す。特に、過負荷耐性などの極限仕様対応が期待される SiC や GaN などのワイドギャップ半導体デバイス/システムの電力エネルギー制御への活用を中心課題に据え、それらによるパワーエレクトロニクス技術の革新、大/中/小の各容量における電力エネルギーのネットワーク化運用・制御の実現を念頭に、エネルギーエレクトロニクス領域への展開を図る。その目標の達成のために、ウェハ・評価、SiC パワーデバイス、GaN パワーデバイス、スーパーデザイン・ネットワークの4つの研究班を組織し、有機的な協同体制で上記の新規半導体のデバイス化には不可欠な「結晶-デバイスプロセス-デバイス実証-パワーモジュール化-システム化設計」の一環本格研究を強力に推進する。

本年度の研究内容としては、NEDO プロジェクト「パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発」(平成18～20年度)における産学官の集中研としての活動と NEDO 省エネルギー先導研究「情報通信機器用低損失電源基盤開発(平成18～20年度)、及び SiC 電力変換器実証に関する企業との大型共同研究を中心に進めた。本年度は両 NEDO プロジェクトの最終年度であると共に、新規ユニットとして新たなスタートを切ったことから、今後の取るべき進路を、産総研シンポジウム「低炭素社会実現に向けたパワーエレクトロニクスのインパクト」(平成20年10月22日開催)において議論した。常勤研究職員15名で、広い研究領域をカバーせざるを得ないので、共同研究員及び併任研究員、ポスドク、補助員等の非常勤職員、各種フェロー、連携大学院生を活用して進めており、総勢約100名である。

内部資金：

交付金 産業変革研究イニシアティブ「SiC デバイス量産試作研究およびシステム応用実証」

外部資金：

文部科学省 原子力システム研究開発事業「革新的原子力エレクトロニクス技術を活用した原子炉制御・保全システムに関する基盤研究」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 パワーエレクトロニクスインバータ基盤技術開発「高効率・高密度インバータ革新的高度化基盤技術開発」

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト(グリーン IT プロジェクト)「サーバにおける情報と電力のダイナミックフロー観測技術、電源のアダプティブマネージメントの要素技術及び電源システムの最適設計」に係る調査研究」

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

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 エネルギー使用合理化技術戦略的開発「エネルギー使用合理化技術実用化開発 インバータ高効率化のための GaN 双方向スイッチの研究開発」

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

独立行政法人日本学術振興会 「微傾斜基板を用いる III

族窒化物半導体薄膜及びヘテロ構造に関する研究」

(つくば中央第2)

発表：誌上発表36件、口頭発表57件、その他5件

-----  
**ウェハ・評価研究班**

(Wafer-Characterization Research Group)

研究班長：松畑 洋文

(つくば中央第2)

概要：

パワー素子作製に必要な SiC に代表されるワイドギャップ半導体ウェハの作製技術、並びにその評価に関する研究開発を目的とする。SiC バルク単結晶成長技術では、結晶欠陥低減による高品質化技術、並びに大口径化技術、基板の切削加工／平坦化研磨技術では、環境負荷が少なく、高速で簡単・高精度な手法の開発を目指している。SiC エピタキシャル膜成長技術では、高速膜成長技術や、低 off 角の Si 面や C 面での均質な膜成長技術の開発を目指す。これらのバルク単結晶成長、切削加工／平坦化研磨、エピタキシャル膜成長からなる一貫したウェハプロセス技術の開発を行い、SiC パワーデバイス作製グループに高品質ウェハを供給して、その問題点の抽出とリファインメントを進める。更に、評価技術としては、新しく開発された X 線トポグラフィ法や、高分解能透過電子顕微鏡法、蛍光 X 線等による評価技術の開発を行い、バルク単結晶やエピタキシャル膜の解析評価のみではなく、作製された SiC パワーデバイスに対しても、これらの評価技術を活用して素子特性との対応を追求する。

研究テーマ：テーマ項目 2

**SiC パワーデバイス研究班**

(SiC Power Device Research Group)

研究班長：福田 憲司

(つくば中央第2)

概要：

SiC パワーデバイスは、Si デバイスの1/200の理論的オン抵抗値を有するために、システム損失も大きく下がることが期待されている。本研究班では、SiC デバイスの高性能化を進め、それらを電力変換器（インバータ）に適用してその損失メリットを実証することを目的とする。そのために、理論的限界のオン抵抗値を有する SiC パワーデバイス（SBD、PiN、MOSFET、JFET 等）作製のプロセス要素技術の開発と大電流容量チップの試作を行うと共に、実使用に耐える信頼性を実現する技術を追求する。

研究テーマ：テーマ項目 1、テーマ項目 2

**GaN パワーデバイス研究班**

(GaN Power Device Research Group)

研究班長：清水 三聡

概要：

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

研究テーマ：テーマ項目 4、テーマ項目 5、テーマ項目 6、テーマ項目 7

**スーパーデザイン・ネットワーク研究班**

(Super-Design/Network Research Group)

研究班長：山口 浩

(つくば中央第2)

概要：

SiC や GaN の超低損失デバイスの特長を生かした小型・低消費電力の高パワー密度電力変換装置を実用化するための基盤技術の研究開発を目的とする。ユニット独自開発のデバイスを用い、企業と連携して Si デバイスよりコストパフォーマンスの高い電力変換装置の研究を行う。これらの研究試作には、当研究班が研究注力してきた電力変換器統合設計シミュレータをフル活用すると共に、250℃動作パッケージを含む高温実装技術を重視する。また、分散型エネルギー機器の大量導入、エネルギーシステム全体の省エネルギー化・エネルギー利用効率の向上のため、各機器がシステム全体の最適化を目標に連携・協調して動作することを可能とする統合ネットワーク運用技術を確立することを目指す。

更に、本研究ユニットの成果たる次世代パワーエレクトロニクス技術の実用化促進のために必要な技術調査を実施し実用化ロードマップの作成など戦略立案に向けた業務を遂行する。

研究テーマ：テーマ項目 2、テーマ項目 3

4) 研究コア

①【爆発安全研究コア】

(Research Core for Explosion Safety)

(存続期間：2007. 4. 1～)

研究コア代表：飯田 光明

所在地：つくば中央第5、つくば西、北センター

概 要：

爆発安全研究コアは、化学物質の燃焼・爆発の安全に係わる総合的な研究を実施し、公共の安全確保や産業保安技術の向上等に貢献することで、＜安心・安全で質の高い生活の実現＞に資することを基本ミッションとしている。

具体的には、

- ① 化学物質が関与する燃焼・爆発安全に係わる社会ニーズ、行政ニーズ、国際的ニーズ（標準化を含む）等に迅速かつ継続的に対応できる組織（機能的組織化）
- ② 爆発現象及び関連する現象全般について、基礎から応用に至るまでの総合的な研究の実施（研究ポテンシャルの向上・維持）
- ③ 国内外関連研究者（機関）とネットを構築し、燃焼・爆発安全に係わる情報並びに施設・設備の相互有効利用を図る（対外機関との協調）
- ④ 産総研中期計画・目標の達成

以上を主要ミッションとし、特に、行政対応、国際対応の課題に重点的に対処することで、産業や公共社会並びに国際通商等における安全確保に貢献する。

②【深部地質環境研究コア】

(Research Core for Deep Geological Environments)

(存続期間：2007. 4. 1～)

研究コア代表：渡部 芳夫

所在地：つくば中央第7

人 員：1名（1名）

経 費：672,376千円（11,759千円）

概 要：

研究コアとしての設立の要件は、原子力安全・保安院より、産総研が実施する放射性廃棄物地層処分に対する安全規制の技術的支援研究を、代表制を持って統括するしくみを強く要請され、政策当局、関連機関等との調整、協力において、組織的的代表制が不可欠となったことによる。

本研究コアの課題とミッションは、産総研地質分野において、放射性廃棄物地層処分事業の概要調査結果

の規制庁レビュー等における、地層処分の安全基準を策定していくために必要となる調査研究を実施することであり、産総研地質分野の研究戦略（戦略課題3-(2)高レベル放射性廃棄物の地層処分のための地質環境評価）に基づき、活断層研究センター、地圏資源環境研究部門、地質情報研究部門、地質調査情報センターの研究者39名（常勤職員33名、契約研究職員6名）と事務職1名が研究コアメンバーとして実施した。

本研究コアの対外的な代表性に基づく活動は、原子力安全・保安院や原子力安全委員会等の安全規制機関への技術支援等の活動と、規制支援研究機関との協力、ならびに上記の外部要請に基づいた外部資金プロジェクトの運営・統括等からなる。

政策原課（原子力安全・保安院放射性廃棄物規制課）への協力としては、平成19年6月に施行された核原料物質・核燃料物質および原子炉の規制に関する法律の改正に伴った、放射性廃棄物の処分に係る安全規制法体系（省令）の検討において、総合資源エネルギー調査会廃棄物安全小委員会のワーキンググループに加わり、地層処分、余裕深度処分、浅地中処分の安全規制に関する検討を行うとともに、国の地層処分の規制支援研究計画の策定作業を、原子力安全基盤機構、日本原子力研究開発機構と共同で支援した。

一方、原子力の安全研究の推進を目的として、地層処分の安全規制支援研究機関である原子力安全基盤機構、日本原子力研究開発機構との間で平成19年10月4日に締結された、独法間研究協力協定「放射性廃棄物地層処分の安全性に関する研究協力協定」の協定協力委員会を開催し、今後の研究協力の方針と共同研究計画の策定を行った。本協定の下での共同研究活動としては、平成20年6月30日に、3協定機関の共同研究「幌延深地層研究計画における安全評価手法の適用性に関する研究」について、本年度末までの2年間の共同研究内容を変更した。また新たに、日本原子力研究開発機構との間で共同研究「深部地質環境における水－岩石－微生物相互作用に関する調査技術開発」を平成20年4月21日に締結し、平成22年3月末までの2年計画で共同研究を開始した。

さらに、産総研地質分野内での放射性廃棄物の地層処分に係る研究開発の調整のため、地層処分関連研究連絡部会における分野内での研究契約や成果共有等の調整に参画した。

なお、研究プロジェクト自体の成果は、研究コアメンバーの所属する研究ユニット等の業務の一環として実施したものであり、詳細な内容は各研究ユニットの項に記述した。本項では、研究ユニットでは実施とりまとめがなされない、本研究コア自体が実施した以下の外部資金プロジェクトの1項目について記述する。

-----  
外部資金：



原子力安全・保安院 委託研究費「平成20年度核燃料サイクル施設安全対策技術調査（放射性廃棄物処分安全技術等のうち地層処分に係る地質情報データの整備）」

独立行政法人原子力安全基盤機構 請負研究費「平成20年度地下水流動解析モデルの総合的検証手法の検討」

-----  
**〔テーマ題目1〕地質データベースの作成（外部資金）**

**〔研究代表者〕** 内藤 一樹（地質調査情報センター地質情報統合化推進室）

**〔研究担当者〕** 内藤 一樹、伊藤 順一、風早 康平、中野 俊、高橋 正明、岸本 清行、高橋 雅紀、西来 邦章、芝原 暁彦、尾山 洋一、中田 和枝、竹内 久子（常勤職員7名、他5名）

**〔研究内容〕**

目標：

既存の地質データをわかりやすい形で整理し今後の研究に役立てるために、国内外の地質情報等を収集しデータベース化する。作成するデータベースは、基盤 GIS データベースシステム、日本の第四紀火山データベース、および深部流体・深層地下水のデータベース・アナログデータベース等である。また、地層処分の安全規制に関する海外動向調査および概要調査ガイドラインのための技術資料の作成を行う。

計画の概要：

- 1) 地質データベースの作成では、産業技術総合研究所深部地質環境研究センターで原子力安全・保安院委託事業により整備してきた基盤 GIS データベースシステムを継続的に最新の地質情報に更新するとともに、情報閲覧機能の高機能化を図る。特に、基盤 GIS データベースシステムに新規に出版公表された産業技術総合研究所地球科学図を登録するとともに、システム管理を継続して実施する。また、地層処分の安全規制に必要なデータの検討と整備手法の開発を実施する。
- 2) 日本の第四紀火山が網羅的にリストアップされたデータベースを整備した。常に最新のデータに更新する管理体制を整えるとともに、火山活動に関する既存文献データを集めた「日本の第四紀火山」の更新を実施した。具体的には、新規に出版公表された学術雑誌、研究機関報告書、科研費報告書、一般科学雑誌、学会講演要旨集から日本の第四紀火山に関する文献を抽出し、火山毎に文献リストを作成する。抽出した文献から、位置、火山体の分布・地質、火山の型式、岩石、活動時期、噴火災害記録、火山体の体積と噴出率に関するデータを収集・整理する。また、火山活動の地表及び地下環境に対する影響評価にも活用できるデータベースとしての整備を進めるために、火山及び周辺の基盤岩に対する地質情報を整理し、既に Web 公開している「第四紀火山データベース」の更新作業を行う。

- 3) 各種既存文献等から深層地下水に係る地化学データおよび地名等の位置データを抽出・入力し、深層地下水データベースを拡充する。また、各種地質変動が与える地下水系への影響評価のため、地質・地形・地質構造情報、既存井戸および地下水データを入力した地下水地理情報データベースシステムを構築する。本システムの利用による深層地下水評価手法の検討結果を示す。

成果の概要：

- 1) 地質データベースの作成では、平成19年度に産業技術総合研究所から新規に出版された地質図幅を中心に基盤 GIS データベースシステムにデータを集約した。これにより、基盤 GIS が最新の情報に更新された。安全規制に有用な新たに整備すべきデータ項目として構造運動と亀裂系に関する情報の検討を行った。この結果、長期的な日本列島の地殻変動を予測するためには、将来的なプレート運動を基にした上盤プレートの地殻変動に関するモデルの構築が求められることが分かった。また、亀裂系に関しては、ボーリングコアを用いた試験的なデータ取得を行いデータ整備法の検討を行った。また、国内の鉱物資源に関する情報を整備し、鉱物資源データベースを基盤 GIS に追加した。
- 2) 第四紀火山データベースの更新では、約100火山について計600文献のデータを追加し、平成20年度中に Web で公開しているデータベースの更新を3回行った。また追加記載項目として、北関東～信越地域（約100 km×100 km）の範囲内で第四紀火山及びその周辺の基盤岩地質データについての既存データを収集・整理し、噴火活動史、噴出物、基盤地質に関するレビューを行った。この作業では、従来の公開データベースでは1つの火山としてこれまでは代表的な位置がプロットされていたが、可能な限り側火山の位置も図示できるデータを準備した。また、火山体周辺の基盤地質の検討によって、従来見逃されてきた第四紀に噴出したと考えられる火山岩体・貫入岩体（32岩体）と、第四紀の年代幅の拡大に伴う新たな第四紀火山体・貫入岩体（17岩体）を見出し、これらに関するその地質記載レビューとデータ整備を行った。
- 3) 深層地下水データベース作成では、これまでに印刷物として出版された論文、報告書、書籍等から、深部流体、深層地下水、温泉水と呼ばれる地下水に関する地化学データを、本データベース作成に活用している。本年度新規に加えたのは7,203点である。本年度までにデータベースに格納できた地点は総数14,782点に達する。データの分布密度が低い地域の多くは、古い地質時代の地層が露出する地域、あるいは人口密度が非常に小さい地域で、温泉開発がほとんど行われていない地域である。このような地域の深層地下水に関する情報は非常に希薄なのが現状である。

本深層地下水データベースを深層地下水の変動や長期安定性の評価に関わる水温、pH、水質タイプ、起源、地下水年代や各種化学種影響パラメータの空間分布や日本列島における各種地形、地質、構造に関する情報との関連性について解析可能とするため、新たに地下水地理情報システム（地下水 GIS）を構築した。

[分野名] 地質

[キーワード] 地質データベース、第四紀火山、深層地下水

### ③【強相関電子科学技術研究コア】

(Research Core for Correlated Electron)

(存続期間：2008. 4. 1～)

研究コア代表：赤穂 博司

所在地：つくば中央第4、つくば中央第2

概要：

本研究コアのミッションは、産総研にて開発された強相関電子科学技術を継承・発展させ、第1種基礎研究から応用研究までの総合的な研究を行うことにより、次世代のナノエレクトロニクスに資することを目指すことにある。また、強相関電子科学技術フォーラムにおいては、機関間共同研究の中心的な役割を果たすとともに、フォーラムの運営にあたる。研究コアメンバーは、エレクトロニクス研究部門、光技術研究部門、ナノテクノロジー研究部門ならびに計算科学研究部門から構成され（常勤職員21名、契約職員7名）、分野横断的に跨った体制となっている。

本研究コアでは、強相関電子材料を次世代の統合的な電子技術のひとつの新しい核とすることを目標に、先端的な物性物理科学研究とその産業化を一体化させた強相関エレクトロニクスの研究開発を推進する。そのための具体的な研究課題として、本年度においては以下を設定し、研究開発を進めた。

- ・強相関不揮発性メモリ：二元系遷移金属酸化物を用いた抵抗変化型不揮発性メモリ（ReRAM）や不揮発性ロジックを主なターゲットとして、複数の企業と共同で材料最適化、高集積化技術の開発、及び製品化のためのプロセスインテグレーションを一貫して行い、その産業化を推進する。
- ・強相関界面機能：遷移金属酸化物薄膜のエピタキシャル接合界面におけるスピン・電荷交差相関現象を利用し、電界スピン制御、磁気分極制御など、電子・磁気機能を融合させた革新的な酸化物エレクトロニクス素子・スピントロニクス素子を開発する。
- ・強相関フォトエレクトロニクス：高性能有機半導体材料の開発、分子間電荷移動を用いた界面高機能化とその評価技術の開発、及び有機エレクトロニクス

をシリコンエレクトロニクスに融合させるための新規プロセス技術の開発を行い、高度有機エレクトロニクスを実現するための基盤技術を開拓する。また、超短パルス光を用いた強相関電子材料の電荷・スピン・格子操作による巨大・高速応答性を有する新規フォトニクス素子の開発を行う。

- ・強相関物性制御：光・磁気・伝導機能融合型の新規遷移金属酸化物バルク材料の開発と電子機能の開発、及び各電子機能の組成・格子パラメータによる最適化を行うとともに、各課題にフィードバックする。

また、研究コアの活動を対外的に明示し、「センター・オブ・エクセレンス」を実現する目的で、理研との研究連携である強相関電子科学技術フォーラムの活動として、国際ワークショップ「強相関物質で発現する新現象」（AIST-RIKEN Joint WS on “Emergent Phenomena of Correlated Materials”）を開催した（2009年3月4日～7日、沖縄県名護市、参加者：124名、発表件数：115件）。国内外の第一線で活躍する指導者的研究者を招聘し、強相関電子科学技術分野の最新の研究成果ならびに動向に関して、集中的な講演・討論・意見交換を行い、広く成果発信を行った。また、今年度設立された本研究コアの一年間の研究活動と成果を発信する場でもあり、強相関電子科学技術の重要性を再確認するとともに、今後の研究活動を方向付ける重要なワークショップとなった。本ワークショップを通して、研究コアの COE としての役割を果たすとともに、理研および他研究機関との研究連携についても具体的議論を行った。この議論の中で、今後とも、研究コアとして一体的に研究を推進することが確認された。

その他、研究コアの活動としては、外部講師を招いた研究討論会として強相関コアセミナーを13回開催するとともに、コア内部の研究討論会である強相関コアミーティングを17回主催し、強相関エレクトロニクス研究について議論を深めた。

5) フェロー

【フェロー】

(AIST Fellow)

所在地：つくば中央第1、第2、第4、第5、第7

概要：

フェローは、理事長の諮問を受けて、研究者の代表として他の研究者の指導にあたりるとともに、特別な研究を行っている。

平成20年度は、5人のフェローを置いている。

-----  
機構図

フェロー	大津	展之
フェロー	加藤	碩一
フェロー	立矢	正典
フェロー	田中	一宜
フェロー	十倉	好紀

## (2) 内部資金

〔研究題目〕アシュワガンダ葉抽出物に含まれる機能性化合物の分子のおよびバイオインフォマティクスの研究

〔研究代表者〕ワダワ レヌー  
(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕ワダワ レヌー、植村 壽公 (ナノテクノロジー研究部門)、カウル スニル、岡田 知子 (脳神経情報研究部門)  
(常勤職員4名)

## 〔研究内容〕

アーユルベダは5000年の歴史を持つ健康増進、若返り作用を持つとされる伝統医療であるが、その科学的な作用機序はほとんど解明されていない。我々はこれまでアーユルベダに用いられる薬草アシュワガンダの葉抽出物から抗癌作用を有する天然化合物を同定し、その作用分子メカニズムを明らかにしてきた。さらにこの抽出物には抗老化作用があることが我々の研究から示唆され、様々な分子生物学研究手法、バイオインフォマティクスを組み合わせた包括的な研究を進めている。本研究はインドとの国際共同研究として行われており、最終的に、ストレス対策や健康維持のための医薬品、サプリメントとしての応用が可能か検討していく。

本年度、癌細胞、および神経疾患の培養細胞モデルを用いて、アシュワガンダから得られた異なる抽出物の抗癌、抗老化活性を検証した。また、アシュワガンダ由来の活性物質のバイオインフォマティクス解析、構造分子学解析、さらに分子生物学的方法、遺伝子サイレンシング技術を利用した有効成分の分子メカニズムについて解析した。その結果、アシュワガンダの葉抽出物である *i-factor* が抗癌活性を有することを明らかにし、そのメカニズムを解明することに成功した。また、神経疾患の培養細胞モデルを用いた解析では、*i-factor* が神経分化活性に関与することが明らかになった。今後、統合的機能解析結果を踏まえて、抗癌、抗老化活性のある製剤の開発を目指す。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕アシュワガンダ、葉抽出物、抗老化、抗酸化作用

〔研究題目〕手指の感覚・運動機能の統合的なコンピュータシミュレーション技術の確立

〔研究代表者〕多田 充徳  
(デジタルヒューマン研究センター)

〔研究担当者〕多田 充徳 (常勤職員1名)

## 〔研究内容〕

手指の感覚・運動機能をコンピュータ上でシミュレーションするための要素技術の開発を行った。即ち、(1) 皮膚変形のシミュレーションを高速に行うための Finger Shell モデルの高機能化と、(2) 筋骨格系の動力

学シミュレーションを行うための Strand モデルの再現精度検証である。前者については、ラグランジュの未定数法を用いた体積保存の実装、同手法を用いた厳密な接触シミュレーションの実装を行った。後者については、慶應大学病院の協力を得て、屍体を用いた実験を行った。具体的には、示指の運動に関与する7種の筋腱をコンピュータで制御されたサーボモータで引っ張り、それに対する指関節の運動を CT で計測した。CT 画像から筋骨格モデルを作成し、シミュレーション結果と実験結果を比較した。この結果、腱の最大引っ張り量に対して20%程度の精度で双方が合致することを確認した。

〔分野名〕情報通信

〔キーワード〕手指、皮膚変形、筋骨格モデル

〔研究題目〕カーボンナノチューブ可飽和吸収素子の高度化と超短パルス Er ファイバーレーザーへの応用

〔研究代表者〕榊原 陽一 (光技術研究部門)

〔研究担当者〕片浦 弘道、並木 周、糸賀 恵美子  
(常勤職員2名、他1名)

## 〔研究内容〕

近年光ファイバーを用いたファイバーレーザーの進歩はめざましいものがあり、モード同期法を用いた超短パルスレーザーも有力な応用のひとつとなっている。モード同期に可飽和吸収体を用いる受動モード同期法は、容易にモード同期を実現できるために応用上注目されているが、カーボンナノチューブはピコ秒程度の超高速の可飽和吸収効果を光通信波長帯で示すため、超短パルス Er ファイバーレーザーへの応用が期待されている。

これまでに産総研ではカーボンナノチューブを高分子フィルム中に分散した可飽和吸収体を開発し、光ファイバーコネクタ中に挟み込むだけで極めて簡便に高性能の可飽和吸収素子を再現性良く作製できることを示してきた。しかし、可飽和吸収体は光のエネルギーを吸収して熱を発生するため、デバイスの温度上昇による素子の劣化が実用上課題となりうる。そこで本研究では、カーボンナノチューブを分散した高分子フィルムに効果的に熱を逃がすヒートシンク構造を付与する素子加工技術を開発し、さらにその素子を光ファイバーコネクタ中にパッケージする実装技術を開発した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕カーボンナノチューブ、可飽和吸収、短パルスレーザー

〔研究題目〕セラミックス・陶磁器産業の技術高度化に資するデータベース構築の研究

〔研究代表者〕杉山 豊彦  
(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕杉山 豊彦、鈴木 和夫、長江 肇、大橋 優喜、伴野 巧、楠本 慶二

(常勤職員6名)

**【研究内容】**

陶磁器業界における研究開発や製造技術の改良において、基盤情報を提供しうるデータベースの構築と改良を、タイ王国の国立研究機関と共同で遂行し、データの処理方法、構成の共通化やデータの相互利用を研究することにより、データベースの標準化などを検討した。

これまでの研究交流、情報交換などの成果を基に、データ構成を共通化した釉薬データベースをタイにおいて構築し、産業界へのデータ提供を開始した。業界における使用状況、要望などの把握も行った。第2のデータベースとして、窯業原料データベースの構築の検討を開始し、タイにおける他機関との連携も協議しつつ、当部門において構築済みの窯業原料データベースのデータ構成と処理方法を共通基盤として、データベースの設計検討を進めた。また、窯業・セラミックス系のデータを体系的に整理する複数のデータベース及び、それらの連携システムについて検討を行った。

また、データベース情報を活用した研究開発例として、磁器・炆器の焼成温度の低下を試行し、データベースから得られる情報の有効性の検証などを行った。

**【分野名】** ナノテクノロジー・材料・製造**【キーワード】** データベース、陶磁器、窯業、原料、釉薬**【研究題目】** 形状基板による半導体自然放出光の新しい制御技術の研究**【研究代表者】** 王 学論 (ナノテクノロジー研究部門)**【研究担当者】** 王 学論、古江 重紀

(常勤職員1名、他1名)

**【研究内容】**

半導体材料の自然放出光の制御は、21世紀の省エネルギーの照明光源として期待されている半導体発光ダイオードなどの半導体発光デバイスの発光効率を大きく左右する重要な研究課題である。例えば、平坦な半導体基板上に形成した半導体発光材料の自然放出光は、半導体と空気との界面における全反射現象の存在によって、高い効率で空気中に取り出すことが非常に難しい。我々はV字型の溝を持つ半導体基板上に半導体発光材料を形成したところ、発光材料の自然放出光は50%を超える効率で空気中に放出される現象を発見した。これは、従来の平坦基板構造に比べて20も高い効率である。本研究の目的は、光学的評価法を用いて、上記の自然放出光の取り出し効率増大現象の発現メカニズムを解明することである。平成20年度では、角度分解フォトルミネセンスによる発光強度の空間分布測定および有限差分時間領域法(FDTD)による理論シミュレーションから、取り出し効率増大現象の発現は形状基板におけるエバネッセント光の干渉によるものであることが判明した。すなわち、V字型溝基板の二つの傾斜面において、全反射によって

発生したエバネッセント光は、傾斜面の表面に沿ってV溝の間のリッジ頂上平坦面に向かって進む。リッジ頂上平坦面に到達すると、二つのエバネッセント光は互いに干渉し、極めて高い効率で空気伝播光に変換され、空気中に放出される。さらに、エバネッセント光の干渉による発光再結合効率の促進効果の有無を調べるために、時間分解顕微フォトルミネセンスによる発光寿命の測定を試みたが、現在のところ発光再結合効率の促進効果が確認されていない。

**【分野名】** ナノテクノロジー・材料・製造**【キーワード】** 発光ダイオード、取り出し効率、形状基板、エバネッセント光、干渉**【研究題目】** テーラードリキッド/ORMOCERSのインテグレーションに基づくナノ機能制御に関する技術開発**【研究代表者】** 加藤 一実

(先進製造プロセス研究部門)

**【研究担当者】** 加藤 一実、木村 辰雄、鈴木 一行、増田 佳丈、瀧川 玲子

(常勤職員4名、他1名)

**【研究内容】**

2006年6月に締結したMOUを基に、本グループが所有する溶液化学を基軸にした非鉛系圧電体、誘電体、半導体等の酸化物の薄膜集積プロセス技術と、フランホーフ・ケイ酸塩研究所が所有するSi含有無機-有機ハイブリッド化合物(ORMOCERS)の化学反応制御によるマイクロ造形技術の技術的交流と高度化を図り、未来型社会の光デバイスや電子デバイスに向けた新材料及び新集積化プロセスの開発と、産業化に向けた基盤の強化を目指した。将来本格的な国際共同研究を開始するため、研究交流会や双方の所有技術調査などの実質的な研究交流を実施し、国際共同研究契約の締結に至った。

**【分野名】** ナノテクノロジー・材料・製造**【キーワード】** テーラードリキッド、無機-有機ハイブリッド、ORMOCERS、機能性ナノ粒子、非鉛圧電体膜、フレキシブルデバイス**【研究題目】** 中国の中小石炭燃焼装置の低温排ガス脱硝技術の開発**【研究代表者】** 鈴木 善三 (エネルギー技術研究部門)**【研究担当者】** 張 戦国 (常勤職員2名)**【研究内容】**

中国の中小規模の石炭燃焼装置に適した、250℃以下で機能する低温脱硝触媒の開発を行う。本研究では2~3年を目処に、脱硝率はやや低くとも日本型の脱硝設備に比べ、低コストとなる実用的な低温脱硝技術を開発することを目標とする。このため、中国科学院過程工程研究所(IPE)と共同で触媒の開発を行った。IPEでは触媒

の調製を行い、一次スクリーニングにより有望な低温触媒を探索し、日本側はそれをハニカム状の触媒に成型し、実験室規模の石炭燃焼装置の排ガスを用いて脱硝性能を調べた。その結果、200～250℃で NO<sub>x</sub> 分解率が90%を超える触媒組成を IPE は探索し、これにより有望な触媒製造が可能との見通しを得た。ハニカム状への成型も可能で、また、実排ガスによる短期の性能試験でも実用範囲の脱硝性能が認められた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】中国、石炭、低温脱硝触媒

【研究題目】塩素系原料ガスを用いた SiC 基板上のホモ・ヘテロ CVD プロセスの開発

【研究代表者】西澤 伸一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】西澤 伸一（常勤職員1名）

【研究内容】

本プロジェクトは、SIMAP/CNRS（フランス）、および Linköping University（スウェーデン）と行っている、塩素系原料ガスを用いた SiC 基板上のホモ・ヘテロ CVD プロセスの開発に関する研究を加速することを目的とした。主として、産総研では装置スケールでの数値モデルの構築・検証に務め、SIMAP/CNRS では、数値モデルの基礎となる化学平衡・反応データベースの取得および検証を担当した。ホモ CVD に関しては、類似の研究開発を、産総研および SIMAP、両者と独立に共同研究を展開している Linköping 大学（主として成長実験担当）とも連携し、検討を行った。また、ヘテロ CVD に関しては、ダイヤモンド単結晶成長に関して基礎的知見を有するナノテクノロジー研究部門高温量子 G と連携し、基礎実験を開始した。両機関ともに、引き続き、本プロジェクトテーマに関して、および、広く同一の装置、理論で研究開発が進められる他の材料系に関しても、研究を展開していくことを同意した。また、海外出張時に、関連する研究を行っているドイツ機関（European Center for Power Electronics、ミュンヘン工科大学）および LMGP（CNRS : Laboratoire des matériaux et du génie physique）を訪問し、討論を行った。特に LMGP では、SiC および関連ワイドバンドギャップ半導体の単結晶成長技術、評価技術に関して相互交流、共同研究を展開できるよう、引き続き、お互いに検討することを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】結晶成長、パワーデバイス、ウェハ、CVD、炭化ケイ素

【研究題目】CCS に対応したガスタービンにおける改質燃料の燃焼に関する研究

【研究代表者】壹岐 典彦（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】壹岐 典彦、吉田 博夫、倉田 修（常勤職員3名）

【研究内容】

ノルウェーで行われている CO<sub>2</sub> 回収貯留システム（CCS）の研究開発プログラムの中で、早期の実用化を目指した開発として、天然ガスを改質して得られた水素リッチ燃料をガスタービンで燃焼させるプロジェクトが進められている。このプロジェクトに対応して、水素リッチ燃料の燃焼数値シミュレーション用モデルを開発することを目標として SINTEF Energy Research と共同研究を進めている。産総研は水素リッチ燃料の実験データ取得について協力しており、水素リッチ燃料の燃焼における音響効果の実験のためバーナを試作した。前年度ノルウェー側のプロジェクトに産総研が参加した際の実験の後継として、拡散燃焼について実験に用いた音響効果実験用バーナを参考にして、スピーカ付きバーナを試作し、SINTEF に持ち込んで実験を行った。バーナ出口速度の未燃ガスの速度の測定について、バーナ形状を大幅に見直してレーザードップラー流速計に換わり熱線流速計を用いることにより、データ取得を容易にした。またデータ取得ソフトウェアを変更し、速度変動の設定も容易に行えるようにした。このことにより、データ取得とデータ処理に要する時間と手間を著しく改善できた。また、今後の共同研究の方針について話し合った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素燃焼、ガスタービン、CCS

【研究題目】アセアン地域における中核的計量標準システムの構築

【研究代表者】前田 恒昭（計測標準研究部門）

【研究担当者】梶野 良穂、千葉 光一、加藤 健次、今江 理人、臼田 孝、小見山 耕司、齊藤 一朗、藤間 一郎、石橋 雅裕、日置 昭治、石川 啓一郎、松本 信洋、鈴木 智也、大田 明博、野里 英明、森岡 健浩、石居 正典、座間 達也、薮 洋司（常勤職員19名）

【研究内容】

2002年より6年計画で実施された JICA/NIMT プロジェクトにより、NMIJ からタイの国家計量標準機関（NIMT）に多くの計量標準が技術移転された。この結果 NIMT は東南アジアで日本・韓国・中国に次ぐ計量機関となった。本テーマでは、この成果を足掛りとして、産総研計量標準総合センター（NMIJ）と NIMT との間での研究協力を促進し、NIMT における既存標準の高度化、新たな標準の確立、更なる認定取得などを実現させると共に、アセアン地域でのパートナーとして双方の研究成果の実証、不確かさ向上や国際整合性確保など両機関の技術力向上を効率的に実現する協力体制を構築することを目的としている。今年度は、下記の5分野において NIMT との共同研究および研究協力を実施し、実証実験、校正装置の立ち上げ、二国間比較の準備など

を行った。

- 1) 周波数遠隔校正の国際的普及（時間・周波数分野）
- 2) 正弦波近似法による振動加速度校正（振動分野）
- 3) 電磁波標準評価手法の研究（高周波・電磁界分野）
- 4) NMIJ-NIMT 間の標準物質開発協力の推進（化学標準分野）
- 5) 測光放射標準の範囲拡張に向けた要素技術開発（測光・放射測定分野）

さらに、今年度の NMIJ-NIMT 間の研究協力の総括ならびに今後の協力体制についての協議を行うための訪問団を NIMT に派遣すると共に、タイ国内の日系企業や校正・試験機関におけるトレーサビリティの実情調査を併せて実施した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】アセアン、計量標準、トレーサビリティ

【研究題目】アジア地域における標準物質開発ネットワーク（ACRM）の構築

【研究代表者】千葉 光一（計測標準研究部門）

【研究担当者】千葉 光一、加藤 健次、松本 信洋、  
鎗田 孝、日置 昭治、大畑 昌輝、  
黒岩 貴芳、稲垣 和三、朱 彦北、  
高津 章子（常勤職員10名）

【研究内容】

経済活動の拡大に伴い、化学計測標準分野における分析方法や結果評価法の標準化及び国際的整合性の確立が強く求められている。本研究は、日本（NMIJ）、韓国（KRISS）、中国（NIM）の三カ国の国立標準研究所の研究交流を通して、アジアにおける共通・固有の標準物質開発の可能性を探るとともに、化学計測標準の整合性の確保することを目的としている。具体的には、三研究所間で、研究者の相互派遣による研究交流、アジア地域に特徴的な標準および標準物質に関する調査および意見交換、国際共同実験の実施などを行っている。現在、ACRM ネットワークでは以下の6件のプロジェクトを実施している。即ち、1) NMIJ 及び KRISS の白米候補標準物質を用いた共同分析、2) NMIJ の RoHS 指令対応プラスチック標準物質の共同分析、3) NMIJ 及び NIM 鉛フリー候補標準物質の共同分析の準備、4) NIM 候補標準物質 GMO-Rice の共同分析、5) 大気中メタンガス測定の共同分析および APMA 国際比較提案の準備（高純度メタン標準ガスを NIM に供給）、6) KRISS 候補標準物質ポテトチップ中アクリルアミドの共同分析である。平成20年9月には第8回 ACRM 会議を中国、麗江で開催し、上記プロジェクトの進捗状況や今後の進め方を議論した。同時に、本共同研究に関する日中韓の MoU、ACRM ネットワークの内規、ACRM ロゴ、CCQM 国際比較の日中韓共同提案などについて議論した。また、メートル条約下で実施している CCQM 国際比較では、RoHS 指令対応プラスチック分析及びカ

ジキ魚粉末分析を参加国で企画・運営した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】標準物質、標準物質開発、国際協力、アジア地域、日本、中国、韓国

【研究題目】無灰褐炭の低温触媒ガス化プロセスの可能性評価に関する共同研究（国際共同研究推進資金）

【研究代表者】鷹觜 利公（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】鷹觜 利公、シャーマ アトゥル  
（常勤職員2名）

【研究内容】

平成19年3月に産総研と CSIRO との包括的 MOU が締結され、その際開催された両機関の実務研究者との打合せの中で、豪州炭の低温触媒ガス化の可能性について討議した結果、豪州褐炭あるいは豪州亜瀝青炭から無灰炭を製造して、低温での触媒ガス化を実現してみたいということになり、平成19年度より本 FS 調査を共同研究で進めてきた。また、低温触媒ガス化の高効率化と並行して、得られたガス中の CO<sub>2</sub> の高濃度化により、ガス分離による CCS への展開の可能性についても両機関で討論を行なってきた。

この共同研究では、無灰褐炭の触媒ガス化技術プロセス化に向けての個々の技術課題の整理と、それに関する情報交換を行い、その成果を踏まえて次の国際共同プロジェクト研究を実施することを目的とする。

産総研で実施する無灰褐炭の触媒ガス化結果をもとに、豪州側の褐炭およびガス化専門家の立場から、褐炭ガス化の条件の最適化および解決すべき課題について意見交換をメールベースで実施する。また、研究者交流として、両者の若手研究者を中心として2～3週間の滞在で各機関でのガス化実験を実施し、相互における情報の取得と交友を図る。課題の整理がまとまった段階で、両者でワークショップを開催し、関連する成果の討論会を実施する。また、討論会ではこの FS 調査のまとめを行い、この技術のプロセス化に向けて必要な研究項目と実施体制、および具体的な研究計画を討議して、次のステップである本格的国際共同研究への展開を図る。

平成20年4月に日豪相互のガス化研究成果についてのミニワークショップを開催した。CSIRO 側及び日本側から、今後可能性のある国際共同研究テーマについて各々が提案し、各テーマのコンタクトパーソンを決め、また今後のアクションについても取り決めた。両者の意見として、近年石炭ガス化における CCS 技術の位置付けが重要であることから、CCS メンバーを含めた形での国際共同研究への展開が必要であり、特にポイントとして、Geology + Chemistry + Engineering を融合した形での新たな枠組みで問題解決に取り組む必要があるとの結論になった。

この FS 調査結果をもとに、現在 CSIRO 側において、

クイーンズランド州政府に対して「低温触媒ガス化研究」の国際共同研究テーマを提案中である。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 低温ガス化、触媒ガス化、褐炭、無灰炭、ガス分離

【研究 題目】 SiC デバイス量産試作研究およびシステム応用実証

【研究代表者】 奥村 元（エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ）

【研究担当者】 奥村 元、福田 憲司、原田 信介（他19名（富士電機よりの出向者も含む。））

【研究 内容】

次世代省エネ用インバータに必要な SiC デバイスを実用化するために富士電機アドバンステクノロジー株式会社と連携して産総研が開発した SiC-SBD と MOSFET の技術を発展させて耐圧600 V、1200 Vを有する大容量 SiC-SBD と MOSFET を高歩留まりで製造する量産技術を開発する。

試作デバイスを外部供給できるよう、量産試作時の問題点を抽出し、その解決を行う。平成20年度と21年度中に4インチライン用装置の選定／発注を行い、2-13棟の2インチラインで酸化膜形成等の要素技術の開発を行う。平成22年度に4インチラインを立ち上げて、下期から SBD の試作を開始する。さらに、平成23年度上期から MOSFET を試作する予定である。平成20年度は、検査装置の検討と選定を行った。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス、環境・エネルギー

【キーワード】 炭化珪素、SiC、SBD、MOSFET、インバーター、DC-DC コンバーター、オン抵抗、耐圧、順方向特性、逆方向特性

【研究 題目】 プラスチック基材上への可視光透過・熱線反射コーティングの実証

【研究代表者】 菊地 直人

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 外岡 和彦（常勤職員2名）

【研究 内容】

夏季における冷房負荷の主要因である窓から流入する日射熱を光の干渉などを利用して反射することができる産総研が開発した可視光透過・熱線反射ガラスの技術をもとに、プラスチック基材上へ可視光透過・熱線反射膜をコーティングする技術開発をおこなった。ガラスに比べて耐熱性が劣り、かつ無機材料との付着性が劣るポリカーボネート（以後 PC）などのプラスチック基材上へ可視光透過・熱線反射膜をコーティングするための成膜条件や膜構造の最適化を進めた。その結果、PC 基材上に、ガラス基材上と同等の可視光透過・熱線反射特性を

有する多層膜をコーティングすることに成功した。またフレキシブルな PC フィルム（0.1 mm 厚）上への可視光透過・熱線反射コーティングの作製にも成功した。さらに既存の窓ガラスへの貼付を想定し、上記の PC フィルムをガラス基板上に接着剤を使って貼付した場合にも、可視光透過・熱線反射ガラスと同等の光学特性が得られることがわかった。ビルへの応用を想定した省エネ効果の概算では、冷房負荷のみで約25%を低減、また暖房を含む年間負荷を約10%低減できることがわかった。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 省エネルギー、薄膜技術、金属酸化物材料

【研究 題目】 ジーンズをはいて IC 製造を可能にする密閉化搬送システムの開発

【研究代表者】 原 史朗（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 池田 伸一、前川 仁（知能システム）、中野 禅（先進製造プロセス）（常勤職員4名）

【研究 内容】

建設費5,000億円に達する既存デバイス工場。ほとんど全ての企業が負け組に追いやられた。しかも、巨大工場の作りすぎとデバイスチップの作りすぎが巨大なムダの塊となって、産業全体に蓄積し、その高効率化と発展を阻害している。そこで、無数のアプリが広がる、生涯生産個数が少なくとも10万個までの多品種少量デバイスについて、投資1/1000、生産量1/1000とし、それをウェハサイズ1/1000（ハーフィンチ）と30 cm 角の製造装置、そしてクリーンルームを不要とする局所クリーン化技術とで実現しようとするのが、ムダの徹底排除を超越した、産総研が提案する超高効率ミニマルファクトリーである。

小さな装置という意味ではそここの研究所に数多くの開発品がある。しかし、そのほとんどが研究用である。生産現場にあって、研究装置にないモノ、それは生産システムであり、その中核技術は、不良品の発生を防止する搬送系とその駆動システムである。本内部資金においては、そのミニマル搬送システムを開発した。開発に当たっては、局所クリーン化技術を導入し、本質的に不良発生ゼロ生産に不可欠な、0.1 micron レベルでの微粒子の排除をプロトタイプレベルで実証した。

【分 野 名】 「情報通信・エレクトロニクス」＋「ナノテクノロジー・材料・製造」（2分野横断の融合的テーマ）

【キーワード】 CMOS デバイス、MEMS、シリコン、生産管理システム、省エネルギー、生産技術

【研究 題目】 エネルギー削減効果をもつ不凍タンパク質（AFP）技術の実証



〔研究代表者〕津田 栄

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究内容〕

目標：

零℃付近で効果的に水を凍結させる能力をもつ AFP 固定化材料を開発すること。培養により増殖させた細胞を約4℃下で長期間保存する為の AFP 細胞保存液を開発すること。

研究計画：

魚類 AFP を基板、フィルム、ビーズ状樹脂等に固定化したものを作製する。凝固点精密測定システム、FT-IR 分光法、水晶振動マイクロバランス法 (QCM) を用いて AFP 固定化基板がもつ凍結性能と AFP 集積密度・配向性との相関関係を調べる。市販の細胞保存液に AFP を添加したものを用いて種々の培養細胞の生存率の経時変化を調べる。滅菌室内に設置した低温インキュベーター、共焦点レーザー顕微鏡、電気化学顕微鏡 (SECM) を用いることにより細胞保護メカニズムを解析する。

年度進捗状況：

AFP の固定化方法と凍結性能の相関、AFP の種類と凍結性能の相関、AFP 固定化担体材料と凍結性能の相関について検討した。特に(1) AFP のアミノ基を利用して固定化する方法、(2) AFP のカルボキシル基を利用して固定化する方法、(3) AFP の N 末端に導入したシステイン残基を利用して固定化する方法、(4) AFP と基板表面の疎水的な相互作用を利用する方法、(5) 分子間力、静電気力、疎水的相互作用を統合的に利用する固定化方法を検討した。その結果、(3)と(5)が高い活性を示すことを見出した。(5)は AFP 水溶液を吹き付けて乾燥させる簡便法であり大きな AFP 基板の作製を可能にすると考えられた。現在、FTIR や XPS などの分光法を活用した実験を行い AFP 固定化量と氷核活性の間の相関関係を解析している。一方、国産食用魚類のすり身から高純度精製された複数の AFP 試料を市販の細胞保存液に溶解し (AFP+)、その細胞保護機能を AFP 無添加の細胞保存液 (AFP-) を用いた場合と比較した。HepG2 (ヒト肝臓)、IEC6 (ラット小腸)、COS-7 (サル腎臓)、HeLa (ヒト子宮頸管)、ECV304 (ヒト臍帯)、PC-12 (ラット褐色細胞)、HEK294 (ヒト腎臓)、Jurkat (ヒトリンパ球)、K562 (ヒト胸水)、THP-1 (ヒトリンパ球) を入手して AFP による保護効果を調べた。とくに1) AFP 濃度と保護機能、2) AFP の種類と保護機能、3) 細胞保護メカニズムを検討した結果、細胞保護機能は1-10 mg/ml の範囲で濃度依存的に向上することを見出した。また、AFP のアイソフォーム混合物に匹敵する細胞保護性能を発揮する小分子量ペプチドを見出した。現在はその遺伝子組換え体を高い生産効率で発現するための技術を検討している。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕不凍タンパク質、3次元構造、分子機能、大量生産、製品化

〔研究題目〕膜機能とマイクロ波加熱法による多成分混合ガスからの高純度水素の供給装置の開発

〔研究代表者〕佐藤 剛一 (コンパクト化学プロセス研究センター)

〔研究担当者〕佐藤 剛一、西岡 将輝、長谷川 泰久、和久井 喜人、井上 朋也、濱川 聡 (常勤職員6名)

〔研究内容〕

本研究は各種炭素資源 (軽・灯油、バイオマス等) の改質反応によって得られた多成分混合ガスから、燃料電池等で利用する高純度水素のみを選択的に供給する装置の開発を実施するものである。高純度水素を取り出すためにパラジウム膜を、また膜の加熱には選択加熱や急速加熱が容易なマイクロ波加熱法を利用することによって、シンプルな構造かつコンパクトなプロトタイプを作製を目標としている。本年度は前年度における要素技術の基盤研究の成果を受けて、プロトタイプ製作を中心に研究を実施した。

プロトタイプは、小型化、低消費エネルギー化に成功した半導体型マイクロ波発信装置と、透過性能と分離性能を最適化した pore-filling 型パラジウム膜 (多孔質支持体の内部にパラジウムナノ粒子を充填) を用いて作製した。膜の加熱試験を行ったところ、従来のマイクロ波誘電加熱法では十分な加熱が出来ない現象が見受けられたが、新たに開発したマイクロ波磁界加熱法を用いることによって、予定の加熱性能と水素透過量の制御が可能となった。さらにこの方式では、マイクロ波照射空間内におけるパラジウム膜配置の自由度が高くなり、水素処理量のさらなる増大が見込めることとなった。また、プロトタイプ製作にあたって、波及性の高い新しい知見や新規性の高い技術 (膜調製法の最適化、パラジウム膜へ妨害ガスが与える現象の解明、加熱したパラジウム膜の伝熱シミュレーションと流通ガスによる除熱技術など) も得ることが出来た。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕パラジウム水素透過膜、マイクロ波加熱、高純度水素分離

〔研究題目〕遺伝子解析技術に基づく簡易型識別装置の開発 - 食の安全確保への応用 -

〔研究代表者〕小池 英明

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕小池 英明、小松 智代、中村 史、玉野 孝一、河原林 裕、町田 雅之、平野 隆 (常勤職員6名、他1名)

〔研究内容〕

世界的に様々な食糧資源の枯渇が問題となる中で、日本の水産資源、とりわけクロマグロをめぐる状況は悪化している。食品の産地偽装も後を絶たず、社会問題となっている。総合科学技術会議においても、マグロの保護に貢献する食料生産技術は「革新的技術戦略」として重要政策と位置づけられる。経済産業省産業技術環境局では、食品の安全のための安全管理（トレーサビリティ）技術が重要とされる。ゲノム塩基配列の違いに基づいて生物種内の識別を行う手法は産地偽装の抑制につながり、クロマグロばかりでなく魚類全般に展開可能で、食の安全を求める社会の要請に応えるものである。しかし、クロマグロなどの食糧として重要な魚類のゲノム配列は無く、識別の標準的な方法は存在しない。系統の識別方法の開発は、優良品種の育種などへの利用も可能で、水産資源の確保にもつながる。

初年度の開発で、産総研がこれまで蓄積してきたゲノム科学分野の解析技術を応用して食品の産地を識別するための方法を考案した。日本の重要な水産資源であるクロマグロを対象として研究を行い、クロマグロ遺伝子の解析のために、まず野生のクロマグロからゲノム解析の基本となる DNA 資源であるゲノム・ライブラリーを構築した。クロマグロの産地・系統の識別に有効な塩基配列領域を見出し、その有効性を検証した。これらの成果を発展させ、系統を識別する簡易型装置の開発を目指す。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子解析、食の安全、産地識別、ゲノム配列

【研究題目】 高感度蛍光顕微鏡としての表面プラズモン励起増強蛍光顕微鏡システムの開発

【研究代表者】 田和 圭子

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 田和 圭子、西井 準治、金高 健二

(光技術研究部門)

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

表面プラズモン励起増強蛍光法を二次元高感度蛍光観察法として展開し、高度なナノ加工基板を利用した高倍率観測も可能な表面プラズモン励起増強蛍光顕微鏡システムの開発を目的とした。システム開発に必須な課題は(1)表面プラズモン共鳴による電場増強を最大にする基板条件を検討すること、(2)操作・調整が簡単な検出系で高倍率観測ができる二次元検出装置を作製すること、の2つと考え、(1)では、溝深さ以外に表面プロファイルと Duty 比（凸部のピッチに対する割合）の調整が電場増強に大きな影響を与えることを示すことができた。また、二次元周期構造基板の作製にもとりくみ、その優位性を示すことができた。さらに、UV ナノインプリント法によるプラスチック基板への周期構造の転写についても検討を行い、増強蛍光チップとしての利用が可能であ

ることを示すことができた。(2)においては、正立落射型蛍光顕微鏡において、アパチャーストップにピンホールを導入することにより、より S/N の高い蛍光像を観察することができた。

【分野名】 ライフサイエンス、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 蛍光顕微鏡、表面プラズモン、ナノ加工、周期構造、細胞

【研究題目】 有機ナノチューブ連続合成装置の開発と実証

【研究代表者】 浅川 真澄

(ナノチューブ応用研究センター)

【研究担当者】 浅川 真澄、小木曾 真樹、清水 敏美

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

有機ナノチューブの大量合成法開発に成功し、サンプル提供基づく企業との連携を開始している。しかしながら、現在の合成方法では、自己集合化後の溶媒との分離、次いで乾燥が必要であり、量産化への課題となっている。最近になり、この課題を解決するためのアイデアとして、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置を組み合わせることによる「有機ナノチューブ連続製造装置」を考案した。有機ナノチューブを構成する両親媒性分子、並びにその自己集合法による大量合成は、我々の独自技術であり、その更に先を見据えた当該技術シーズは、世界中探しても他では類を見ない。

本課題の目的は、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置を組み合わせた有機ナノチューブ連続合成装置の開発と実証である。通常、湿式高圧乳化装置は、粒子の乳化・分散・破砕に用いられているが、本課題では、湿式高圧乳化装置によって発生する高温高圧状態を利用して、有機溶媒中へ両親媒性分子の溶解度を一時的に高めて、その後減圧急冷することにより、有機ナノチューブ合成の効率化を図る。この合成方法の利点は、連続処理が可能であるため、容器の大きさによる制限を受けずに、1回で大量の有機ナノチューブを製造することである。しかしながら、この方法で得られるのは、有機ナノチューブ分散溶液であるため、溶媒との分離・乾燥が必要である。そこで、スプレー式乾燥装置を利用することにより、両親媒性分子から連続的に有機ナノチューブ分散溶液を経て、有機ナノチューブ乾燥粉末固体の製造を可能とする装置を考案した。また、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置を直接連結することができれば、湿式高圧乳化装置で製造した両親媒性分子過飽和溶液を直接スプレー式乾燥装置で乾燥することが可能となり、過飽和状態から有機ナノチューブ生成と溶媒分離を同時に実現することが可能になると考えている。そのためには、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置の連結方法、連結部位への熱交換器を設置の検討、高圧下か

ら効率的に噴霧し乾燥するためのスプレーノズル形状の検討等が必要である。

平成20年度は、①湿式高压乳化装置を利用した有機ナノチューブ連続合成条件の検討、②スプレー式乾燥装置を利用した有機ナノチューブ分散溶液連続乾燥条件の検討、③合成効率のさらなる向上を目指し、湿式高压乳化装置用いて有機ナノチューブ原料過飽和溶液の調整と、その過飽和溶液をスプレー式乾燥装置により乾燥することによる有機ナノチューブ合成条件を検討した。

その結果、高効率自己集合化装置の必要条件を抽出し、装置を試作した。また、スプレー式乾燥装置に関する検討を進め、適したスケールで処理可能な装置を選定した。さらに、それぞれの装置に関する条件の最適化を進め、高効率自己集合化装置並びにスプレー式乾燥装置を個別に使用した場合の必要な条件と改良すべき箇所を抽出することができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 自己集合、有機ナノチューブ、大量、連続、製造

【研究題目】 光ファイバによる周波数標準の超高精度供給装置の開発

【研究代表者】 雨宮 正樹（計測標準研究部門）

【研究担当者】 雨宮 正樹、今江 理人、藤井 靖久、鈴木 智也（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

産業界、研究機関、大学等においては、測定の基準となる安定な周波数標準を必要としている。基準信号の発生源としてはセシウム原子発振器や水素メーザであるが、高価で維持管理にもコストがかかっている。そこで本テーマにおいては、周波数標準をより遠くに、より多くのユーザに利用してもらえよう、光ファイバを用いた高精度供給装置を開発する。その目標は実環境に十分適応し、オリジナルの信号性能（ここでは水素メーザクラス）の劣化を極力抑えて伝送できることである（目標システム雑音 $1 \times 10^{-13}$  (1s)、 $1 \times 10^{-15}$  (1日)）。また複数ユーザにも供給できる光分配能力を有することである。この目標実現に向け、(1) 高精度位相制御送信装置 (2) 光受信装置 (3) 双方光増幅装置 (4) 光分配増幅装置の4つの装置を実現し、トータルなシステムとして性能を出す必要がある。各装置開発の状況を示す。

(1) 高精度位相制御送信装置については、2波伝送による位相変動キャンセル法の検討を行い、効果を検証した。光ファイバ160 kmにおける位相制御性について実験を行い、長期(1日)の安定度目標である $1 \times 10^{-15}$ 以下を満足した。短期安定度はまだ目標をクリアしていないが高速化が有効であることから1 GHzの信号による検討を行う。(2) 光受信装置：短期安定度の目標を満足するためには光受信部初段のC/N(信号対雑音比)の向上が必要である。低雑音アンプの採用と高入力化により、

$1 \times 10^{-13}$ 以下(1秒)を実現する条件を見出した。現在この計算に基づき、回路試作中である。(3) 双方向光増幅装置：本システムのキー技術のひとつである双方向光増幅のプロトタイプを完成させた。本装置の双方向の光信号間のアイソレーションは65 dBと良好であった。また敷設された光ファイバの損失を補償し、安定に動作することを確認した。(4) 光分配増幅装置については、AWG(Arrayed Waveguide Grating)を用いた40分配の装置試作を行い、アイソレーション、温度特性等の評価を実施し、目標とする性能を実現するための基本データを得た。100分配以上の実現には本AWG法はコストの点で不利であるため、パワー分岐方式の検討(8分岐 $\times$ 32分岐=256分配)を開始した。上記の各装置と光ファイバにより、プロトシステムの性能検証を行いつつある。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 周波数標準、光ファイバ、基準信号供給、周波数安定度

【研究題目】 ナノリユースリケーション技術の実証

【研究代表者】 安藤 泰久

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 安藤 泰久、日比 裕子、間野 大樹、村上 敬、是永 敦、三宅 晃司、中野 美紀、田中 章浩(常勤職員7名、他1名)

【研究内容】

本研究開発課題では、マイクロスケールの周期構造と多層膜を組み合わせることで、高効率で表面にパターンニングを行い、それによる潤滑改善効果を検証することを目的としている。開発中の技術は、金属やセラミックスなど多様な基材が利用出来ること、パターンニングされた表面の材質が2種類以上であること、などが特徴である。また、摩擦面に用いたときには、摩耗したときにもナノスケールのパターンが維持される可能性がある。

マイクロスケールの周期構造の作製は、フォトリソグラフィを利用したシリコン(100)面の異方性エッチング、金属表面への機械加工、の2つの方法によって行った。まず、シリコンのマイクロスケールのパターンを用いて、多層膜を形成する材質と積層条件の検討を進めた。銅-錫、鉄-金、アルミニウム-アルミナ、アルミニウム-プラチナ、カーボン-シリコンカーバイドの組合せを試し、ほぼ良好な多層膜が得られることを確認した。また、マイクロパターン上では、平滑面上よりも成膜が容易になる可能性が示された。

機械加工によりサブミリオーダーの溝を形成した金属表面については、実用に近い摩擦試験方法によって摩擦特性、ナノパターンの形成条件の検討を行った。高面圧の試験では、ブロックオンリング型の摩擦試験機を用いて、金-鉄の多層膜を形成したパターンを油潤滑条件下

で摩擦した。添加剤の含まれていないベースオイルでは、摩耗粉の移着が目立ちナノパターンの形成が認められなかったが、エンジンオイルにも添加されている酸性リン酸エステルを少量加えることによって、ナノパターンが摩耗面に現れることを確認した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 トライボロジー、摩擦、軸受、表面処理、パターンニング

〔研究題目〕 難削微細形状デバイス用レーザー・電解複合加工システムの開発

〔研究代表者〕 栗田 恒雄  
(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 栗田 恒雄、笠島 永吉、三島 望  
(常勤職員3名)

〔研究内容〕

本研究では心臓外科、脳外科に応用されるカテーテル、チューブ、高密度電子回路検査用プローブ等の高精度、高効率、低環境負荷加工を目指し、同一機上でレーザー・電解逐次複合加工可能な小型複合加工機を開発することを目的とする。

対象ワークであるステンレス製小径管を高効率、高精度で加工することが可能な電解加工条件を知るために、直径0.12 mm のステンレス管に対して電解加工を行った。加工後の材料表面状態等を評価することで、ステンレスの小径管加工を対象としたときの最適電解加工条件について検討した。

昨年度製作したレーザー加工計測モジュールを搭載するレーザー・電解複合加工機本体部を製作した、計測用ソフトウエア、加工・計測工程コントロール用ソフトウエアを試作し前記レーザー光源、加工・計測光学系を統合した。レーザー加工、計測、電解加工の一連の工程を操作可能なコントロールパネルを製作した。

製作したレーザー電解複合加工機を用いて低剛性である直径90  $\mu\text{m}$  (内径40  $\mu\text{m}$ ) のステンレス管に表面に熱影響が見られない状態で、幅20  $\mu\text{m}$  の穴を軸中心に対して放射状に穴間隔約20  $\mu\text{m}$  で約60個形成した。このような極小径管に対する微細加工を世界で始めて実現した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 レーザ加工、電解加工、複合加工、微細加工、小径軸

〔研究題目〕 ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャ (User Centered Robot Open Architecture)

〔研究代表者〕 平井 成興 (知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 比留川 博久、大場 光太郎、  
神徳 徹雄、梶田 秀司  
(常勤職員34名、他5名)

〔研究内容〕

ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャに基づいて開発を進めている3種のプロトタイプロボットのうち、物流支援ロボットに関して、前年度までに実施した u-RT スペース II での基礎実験で得られた要素技術・ノウハウをもとに、廊下実験環境の構築とインテリジェント AGV 走行実験、実際の AGV をベースとした実用インテリジェント AGV の開発、ディペンダブルなインテリジェント AGV 開発のための SysML モデル化を行った。

対人サービスロボットについては、昨年度までのプロトタイプ2号機 (HAM-P2) の製作と評価を通して得た知見を活かして、プロトタイプ3号機および最終プロトタイプ4号機 (HAM-P4) の設計・製作を行った。また、想定ユーザの協力を得て、最初はグラフィックシミュレータを使った操作実験、次の段階として市販ロボットを使った操作実験を実施して、開発した操作インタフェースを評価する人間工学実験を実施した。さらに、システムを構成するそれぞれの要素技術の完成度を上げるとともに、それぞれ部品としての市場化可能なレベルとした。

サイバネティックヒューマンでは、外観が人間に近く、人間に近い歩行や舞踏等の動作ができ、音声認識等を用いて人間とインタラクションできるロボット HRP-4C の開発を行った。HRP-4C は身長158 cm、体重43 kg で日本人青年女性の標準体型に準ずるプロポーションをもった自立型の2足歩行ロボットである。頭部には8自由度を有し、一定のリアルさを持った表情をつくりだすことが可能である。このロボットを用いて、モーションキャプチャに基づく歩行動作、ターン動作等の実験を行い人間に近い動作が可能である事を確認した。また、RT ミドルウェアを用いることで、音声認識による人間とのインタラクションを実現した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 ユーザ指向ロボット、オープンアーキテクチャ、物流支援ロボット、対人サービスロボット、サイバネティックヒューマン

〔研究題目〕 RT ミドルウェアに関する研究

〔研究代表者〕 神徳 徹雄 (知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 末廣 尚士、安藤 慶昭、大場 光太郎、  
野田 五十樹、冨沢 哲雄、  
Geoffrey BIGGS  
(常勤職員5名、他2名)

〔研究内容〕

ロボット技術をソフトウェア的にモジュール化して再利用性を高め技術の蓄積を可能にする RT ミドルウェアのコンセプトを、広く普及させる強力な手段として標準化が求められている。

本研究では、ソフトウェア技術の国際標準団体である OMG (Object Management Group) において、モジュール化を推進するフレームワークとなるロボット用の

コンポーネントモデルの OMG 国際標準案を策定することを旨とする。既に OMG において、ロボット技術の標準化を議論するために日韓で共同議長を選出してロボット技術部会 (Robotics-DTF) を設立して議論を進めているところである。

平成20年度は、定期的に OMG の技術会議の議論に参加するとともに、円滑な技術部会運営のために Robotics-DTF の関係者訪問などを行った。ロボット用ソフトウェアの枠組みとなるコンポーネントモデルに関しては、2008年4月に正式な標準仕様として発行されて、当初の目標を達成することが出来た。

このコンポーネントモデルの標準化作業と並行して、次の標準化課題として、システムが連携して作業を実施するのに欠かせないロボット用の位置・測位情報の標準化を同時に進めてきた。日本 (ロボット工業会) と韓国 (サムソンと ETRI) からの提案をベースにして統一仕様案の合意形成を進め、6月のオタワ技術会議にて仕様原案として採択され、文書化作業部会 (RLS-FTF) が設置され、最終仕様案の作成を進めてきた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】国際標準化、RT ミドルウェア、OMG、コンポーネントモデル、位置・測位情報

【研究題目】基準太陽電池の標準化

【研究代表者】猪狩 真一 (太陽光発電研究センター)

【研究担当者】(常勤職員1名)

【研究内容】

本研究の実施内容は次の(1)から(4)である。

- (1) 国内外の基準太陽電池パッケージ構造実態調査
- (2) 標準的な基準太陽電池用セルに要求される電気的、光学的、熱的性能規定に関する研究
- (3) 基準太陽電池用セルを実装した状態 (パッケージを含む) での性能・信頼性に関する研究
- (4) 基準太陽電池に関する IEC 規格と JIS 規格の技術的・体系的な整合化

平成20年度は、米国 VLSI Standard 社並びにドイツ ISE の基準太陽電池の構造調査と多重反射を抑制する構造検討の一環で代表的構造セルの入射角特性評価を実施した。また、結晶シリコン系 (JIS C8910、JIS C 8911、JIS C 8921)、アモルファス (JIS C 8931)、多接合型 (JISC 8941(予定))、CIS (TS)、色素増感型 (OITDA-PV01) を統合し、IEC60904-2 Ed2.0 と体系的に整合させた MOD JIS 原案を作成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】分光放射照度測定、標準化、基準セル

【研究題目】簡易型水素センサーの標準化

【研究代表者】松原 一郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】松原 一郎、申 ウソク、伊豆 典哉、

西堀 麻衣子、伊藤 敏雄、

中島 久美子 (常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

エネルギー問題・環境問題の双方の観点から、一般生活におけるエネルギー源として、水素を利用する水素エネルギー社会への移行が一つの有効な対策と考えられており、早急な実現が望まれている。これを実現するためには、安全対策として水素センサが不可欠である。ガスセンサに関する国際規格として IEC (IEC60079-29) 規格が存在するが、これは広く可燃性ガスを対象とした警報器用の規格であり、水素選択性、応答速度、検知濃度範囲等、水素ガス専用のセンサに必要な不可欠な要求性能が定められていないため水素センサに関する国際標準化が求められている。本研究では水素ステーション等水素関連施設で利用される水素漏洩検知センサの国際標準化を目指す。平成20年度は、ISO/TC197/WG13 “Hydrogen Detectors” において、1回の国際会議と3回の国内会議で規格案を審議した。その中で、既存の IEC 規格との関係、検知濃度範囲、許容範囲、温度試験、応答時間、回復時間等の要求性能や試験方法に関する議論を行い、規格案を委員会段階 (DIS) から最終国際規格案段階 (FDIS) に進めた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素センサ、国際標準化、試験方法

【研究題目】粉体・粒子計測に係わるオントロジー・メタ標準・ナビゲータ開発

【研究代表者】綾 信博 (先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】綾 信博、遠藤 茂寿

(常勤職員2名)

【研究内容】

粒子・粉体計測技術は、従来からの材料・食品等の産業のほか、各種デバイス製造やナノテクノロジー、あるいはバイオテクノロジー・ライフサイエンス分野においても重要度を増している。測定へのニーズが高まり、更に厳しくなる中で、種々の測定原理に基づく数多くの新たな計測法・計測装置の開発も加速しており、またこれに対応して、個々の測定法或いは個別の応用に即した規格や標準等の整備が進みつつある。しかし殆どの計測装置の適用範囲は決して広くなく、また専門家ですら計測技術の全体を把握することができにくい状態となっており、ユーザーがそのニーズに応じた適切な粒子計測装置を選択し標準や規格に準拠した測定値を得ることを助けるための、ガイドライン・標準あるいは知識ベース・メタ標準の整備の必要性が指摘されている。本研究では、各規格に定められた計測法の適用範囲や制限と、計測結果の表示・表現について、用語を定義する情報構造と用語間の関係を記述するための素案を作成するとともに、この用語を用いた定式化、記述とその標準化により可能となるサービスのうち、規格に係わる計測機器メーカー

／サプライヤー及びユーザーの双方から関心が高い「測定対象を指定した際に、適切な標準をガイドするナビゲータ」につき実証提示可能な電子計算機処理システムを構築すること、更に、システムの運用を通じて標準化メトリックを理解しやすい形で提示することにより国際的な標準化議論を先導することを目標としている。平成20年度には、ISO TC24/SC4/WG1で行われているターミノロジー標準案の検討と連動しつつ、代表的な関連規格を情報処理することで用語等を整理する方策の開発を行った。また、ナビゲータの基本的仕様を定め、デザインレビューを行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造、計測標準

【キーワード】 粒子、粉体、ターミノロジー、国際標準化、オントロジー、セマンティック技術

【研究題目】 ロービジョンのための可読文字サイズの標準化

【研究代表者】 伊藤 納奈（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 伊藤 納奈、佐川 賢（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究では、全国で100万人またはそれ以上とも言われるロービジョン者の視覚特性のうち、視力特性とそれに関連する可読文字サイズについて計測し、そのデータベースを作成するとともに、ロービジョン者の視覚特性に適合した文字デザイン手法を確立し、JIS TR 及び JIS TS として提案することを目的とする。

対象とする文字として、日本語文字（カタカナ・漢字）やアルファベット等の多様な文字タイプを用い、それぞれのサイズの違いによる一文字の判読率を計測する。ロービジョンは特に白黒反転文字（黒地に白文字）を読みやすく感じるが多いため、適切なポジ、ネガでのコントラスト比についても、ロービジョン独特の問題として検討する。これらの内容を踏まえ、読みやすい文字サイズを推定する手法を開発する。また、1文字だけでなく、文章としての読みやすさを考慮した文字サイズについても考慮する。

今年度は、3年計画の2年目にあたり、ロービジョンを対象に被験者実験を主として行い、59名の最小可読文字サイズのデータを収集した。また、新規参加者もしくは眼の状態に大きな変化があった人には医学的屬性検査を外部医療機関の協力を得て実施した。

次年度は、文字の読みやすさについて検討を行う予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ロービジョン、可読文字サイズ、コントラスト

【研究題目】 映像の生体安全性に基づく安全基準の国際標準化

【研究代表者】 氏家 弘裕（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 氏家 弘裕、渡邊 洋（常勤職員2名）

【研究内容】

当該研究は、映像視聴によって生じうる光感受性発作、映像酔い、立体映像による視覚疲労などの好ましくない生体影響の発生を軽減し、映像の生体安全性を実現するための映像ガイドラインの国際標準原案作成と、これに寄与する基盤データの確立を目的とする。特に、基盤データについては、映像酔いや立体映像による視覚疲労に関わる要因に焦点を当てて、画面サイズ、両眼立体視、視聴者属性の観点から解明する。

映像酔いは、視覚的グローバル運動の特定の速度帯域が映像酔いのきっかけ（一次要因）となりやすいことが基礎研究から示されたが、いわゆる映像の手ブレ感、浮遊感的運動要素についてもこれがあてはまるか、さらに検証する必要がある。

平成20年度は、この映像の手ブレ感、浮遊感的運動要素が映像酔いに与える影響を主に大スクリーンにて検証した。その結果、(1)映像表示サイズが大きいほど、酔いの主観評価値が大きいこと、(2)映像表示サイズが大きい CAVE（没入型視覚情報提示装置）を用いた場合には、手ブレ感の大きい映像の方が、吐き気や眼球運動に関わる項目が相対的に評価値が大きく、トータルスコアも大きい。(3)ただし、映像表示サイズが相対的に小さい場合には、性別で(2)と異なる結果となった。これら(2)と(3)については、映像表示サイズに応じて、性別の影響が出るなどの可能性が示唆されるため、視聴者属性との観点を含めて、さらに検討する必要がある。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 映像の生体安全性、映像酔い、視覚的グローバル運動、手ブレ感、浮遊感、シミュレータ酔いアンケート、自律神経活動

【研究題目】 触覚記号の最適サイズ推定方法の標準化

【研究代表者】 佐川 賢（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 佐川 賢、伊藤 納奈（常勤職員2名）

【研究内容】

触覚記号や触覚文字は、視覚障害者の情報として重要な役割を果たしているものの、認識しやすい適切なサイズは確立されていない。特に高齢者は年齢とともに触覚の圧感覚や空間分解能などの基本特性が衰えるため、年齢を考慮した特別な配慮が必要とされる。本研究では、認識しやすい触覚記号・文字の適切なサイズを決めることを目的とする。そのため、触覚に及ぼす種々の要因（文字種、サイズ等）に関するデータを収集し、それらのデータに基づいて適切な触覚記号や触覚文字のサイズを設計する指針を開発する。

全体計画は、触覚文字や図形の判読における文字種やサイズの差、年齢効果、視覚障害の有無による差、などを明らかにし、最適な触覚記号の仕様（サイズ等）を推

定する JIS 規格原案をまとめる。

平成20年度は、全体計画のうち、視覚障害者及び晴眼者による触覚適正サイズの差異を検討した。昨年度（平成19年度）実施した触覚記号や文字の判読実験を、実際に視覚障害者を被験者として実施し、視覚障害者に対する適正な触覚サイズを実験的に求めた。さらに、触覚の基礎特性として空間分解能及び触圧感度の計測を行い、生理的起因の考察の基礎資料を得た。その結果、視覚障害者は触覚の判読において晴眼の若年者や高齢者よりも触読の能力が優れ、より小さい触覚図形（4 mm）や文字（8 mm）で十分判読できることが示された。また、視覚障害者は触覚の基礎特性（触圧、空間分解能）でも晴眼者より優れており、この高い能力は高齢になっても維持されることが判明した。ただし、高齢の中途失明者は例外であることも示された。

これらの検討結果を踏まえ、次年度以降に触覚記号や文字の設計指針に関する JIS 規格原案まとめる予定。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 触覚、触覚図形・文字、高齢者、視覚障害者

【研究題目】 超音波パルス反射法及び圧力計測法の併用による人工血管材料及び再生血管足場材料の弾性率測定方法の標準化

【研究代表者】 本間 一弘（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 本間 一弘、新田 尚隆

（常勤職員2名）

【研究内容】

血管材料については、必要な特性の計測方法が複数あるにもかかわらず、肝心の非破壊的力学特性の計測及び表現方法が確立されていないため、臨床における移植妥当性の評価を難しくしている。本研究では、移植前における人工及び再生血管足場材料の生体適合性や構造的完全性を評価することを目的として、生体内評価との一貫性を確保し易い超音波パルス反射法と、かつ圧力計測を併用し、人工血管材料及び再生血管足場材料に特化した弾性率測定方法の確立及び標準化に向けた基盤研究を実施する。

該血管材料の非破壊的力学試験方法としては、超音波力学測定法として確立している超音波エラストグラフィ法の考え方を基礎とし、超音波パルス反射法及び圧力計測法と加圧機構を用いて、人工的に血管材料を加圧及び減圧したときの圧力-歪み曲線を取得することにより、血管材料を切り開くことなく円筒状のまま弾性率を測定する方式を採用する。この方式の中で、1. 最適な血管材料加圧機構、2. 超音波を用いた血管材料変形の測定方法、3. 弾性率の測定方法、4. 測定値の校正方法等について規定すべく実験的検討を行い、規格案としてまとめる。

平成20年度は上記4項目について検討するため、閉流

路をベースとした実験装置を構築し、血管ファントムを用いた予備実験、及び実際の人工血管材料及び再生血管足場材料を対象とした本実験を行いデータを収集した。収集したデータと、標準的な力学試験法である引っ張り試験の測定値とを比較した結果、両者は有意差なく同等の値を示し、本測定方法が破壊的な引っ張り試験法の代替となり得ることが示された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 血管材料、弾性率、超音波

【研究題目】 再生医療材料の in vitro 吸収性評価国際標準形成に関する研究

【研究代表者】 伊藤 敦夫（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 伊藤 敦夫、十河 友

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

再生医療材料については、標準的な評価法や標準物質がほとんどない。そこで、再生医療材料の溶解性を比較し、生体組織内での材料吸収特性を予想できる標準的 in vitro 吸収性評価手法を構築するための基盤研究、およびその標準化活動を実施する。また、当該評価法の ISO 提案先候補のひとつでもあり、日本が幹事国である ISO/TC150/SC7/WG3 のコンビナー業務を遂行する。

平成20年度は、VAMAS TWA30 にプロジェクト提案した。また、VAMAS 提案が採択されたので、国際ラウンドロビンテストにむけて、互換的類似評価法に合わせたプロトコル案修正を試みた。具体的には、本提案と類似で英国を中心に検討されている pH4.01 フタル酸塩緩衝液を用いた評価法に関して、互換性を評価した。その結果、pH4.01 では再生医療材料 TCP セラミックの溶解速度・溶解量は、pH5.5 酢酸緩衝液を用いる本提案と比較して約 10 倍高くセラミックの表面積の気孔率の減少に伴って低下した。また本提案よりも、粒界からの溶解が起こり易い。溶解量は評価パラメータとして不適切であったが、初期溶解速度の相対値は本提案と互換性があることが確認された。ラウンドロビンテスト用試験片について検討を行い、原料粉末は 700℃仮焼、200 mesh 以下リン酸 3 カルシウム粉末とすること、連通気孔構造とすること、企業と産総研で試験片を準備して原料粉末は共通のものを使用すること、相対密度は 60%台と 70%台と 90%台にすること、形状は直径 5 mm、長さ 4 mm にすることと定まった。さらに、ISO/TC150/SC7/WG3 のコンビナー業務を遂行した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 再生医療材料、吸収性、標準化

【研究題目】 人間工学—身体到達域に関する研究

【研究代表者】 横井 孝志（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 横井 孝志、大塚 裕光

(常勤職員2名、他1名)

**【研究内容】**

日常生活や工場等における作業場面では、危険物を回避する手段として、安全柵の設置等が行われる。この柵の設置に関係した規格は存在する (ISO13857:2008) が、この中で規定されている寸法値については、どのような根拠や実験のもとに規定されたものか明記されていない。また、欧州等において予備的実験を実施した結果、この規定値では危険物に手が届いてしまうことがあるとの報告もある。そこで、本研究では ISO13857に関係した柵越え到達における安全距離を再検討し、この数値に問題がある場合には改定案を提案する。

平成20年度は、柵越えリーチング動作実測データにもとづいた柵越え到達距離の算出を行うとともに、この結果を ISO/TC199/WG6委員会 で報告した。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** 機械安全、リーチング動作、安全到達距離、国際標準

**【研究題目】 公共空間に設置する移動支援用音案内の標準化**

**【研究代表者】** 関 喜一、佐藤 洋

(人間福祉医工学研究部門)

**【研究担当者】** 関 喜一、佐藤 洋、倉片 憲治、古屋 敦子、松下 一馬 (製品評価技術基盤機構) (常勤職員3名、他2名)

**【研究内容】**

公共空間に設置する移動支援用音案内については、例えばバリアフリー新法に基づくガイドラインが作成されていることから分かるように、必要性が極めて高い。しかし、現在はまだ聴覚の空間特性やメカニズムを十分考慮した標準が存在しない。そのために現在の音案内には様々な問題が発生している。また、音案内装置の普及に伴い、今後、国際的な規格化が求められる可能性もある。そこで、聴覚の空間特性やメカニズムを十分考慮した効果的な移動支援用音案内の標準を作成する。

本研究では、以下の研究課題を実施する。(1)人間の音源定位能力特性のデータベース構築。(2)移動支援性能の高い案内用音響信号の開発と被験者を用いた評価実験。(3)移動支援性能の高い音響機器の開発と被験者を用いた評価実験。(4)音響信号の移動支援性能評価法の開発。

平成20年度は、(1)に重点をおき、(a)音環境の条件の違いによる音源定位特性の計測、および(b)加齢による音源定位特性の計測を行った。(a)の実験の結果、残響の影響は、前後方向の誤判断が起きにくいとされている広周波数帯域の音や、急峻な立ち上がりを持つ音に対しても発生することが明らかとなった。特に残響は、暗騒音が大きいほど悪影響を及ぼすことも分かった。また(b)の実験の結果、高齢者のほうが若年者よりも前後方

向の誤判断が多いことが分かり、また定位方向の正確さが若干低いことが示された。

平成21年度以降、さらに詳細なデータを蓄積し、音案内に関する JIS、ISO 規格の制定を目指す。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** 公共空間、音案内、音源定位、視覚障害、バリアフリー、アクセシブルデザイン

**【研究題目】 年齢別聴覚閾値分布の標準化**

**【研究代表者】** 倉片 憲治 (人間福祉医工学研究部門)

**【研究担当者】** 倉片 憲治、水浪 田鶴 (常勤職員1名、他1名)

**【研究内容】**

我々の聴力は、年齢とともに次第に低下していく。その低下の程度を年齢別・男女別に記述した規格が ISO 7029 (年齢別聴覚閾値の統計的分布) である。この規格は、聴覚異常の有無を判断する基準となる他、報知音の音量設定の規格 (JIS S 0014) にも引用され、報知音の最小音量を定める基準となっている。しかし、ISO 7029は30年以上前に測定された聴力データに基づいているため、現在の日本人のデータとは大きく食い違っている。そこで、本研究担当者 (倉片) は、2005年、ISO/TC43 (音響) /WG1 (聴覚閾値) 会議にて ISO 7029の見直しを提案した。それを受けて、同 WG はその改訂を PWI 登録し、作業を開始した。

本研究では、10歳代後半から80歳超の男女を対象に大規模な純音聴力測定を実施し、ISO 7029改訂のためのデータを収集する。また、規格の適用範囲を拡張するために、通常の聴力検査では実施されない8,000 Hz を超える高い周波数での聴力も併せて測定を行う。これらのデータをもとに ISO 7029を改訂し、現代のわれわれ日本人の聴力を適切に反映した ISO 規格を作成する。

本研究の最終年度である平成20年度は、引き続き、若齢者から高齢者までを対象として、通常の聴力検査及び高周波聴力検査を実施した。その結果、総計で110名を超える有効データを収集することができた。併せて、ISO 7029改訂規格原案の作成準備を進め、その経過を平成20年5月に開催された上記 WG 会議にて報告した。改訂規格原案の審議は、平成21年度に開始される見込みである。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** 聴力、加齢、聴覚閾値、ISO、標準化

**【研究題目】 近赤外光診断装置の性能試験方法および装置較正用ファントムの標準化**

**【研究代表者】** 谷川 ゆかり

(人間福祉医工学研究部門)

**【研究担当者】** 谷川 ゆかり (常勤職員1名)

**【研究内容】**

近赤外分光法 (NIRS) を応用した近赤外光診断装置



は、簡便かつ安全に生体組織の酸素飽和度を計測できる装置として、日本が世界に先駆けて開発を進めている数少ない医療機器の一つである。しかしその反面、日本で開発が進んだ故に国際基準が存在せず、現在のところは製造メーカー各社独自の基準に基づいた性能試験に頼っている。本研究では、この近赤外光診断装置の安全性および性能を保障するため、装置の性能試験方法や性能試験用ファントムを開発し、これらを盛り込んだ国内規格作成を目的とする。

本研究においては、装置の性能試験方法の確立を中心に、性能試験用の治具開発、性能試験用のファントムを開発し、検証試験を行う。これらの結果を踏まえ、国内規格案を作成する。

平成20年度は、まず性能試験項目および試験方法を定め、必要とされる治具、試験方法、必要なファントムの特性などの検討を行った。必要とされる特性を持つファントムおよび計測用治具選定のため、各種の光学計測を行い、基礎データを取得、ファントムや治具の素材・加工方法等を決定した。その結果をもとに装置較正用のファントム並びに性能試験用治具等の設計・試作を行った。また、一部のファントムについては、製造メーカー3社による検証試験を行い、性能試験方法の再検討を行った。また、用語、装置の構成、性能試験項目などの規格案の作成を進めた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 NIRS 装置、性能試験、ファントム

【研究題目】 赤外線サーモグラフィを用いた整形外科デバイスの力学的適合性試験方法

【研究代表者】 兵藤 行志（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 兵藤 行志、野中 勝信  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

整形外科デバイスは、骨格機能を改善する上で不可欠である。しかしながら、長期間生体内で装着が可能なデバイスを、骨側の応力を実験的に計測することによって、設計段階で評価・選別するための試験方法は確立していない。この研究では、既存の関連規格とは相互補完的な試験方法となる、“整形外科デバイス・模擬骨複合体の応力計測による力学的適合性試験方法”の標準化を行う。このことにより、供給側にとっては製品評価期間の短縮・リスクの低減、使用側（医療・患者）にとっては、高いQOLの維持につながることを目指す。

平成20年度は、赤外線サーモグラフィ法の適切な応用に関して検討し、規格化を推進した。具体的には、まず、試験体への圧縮力による発熱および引張り力による吸熱による温度変化（ $\Delta T$ ）から、熱弾性の原理に基づき表面主応力と変化分布（ $\Delta(\sigma_1 + \sigma_2)$ ）をイメージングする“熱弾性応力測定法”自体の測定方法及び用語の標準化を推進し、

NDIS 3425:2008 熱弾性応力測定方法（制定）

NDIS 3005:2009 赤外線サーモグラフィによる非破壊試験の標準用語（改正）

を制定した（NDIS:日本非破壊検査協会規格）。続いて、整形外科デバイスを装着した模擬骨の応力分布の可視化を行い、整形外科デバイスの初期固定における骨表面応力分布の類型化を図った。また、医学部整形外科と協力し、応力分布と臨床成績との相関に関する基礎的な検討を開始した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 整形外科デバイス、人工関節、力学的適合性評価、熱弾性応力測定法、NDIS

【研究題目】 歯車のナノレベル形状評価のための計測機器の校正原器及びその原器に基づく校正方法の研究と標準化

【研究代表者】 大澤 尊光（計測標準研究部門）

【研究担当者】 大澤 尊光、佐藤 理、高辻 利之  
（常勤職員3名）

【研究内容】

歯車の評価に必要なパラメータとして、歯形、歯すじ、ピッチがある。歯形測定の評価法については、すでに産総研及び歯車工業会の共同作業で JIS 原案が作成されている。歯すじ測定に関して、平成17年度より「歯すじ校正方法検討委員会」を歯車工業会に設け、研究をすすめ、長さ標準へのトレーサビリティを確保したアーティファクトを開発してきた。本研究では、京都大学から提案されている解析手法の見直し、実用的に使用しやすい基準器の開発及びその基準器による歯車測定機評価法を確立した。その結果をもとに、歯すじ評価法に関する JIS 原案を作成した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 歯車測定機、歯すじ、評価

【研究題目】 ナノリスク管理に関わる気中ナノ粒子測定方法の標準化

【研究代表者】 榎原 研正（計測標準研究部門）

【研究担当者】 榎原 研正、櫻井 博、高畑 圭二  
（常勤職員3名）

【研究内容】

個数濃度の1次標準であるエアロゾル電流計を用いて、2次標準として利用する凝縮粒子計数器（CPC）を高精度に校正する技術を確立し、校正に伴う不確かさを評価した。3台の微分型電気移動度分析器（DMA）を2台ずつ循環的に用いる三つ巴タンデム法による DMA 分級特性パラメータ（粒子損失、電気移動度のずれ、電気移動度分布の拡がり）の絶対評価法において、信頼性の高い評価結果を得るため、評価手順を最適化した。また、エアロゾル電流計を用いて凝縮粒子計数器の計数効率の評価を行う方法を含む、CPC の校正・試験方法の規格案

を作成し、ISO/TC24/SC4/WG12において提案した。さらに、個数濃度2次標準を用いて光散乱式粒子計数器の計数効率試験を行う手順とその不確かさ評価手順を作成し、パイロット実験を実施してその妥当性を確認した。この手順をJIS B9921光散乱式自動粒子計数器等の改正において提案した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】エアロゾル、粒子、粒径分布、個数濃度、測定、電気移動度分析器、凝縮粒子計数器、標準粒子

【研究題目】JCSS 流量計による流量計校正方法に関する研究

【研究代表者】寺尾 吉哉（計測標準研究部門）

【研究担当者】寺尾 吉哉、嶋田 隆司、土井原 良次（常勤職員3名）

【研究内容】

JCSS（計量法校正事業者認定制度）により校正された流量計などを標準として、現場で使用する流量計を校正する際に、技術的に正しく計量トレーサビリティを確立するための技術開発を行うことを目標とし、以下の各項目について研究を行う。①流量計相互干渉の調査（異なる測定原理の流量計を直列に接続した場合に相互干渉により、流量計の指示値に生じる誤差を実験的に調査する。世界最高精度の流量計校正設備（つくば北・流量国家標準施設）を使用する。）②流量計を参照標準とした場合の不確かさ評価方法の確立（流量計を参照標準として、他の流量計を校正する場合には、参照標準とする流量計の不確かさ以外に、温度補正や圧力補正の不確かさを考慮する必要がある。標準的な不確かさ評価手順を作成し、規格素案の一部とする。）③特に干渉が強い場合の評価方法の研究（特に相互干渉の強かった事例については、相互設置距離や設置条件を変化させて測定を進めデータを蓄積する。）④規格素案の妥当性確認（このデータに基づいて作成された規格素案の方法により、校正値および不確かさ評価がなされた流量計を国家標準設備によって再評価することで規格の妥当性を検証する。）

平成20年度においては、流量計を直列に接続した場合の相互干渉影響を実験的に調査し、また、流量計を参照標準として他の流量計を校正する場合の標準的な不確かさ評価手順を作成した。さらに、JIS 原案作成委員会の運営を開始した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】流量標準、トレーサビリティ

【研究題目】ナノ材料の用語・計測手法に関する国際標準化

【研究代表者】藤本 俊幸（計測標準研究部門）

【研究担当者】小野 晃、一村 信吾、阿部 修治、藤本 俊幸（常勤職員4名）

【研究内容】

ナノテクノロジーの産業への応用・展開が進展している現状を受け、2005年5月、国際標準化機構（ISO）の中にナノテクノロジーを専門に扱う新しい技術委員会（TC229：議長と幹事はイギリス）が発足し、WG1（用語・命名法）、WG2（計測・キャラクタリゼーション）、WG3（健康・安全・環境）のTC-WG構造で活動を開始した。

ナノテクノロジーは、技術の潜在的革新性ゆえに、エレクトロニクスから医療まで広い分野にわたって社会に大きな便益をもたらすことが期待されているが、人の健康に与える影響やその理由など基本的な問題に対して明確なデータが未だ得られていない。

そのため、サイズや形状などナノ粒子のキャラクタリゼーションと粒子数濃度、不純物などの計測技術の標準化が求められており、本標準基盤研究では、TC229へ日本が提案する規格原案作成および標準化活動において Terminology および Metrology の観点から検討を行う。

平成20年度は、新規作業項目として承認された、ナノカーボン材料における用語と定義に関する技術仕様書（TS）の素案を完成させ、技術委員会による投票・承認を経て DTS とした。計測法としては5つの日本提案のWD作成において Terminology、Metrology の観点から検討を行い、内2つの規格案を DTS として提案した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】ナノ計測、カーボンナノチューブ、国際標準

【研究題目】イットリア添加部分安定化／安定化ジルコニア粉末中のイットリアの化学分析方法の標準化

【研究代表者】森川 久（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】兼松 渉、柘植 明（常勤職員3名）

【研究内容】

本研究は、日本工業標準調査会が策定した「国際標準化アクションプラン」（平成19年6月）を受けて、研究開発と標準化を一体的に推進する「標準基盤研究制度」の枠組みの中で実施されている。バイオセラミックス材料のひとつであるジルコニア中のイットリアの高精度の化学分析方法の確立は、材料の信頼性や安定性を確保する上で必須である。ジルコニア材料の供給においては我が国が世界をリードしており、国際競争力の強化や生産性向上のためにも、国際標準の獲得は戦略的に極めて重要である。ISO規格については、現状では材料規格（化学成分）はあるが、化学分析方法の規格が整備されておらず、上記の理由から早急な制定が求められている。本研究は、標記の化学分析方法の確立およびISO化を視野に入れたJIS原案素案の作成を目的として進めており、今年度は以下の成果を得た。(1)市販の数種のジル

コニア粉末（バイオセラミックス用ジルコニア中の実用的なイットリア含量を網羅）に対して最適の試料分解方法を確立した。(2)イットリアの測定方法として、シュウ酸塩沈殿法を適用し、慣用的な ICP 発光分析法による値と比較検討を行った。(3)精度的に更に向上の余地があることを見出し、常用のシュウ酸塩沈殿法に改良を加える必要があることを明らかにした。(4)分析値の信頼性を高めるために、別の高精度の測定法として、ふっ化物沈殿法の検討を開始した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】試料分解法、ジルコニア、イットリア、化学分析方法

【研究題目】冷媒候補化合物の燃焼性評価方法の標準化

【研究代表者】滝澤 賢二（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】滝澤 賢二、徳橋 和明  
（常勤職員2名）

【研究内容】

冷凍空調機器用冷媒として使用されるフロン代替物には可燃性のものも含まれていることから、省エネルギー効果に優れ、かつ安全性の高い冷凍空調機器を開発、製造するためには、冷媒の燃焼危険性に関する国際基準の整備が不可欠である。本研究は、冷媒候補化合物及びその類似化合物について、容器法により燃焼速度を測定し信頼性の高いデータを蓄積する。得られたデータに基づいて、広範な化合物群及び混合系に適用可能な燃焼性予測手法を開発する。これらの成果を基に国際標準への燃焼速度測定法の提案と冷媒の燃焼性データの提供、及び燃焼性予測手法の開発を行うことにより、省エネ型新規冷媒及びそれを用いた高効率冷凍空調機器の開発促進に資する。

本年度は、温暖化係数が小さく燃焼性の低い次世代冷媒候補である1234yf（2,3,3,3-テトラフルオロプロペン）について、シュリーレン法による燃焼速度の直接測定を行った。また、1234yf 及び類似化合物の燃焼速度の温度依存性・酸素濃度比依存性を求めることにより標準条件（25℃、酸素濃度21%の空気）における燃焼速度を推算し、シュリーレン法による直接測定の結果の信頼性を確認した。また、1234yf 及び自然冷媒であるアンモニアについて、産総研北海道センターの自由落下塔を使用して微小重力下での燃焼速度測定を行い、浮力の作用しない火炎伝播から求めた理論上正確な燃焼速度と通常重力下の測定データを比較し、通常重力下の測定結果がほぼ妥当であることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】冷媒、安全、燃焼性評価、燃焼速度、代替フロン

【研究題目】プラスチック材料の生分解性試験用試料

及び参照試料作成方法の標準化

【研究代表者】船橋 正弘（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】国岡 正雄、船橋 正弘、中山 敦好  
（常勤職員3名）

【研究内容】

生分解の度合いを定量的に評価できるようにするため、生分解速度の基準となる標準物質の開発を行う。具体的には、数種類の生分解性プラスチック材料の生分解速度等のデータの取得・分析を行い、ISO、JIS 準拠の生分解試験（JIS K6950水系培養液中の好氣的評価法及び JIS K6953制御されたコンポスト条件下の好氣的評価法等）において、その生分解度の再現性が高く実用的な期間内に重量あたりで、60%以上分解する試験片であり、かつ、供給体制を構築し易い生分解性プラスチック材料を選定する。その標準試験片の生分解速度、加工方法、形状、保存方法、機械的性質、熱的性質等を含めて、規格原案を策定する。

この内容は、現在 ISO 規格にあるプラスチックの生分解試験法に適用可能な試料の作製法として、平成18年度に ISO 規格に提案し、平成20年度には「プラスチック材料の生分解試験のための試料の作製法」のタイトルで照会段階 ISO/DIS 10210として国際投票中である。2010年を目処にこの規格の成立を目指す。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】生分解性プラスチック、試験法、標準規格、ISO 規格

【研究題目】バイオマス炭素含有率の測定法の標準化

【研究代表者】国岡 正雄（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】国岡 正雄、船橋 正弘  
（常勤職員2名）

【研究内容】

炭素14の濃度測定法として、加速器質量分析に着目し、米国と議論を行い、ASTM 法をもとに、以下のことを明らかにしていく。①再生可能原料であるバイオマス等のみから生成した化成品、特に高分子材料の再生可能原料率（バイオベースコンテンツ、BC）を測定し、100%という値が安定して決定できるかどうか検討する。データの偏差等も詳細に検討する。また、BC が0%である石油由来製品についても同様に検討する。②実際の製品に近いプラスチック製品、複合材料、再生可能原料由来と石油製品由来の混合物である化成品の最適サンプル調製条件を検討する。③無機炭素類（珊瑚、貝殻、珪藻土等）が適用できるかどうかを詳細に検討する。これらのデータをもとに、国際標準規格原案を作成し、ISO/TC61/SC5/WG22で詳細に検討し、同一のサンプル数種類に関して、国際ラウンドロビンテスト（測定は各国分析可能研究機関）を行う。また、東南アジア諸国においては、加速器質量分析を可能な国はまだ少ないことが予測されることから、各国特有の石油原料由来あるいは再

生可能原料由来のサンプル（組成が既知のもの）を提供してもらい、その測定方法を日本の研究機関で技術指導を行い測定することにより、その確からしさ、測定方法の妥当さを検討する。

上記の結果を鑑み、米国と協議をし、ASTM D6866の測定法をもとにした、最適サンプル調製法、適用可能なサンプルの種類、予想される誤差、解析データ結果等を含む、ISO 国際規格原案を提案する。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオマス炭素含有率、炭素14、試験法、標準規格、ISO 規格

【研究題目】太陽光発電基準セル評価に関わる分光放射照度測定方法の標準化

【研究代表者】猪狩 真一（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】（常勤職員1名）

【研究内容】

基準太陽電池の校正および太陽電池性能評価のための分光放射照度測定方法を標準化する。具体的には、自然太陽光又は擬似太陽光（ソーラシミュレータ）の分光放射照度測定方法、分光放射照度測定装置、測定データの処理方法及びデータの表示方法を標準化する。分光放射照度測定方法に関しては、測定方法、測定手順及び測定精度（不確かさ）の確認方法を標準化することであり、分光放射照度測定装置に関しては、標準光源、入射光学系、分光器及び検出器を標準化し、平成21年度に JIS 原案作成、その後、国際提案（IEC 等）する。

研究内容は次の6項目である。

1. 検出器の対光直線性評価方法及び非直線性の補正方法の研究（H19）
2. 入射光学系及び分光器の性能規定に関する研究（H19～H20）
3. 迷光評価方法及び迷光除去方法の研究（H19～H20）
4. 光源の発光方式に応じた測定方法の研究（H19～H21）
5. 国内外の分光放射標準とトレーサビリティの調査（H20）
6. 分光放射照度測定の不確かさの見積もり方法の調査（H20～H21）

平成20年度は、上記2～6の研究と、国際照明委員会（CIE）における関連規格群の審議状況について調査を行った。また、IEC60904-7 MOD JIS 原案の作成を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】分光放射照度測定、標準化、基準セル

【研究題目】生酒高圧炭酸ガス処理システムの標準化

【研究代表者】大淵 薫（生物機能工学研究部門・バイオ高圧加工基盤連携研究体）

【研究担当者】大淵 薫、岩橋 均（健康工学研究センター・バイオ高圧加工基盤連携研究体）、三原 雅樹、東 哲司（健康工学研究センター）（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

目標：

高圧炭酸ガス処理は、食品の殺菌技術の中で、操作の容易さと省エネルギーの面で優れている。この技術を利用した新規の生酒に対する期待が酒造業界に高く、茨城県の産学官連携事業で、圧力処理容器と生酒の商品開発を進めた。ここで得られた知見を進展させ、加圧処理プロセスの標準化を図る。具体的には、清酒醸造等に用いられる酵母の殺菌条件を評価するための標準株を定め、処理条件（圧力・温度・時間）と殺菌効果を国内外の研究組織と協力して相互検定し、殺菌効果の評価手法を国際標準化する提案を行う。

研究計画：

19年度は、標準菌株と処理条件を設定し、国内学会に提案し、相互検定を実施する。20年度は、国内機関の相互検定の中間結果に基づき手順を確立し、国際学会に提案して相互検定を実施し、21年度の標準化提案に備える。年度進捗状況：

標準菌株として選定した *Saccharomyces cerevisiae* S288C (ATCC26108) について19年度に6機関の協力の下に開始した殺菌効果の相互検定の結果認められた機関間の偏差の大きさを克服すべく検定を実施する手順に検討を加え、国際学会で相互検定の提案を行った。また、標準化提案の検討を開始した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】生酒、食品、高圧炭酸ガス、殺菌

【研究題目】真空計を用いた圧力測定における熱遷移効果の補正方法の国際標準化

【研究代表者】秋道 斉（計測標準研究部門）

【研究担当者】新井 健太、吉田 肇、城 真範、平田 正紘（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

半導体製造、極低温利用などの産業では、真空計と圧力を知りたい場所との間に温度差のあることがしばしばあり、この場合に分子流と中間流では温度差による熱遷移効果によって圧力差が生じる。この圧力差は、温度差の大きさにもよるが数十%にも達することがあり、製品の製造プロセスに大きな影響を与える。この効果を説明する数種類の経験式が発表されてはいるが、複雑で真空配管の内面処理法などでも変わるため、実際の真空装置への適用には限界があり、正確な補正方法の確立とその標準化が必須となっている。

当研究室は圧力の絶対測定が可能である。熱遷移の効果を正確に把握するため、それぞれの温度を自由に設定できる2つの真空容器とそれらを接続する真空配管から

なる試験装置を試作する。温度差、圧力、配管の内径、内面処理、材質、及び、気体の種類などを変えて、熱遷移効果（2つの真空容器の圧力差）を実測する。この実測値と既存の補正式と比較し、必要に応じて既存の補正式の改良、あるいは、新しい補正式を提案する。

最終成果としては、熱遷移効果の補正方法を JIS として発行する。可能であれば、ISO 規格として提案する。

9月に日本で開催された ISO/TC112（真空技術）の WG 委員会に参加し、熱遷移効果と関係深い真空計測関連の開発中のプロジェクトと将来計画についての議論を進めた。また、日本真空協会が主催したアジア・太平洋真空会議 VASSCCA に参加し、熱遷移に関する情報の収集を進めた。

熱遷移効果の試験装置を試作し、真空配管の内径を変えた実験を開始した。また、熱遷移効果と密接な関係のある気体分子と金属表面との相互作用に関する実験とシミュレーションを進めた。

高石・泉水の経験式が、熱遷移効果を比較的良く再現しているため、この経験式を中心に補正方法の検討を進めた。規格の骨子を作成し、用語など規格に必要な項目の洗い出し作業を進めた。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 真空計、熱遷移効果

#### 〔研究題目〕 ノニルフェノール異性体別分析法の精度確認試験と国際提案

〔研究代表者〕 山下 信義（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 山下 信義、谷保 佐知、堀井 勇一（常勤職員1名、他2名）

#### 〔研究内容〕

基準認証事業「ノニルフェノール分析法の標準化（H14-16）」の研究成果をもとに国際提案を行い、現在 DIS24293として審議中の「ノニルフェノール異性体別分析法」（JIS K0450-610-10:2007として発行済）について、国際規格化を達成するために必要な、委員会・専門家活動とラウンドロビン試験を遂行する。本年度に行ったラウンドロビン試験（12の分析機関が参加）の結果をもとに TC147/SC2/WG17（Phenol）において FDIS 化についての説明を行い、コンセンサスを得た。現時点では FDIS が85%以上の賛成により確定し、今後の修正後に国際規格 IS として発行予定である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ノニルフェノール、ISO

#### 〔研究題目〕 海水中炭酸系パラメータ測定法の国際標準化

〔研究代表者〕 原田 晃（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 原田 晃、鶴島 修夫、柴本 陽子（常勤職員2名、他1名）

#### 〔研究内容〕

目標：

大気中の二酸化炭素濃度上昇に伴い、海洋に溶解する二酸化炭素も増大する。溶解した二酸化炭素による海洋の酸性化は、大気中の二酸化炭素濃度の影響として、気温の上昇と並んで直接的なものとされている。この影響をより正確に把握して対策に活かすため、広範な観測が必要になるが、このためには様々な機関から出されるデータが、同等の質を持つことができるよう海洋の炭酸系に関する測定方法の標準化を図る。

研究計画：

2007年度現在 ISO/TC-147 WG53で審議中の「Water quality - Determination of total alkalinity in sea water using high precision method」に関する国際相互検定を実施し ISO スタンダード化を推進するとともに、アルカリ度と合わせて標準化が必要である海水中の全炭酸、pH または  $p\text{CO}_2$  の測定法の ISO 化を図る。溶液中の pH については、現在 ISO/TC147 にアドホックグループが設置され検討が開始されているので、この中で海水中の pH が取り上げられるかの調査を行う。全炭酸または  $p\text{CO}_2$  についてはアルカリ度の ISO 化が終了した後、NWI の提案をして ISO 化を推進する。このために必要な国際相互検定、標準原案の作成、国内委員会の運営、国際会議への参加および WG の運営等を実施する。

年度進捗状況：

平成19年度にアルカリ度測定法が ISO22719として発行された。よって以後は他成分の測定法の標準化に集中する。「他成分」については、平成19年度に国内外の研究者と協議し、NEDO 事業でプロトタイプを作成し、現在文科省の地球観測プランの一環として JAMSTEC と共同研究に置いて開発している  $p\text{CO}_2$  のセンサーによる測定法を取り上げることとし、装置の性能および安定性の確認を実施した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ISO、TC-147、アルカリ度、 $p\text{CO}_2$

#### 〔研究題目〕 ナノ材料のリスクについての科学的議論の枠組みに関する研究

〔研究代表者〕 蒲生 昌志（安全科学研究部門）

〔研究担当者〕 蒲生 昌志、中西 準子、斎藤 英典（常勤職員2名、他1名）

#### 〔研究内容〕

ナノ材料については、新規な物理化学特性から様々な科学技術分野における技術革新が期待されている一方で、従来の化学物質には想定されないようなリスクが存在するのではないかと懸念もある。ナノ材料のリスクについては、リスク自体の理解が不十分であるばかりでなく、リスクを評価するための有害性評価や暴露評価の方法論についても十分な合意が形成されていない。そのよ

うな技術開発およびリスク評価の初期の段階においては、社会にリスク関連情報を科学的に受け止める素地がないため、個々の断片的な情報が拡大的に解釈されてしまい、思わしくない波及効果をもたらす懸念がある。本研究では、ナノ材料のリスクについての科学的議論の枠組みとしてナノリスクネットパネルという仕組みを考案し、これを実施することで、科学的議論の枠組みについて考察することにした。ナノリスクネットパネルとは、ナノ材料のリスクに関する主要な論文について、専門分野の異なる複数の専門家（パネリスト）が、それぞれの分野の見地からのコメントを、記名でホームページに公開する仕組みである。多様な観点から見た論文の持つ意義や問題点といったことを社会に示すことが可能になると期待される。

平成20年度は、平成19年度の後半にパネリストから募ったコメントを整理してホームページ上に公開した。ここでは、論文10報について、パネリスト15名（論文あたり4-5名ずつ）からのコメントが集約された。対象とした論文は、比較的新しいものから、材料の種類、研究のタイプ（暴露評価、有害性評価、動物試験、細胞試験など）の組み合わせとして、なるべく多様性を有するように選択された。また、年度後半には、平成20年度の新規実施分として、あらたに10報の論文を選択し、パネリストに対してコメント作成依頼を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ材料、リスク評価、科学的議論

【研究題目】ナノ粒子の有害性に対する粒子表面積の効果に関する研究

【研究代表者】小林 憲弘（安全科学研究部門）

【研究担当者】小林 憲弘、中西 準子、納屋 聖人  
（常勤職員3名）

【研究内容】

幾つかの既存研究において、ナノサイズの粒子の方が、ミクロンサイズの粒子よりも同じ重量の粒子暴露でより大きな肺の炎症反応を引き起こすことが報告されており、その原因として、ナノ粒子の重量当たりの大きな表面積が生体と相互作用するためであると考えられている。しかし一方で、ナノ粒子とミクロンサイズ粒子の肺毒性には大きな差がないと結論している研究も幾つか存在し、現状においてナノ粒子の有害性に対する粒子表面積の効果は十分に解明されていない。そこで本研究では、異なる粒子サイズ分布を持つ3種類の二酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ）ナノ粒子を用いて、ラット気管内注入試験（肺毒性を調べる動物試験）を行い、注入後3ヶ月までの各観察時点における肺組織の病理学的な検査や炎症バイオマーカーの測定を行い、各  $\text{TiO}_2$  粒子暴露群間での影響の比較を行った。

平成20年度は、昨年度に開始したこれらの試験のデータ解析を行い、平成20年4月に開催された産総研と

OECD との合同国際シンポジウムで発表するとともに、論文投稿の原稿を作成した。いずれの  $\text{TiO}_2$  粒子暴露群においても、注入後1週間程度で回復する一過性の炎症反応が認められ、炎症の回復性に関しては、注入した粒子のサイズおよび表面積には依存しなかった。しかし、注入後1週間までの短期の影響のみに着目した場合は、粒子サイズがより小さく表面積がより大きい  $\text{TiO}_2$  粒子を暴露した群の方が強い炎症反応が見られた。このことから、試験した  $\text{TiO}_2$  ナノ粒子の場合、粒子サイズおよび表面積の違いによる肺毒性の違いは認められるものの、暴露後ごく短期の影響に限定されることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ材料、有害性評価、表面積効果、肺の炎症

【研究題目】位相制御レーザー支援配向分子質量分析装置の開発

【研究代表者】大村 英樹

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】大村 英樹、齋藤 直昭

（常勤職員2名）

【研究内容】

質量分析装置はいろいろな物質の成分分析、微量原子分子検出、さらに分子構造解析のため、様々な分野で広く用いられている。本研究は2004年に国内特許出願した「配向分子質量分析装置」に基づく。配向のランダムな気体分子に対して特定の方向を向いた分子だけを選択的にイオン化することを特徴とし、ランダム配向による分子構造情報の平均化を除去することにより質量だけでなく分子構造も同時に決定できる高機能質量分析装置に関するものである。配向分子選択イオン化は、位相制御光という光の位相レベルで高度に制御された光パルスによって実現できる。高度に制御されたレーザー光を用いた新しい方法論に基づくオリジナリティーの高い分子操作技術であり、申請者が産総研において確立してきた世界先端技術である。

通常、位相制御光は光干渉計によって発生させるが、光干渉計は外乱を完全に遮断することが要求されるデリケートかつ大掛かりな装置であり、その操作は熟練を要する。配向分子質量分析装置を実用化するためには、位相制御光発生装置の簡略化、小型化がキーテクノロジーとなる。そこで本研究では、手のひらサイズのコンパクトな、さらに光学素子の微妙な調整の必要がない位相制御光発生装置を開発する。（ものづくりである）

本年度は手のひらサイズのコンパクトな、さらに光学素子の微妙な調整の必要がない位相制御光発生装置を試作し、光学素子パラメータの最適化を進めた。その結果、当初の計画通りのコンパクトな位相制御光の実現が可能となった。さらにイオン生成物イメージン

グ装置の開発に成功し、位相制御レーザー支援配向分子質量分析装置プロトタイプの作製を通して重要な3つの“見える化”－(1)手のひらサイズの位相制御レーザー発生部を作製することによる、文字通り“ものづくり”による“見える化”。(2)微調整フリーの位相制御レーザー発生部とすることによって、十分技術移転可能な技術であること示した“見える化”。

(3)2次元画像データから分子構造のイメージが容易になることを示した“見える化”。－を達成した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕質量分析計、位相制御レーザーパルス、分子配向制御

〔研究題目〕高エネルギー物質の衝撃起爆機構の解明

〔研究代表者〕若林 邦彦 (安全科学研究部門)

〔研究担当者〕若林 邦彦 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

爆薬等の高エネルギー物質の衝撃起爆機構を分子論的な見地から明らかにすることを目的とした研究を実施している。平成20年度は液体高エネルギー物質の一種であるニトロメタンに着目し、最大3.5万気圧の衝撃圧縮下におけるその場実時間ラマン分光実験を行い、ラマンスペクトルの変化を約6ナノ秒の時間分解能で測定した。その結果、ニトロ基に由来するラマンピークのシフト量は主に圧力に依存することが確認された。ラマンピーク強度の時間変化と衝撃波伝播過程の相関関係を詳細に検討するために、物質速度を空間分解測定する装置を開発した。本装置を用いて衝撃圧縮されたニトロメタンの状態方程式を測定した結果、既存の状態方程式データと良く一致することが確認され、開発した装置及び新たに導入した解析手法が有効であることが示された。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕高エネルギー物質、衝撃起爆機構、ニトロメタン、ラマン分光実験、衝撃波伝播過程

〔研究題目〕産業保安の向上と保安力評価の研究

〔研究代表者〕和田 有司 (安全科学研究部門)

〔研究担当者〕緒方 雄二、和田 有司、椎名 拓海、今村 友彦、大屋 正明、堀口 貞茲、若倉 正英、茂木 俊夫、加藤 勝美、江渕 輝雄、尾和ハイヅック 香史、伊藤 俊介、阿部 祥子、阿部 則子、内村 紗希 (常勤職員4名、他11名)

〔研究内容〕

事件事例データベースシステムの構築と企業への提供、企業の保安力を評価するシステムの構築、さらには技術伝承システムを構築することにより、企業の「安全文化」の醸成度の向上に貢献することを目標とする。

本研究では、安全文化の8つの要素のうち、「危険認

識」と「学習伝承」に焦点を絞り、事故・トラブル事例の活用に資するデータベースの構築とデータベースシステムの外部民間企業への提供方法を検討する。また、事故・トラブルの根本原因分析手法を確立し、教訓学習などを含めた安全保安技術の伝承システムを構築する。

平成20年度は、経済産業省がNPO安全工学会に委託した「平成20年度石油精製業保安対策事業(ヒューマン・ファクターを考慮した事業者の保安力評価に関する調査研究)」に参画し、保安力評価のための「保安基盤」と「安全文化」の各評価項目と評価レベルの策定および事件事例の活用に関する情報収集を行った。また、平成19年度に引き続き、産総研企画本部が実施した「リレーショナル化学災害データベース(RISCAD)拡充策に関する調査」に協力し、事件事例からの企業の保安力の評価をはじめ、データベースを活用した新たな事業展開についての検討を行った。平成21年2月には「産業保安の向上に向けた事故情報と活用」研究シンポジウムを開催した。

事故分析手法として、「事故進展フロー図を用いた事故分析手法(PFA:Progress Flow Analysis)」を開発し、OECDのWorking Group of Chemical Accident(WGCA)で紹介するなど、国内外で手法の提案と事件事例分析の結果を発表した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕産業保安、保安力、安全文化、データベース

〔研究題目〕素材戦略モデルの開発研究

〔研究代表者〕稲葉 敦 (安全科学研究部門)

〔研究担当者〕稲葉 敦、布施 正暁 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

BRICS諸国の急激な経済成長によってレアメタルを始めとして世界的に資源供給不足の傾向が顕著になっている。そのような背景のもと、今後の世界の経済成長と人口構成等の将来見通しを基礎に、将来の資源枯渇や地球温暖化など地球環境問題に対応するために、素材の使用および循環の最適マネジメントを行い、技術開発の要件を明確にするとともに、技術を活かす社会制度・政策を提言する必要がある。そのためには、将来の日本、アジア、世界において素材の使用および循環のグランドデザインを示す、マテリアルフローモデル(シミュレータ)の開発を早急に行い、素材戦略を世界に提案し議論していく必要がある。

本研究ではその基礎として、目的とする素材評価のためのマテリアルフローモデルの骨格を検討し、そのモデルに必用となると考えられる諸データを検討するとともに、それらの既存の統計データ等からの入手可能性を調査した。

目的とするマテリアルフローモデルは、世界全体を範囲とし、また多様な素材を対象とすることが必用となる

が、その骨格を定めることを検討した結果、まずプロトタイプとして、鉄鋼を中心とした我が国のマテリアルフローを自動車を中心に描くこととした。そして、鉄鋼と自動車の生産を中心に既存の統計データを調査した。その結果、我が国のモデルを構築するためには、産業連関表を基礎とするデータの構築が産業の網羅性の観点からは最適であると結論づけた。この成果を基に、マテリアルフローモデルを構築するために必要な外部資金の獲得を目指す。

〔分野名〕 環境・エネルギー分野

〔キーワード〕 素材、長期的シナリオ

〔研究題目〕 静電力による低温大面積ガラス成形技術の実証試作

〔研究代表者〕 高木 秀樹

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 高木 秀樹、Youn Sung-Won、

高橋 正春、前田 龍太郎

(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

ガラスの微小成形技術は幅広い分野での応用が期待されているが、高温で大きな荷重が必要となるため、装置を含めた生産コストおよびスループットが課題となっている。本研究は、ガラスの微細成形において金型とガラスの間に電圧を印加することにより、成形温度および成形時の荷重を大幅に低減すると共に、成形の均一性と微小形状の成形特性を向上させることを目的とする。そのため、まずガラス成形時の過酷な環境においても高い耐久性を有する微小パターン大面積金型の作製方法について検討した。シリコンウエハ等の表面に微細パターンを作製したものを原版とし、その表面に金型の耐久性を確保するため、貴金属などの型材料を真空成膜やメッキにより形成するプロセスを開発した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ナノインプリント、ガラス、静電力

〔研究題目〕 爆発安全対策技術構築のための高精度・高性能数値解析システムの研究

〔研究代表者〕 久保田 士郎 (安全科学研究部門)

〔研究担当者〕 久保田 士郎、佐分利 禎、緒方 雄二、

飯田 光明 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

火薬類や高圧ガス等の爆発影響予測・評価のための高精度・高性能数値解析システムの開発を行う。産総研で開発された反応流れ衝撃解析コードと高速演算装置をベースとし、爆発の安全に係る多種・多様な社会・行政ニーズに迅速に対応する。特に、大規模な爆発現象等、実験的に評価が困難である対象は数値解析的に評価することが重要である。最新の高速演算環境、機能、あるいはアルゴリズムをニーズに応じて付加し、火薬類の新規技

術基準作成等へ資する信頼性の高いデータを提供することを目標とする。

平成20年度は、代表的な産業爆薬の爆発過程を模擬するための手法の開発、爆源近傍から遠方までの爆風影響を高精度に行うための流体-構造連成解析手法の改良、ならびに火薬庫の技術基準作成で重要となる地盤振動解析を実施した。産総研で開発した流体解析コードへ硝安系高エネルギー物質について材料データベース等を導入し、ANFO 爆薬の非理想爆轟現象を数値解析的に検討した。数値解析と実験とを比較した結果、爆轟速度の薬径効果依存性について定性的な一致が確認された。流体-構造連成解析手法を用いて産総研で実施した鋼管内部爆発実験を数値解析的に模擬し、結果を比較検討することで、新規アルゴリズムについて検討した。さらに地形を考慮した2次元・3次元の発破振動解析を実施し、地質条件が発破振動に及ぼす影響を検討した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 爆発影響予測、高速演算、流体-構造連成解析、振動解析

〔研究題目〕 可搬型 X 線透視装置による土壌試料の粒度分布計測と元素分析

〔研究代表者〕 丸茂 克美 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕 丸茂 克美 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

X 線透過像は鉛などの重金属を含む粒子と含まない粒子を識別できるものの、粒子の化学組成に関する情報が得られないため、X 線透過像だけでは汚染物質の実態を把握することはできない。本研究では、可搬型 X 線透視装置を用いて、土壌試料を透過した X 線を X 線 CCD カメラで撮影することにより、試料中に含まれる汚染原因物質の X 線透過像を得ると同時に、蛍光 X 線分析システムを用いて汚染原因物質の化学組成を調べる技術を開発した。

可搬型 X 線透視装置は大型の X 線透視装置より遥かに小さな出力の X 線管球を使用するため、土壌構成粒子のような微細は対象物の鮮明な X 線透過像を得るためには、コンピュータによる画像処理技術のサポートが不可欠となる。土壌構成粒子の X 線透過像を撮影すると、粒子同士の重なってしまい、個々の粒子の識別が困難となるため、フィルタ処理により個々の粒子を識別する技術を開発した。この方法により土壌構成粒子の粒径分布を把握することが可能となる。また、X 線透視装置で使用する X 線管球は蛍光 X 線分析に最適化した X 線管球ではないため、元素によっては励起効率が悪くなる可能性があるため、光学系の調整が必要となる。さらに、土壌試料中の個々の粒子にどのような重金属が含まれるかを調べるため、コリメータを用いて X 線を絞り込み、X 線透過率が小さく透過像が暗く見える粒子と X 線透過率が大きく透過像が明るく見える粒子の分析を別々に



行えるようにした。

X線透過像で得られる粒子の白黒の濃淡は粒子のX線透過率と粒子の厚みで決定される。粒子の厚みが同じ場合、比重の小さな粒子、例えばアルミニウムやシリコンなどを主成分とするケイ酸塩鉱物（石英や長石など）、のX線透過率は、金属鉛などの比重の大きな粒子のX線透過率よりも大きい。また比重が小さな粒子であっても、大きな粒径の粒子は厚みがあるためにX線透過率が小さくなってしまい暗い（黒っぽい）X線透過像となる。一方、重い元素の代表である鉛を含んだ粒子の場合、鉛のX線透過率が小さいために、小さな粒径の粒子でもX線透過率が小さく暗い（黒っぽい）X線透過像となる。またX線透過率はX線の波長とも関係し、波長の短い硬X線のX線透過率は、波長の長い軟X線のX線透過率よりも大きい。X線管球から放射されるX線の波長は管球電圧を上げるほど短くなるため、管球電圧を上げることで、鉛のX線透過率を上げることができる。

従来の蛍光X線分析で活用されなかった透過X線をX線CCDカメラで捉え、X線管球の管球電圧を変えながら土壌試料のX線透過像を観察することにより、土壌中に含まれる鉛などの重金属を含む粒子を確認することができた。またコリメータを用いてこうした粒子にX線を絞って照射することにより、個々の粒子に含まれる重金属濃度を蛍光X線分析法により把握することができた。こうしたX線透過像とコリメータを用いた蛍光X線分析法により個々の粒子にどのような重金属が含まれるかを把握することができる。

【分野名】地質

【キーワード】X線透過像、X線透過率、鉛、土壌汚染、画像処理、蛍光X線分析

【研究題目】糸魚川―静岡構造線断層帯の3次元地下構造と地震切迫度評価手法の研究

【研究代表者】桑原 保人（地質情報研究部門）

【研究担当者】桑原 保人、木口 努、今西 和俊、長 郁夫（常勤職員4名、他3名）

【研究内容】

本研究は部門重点研究として位置づけられ、我が国の内陸で最も地震発生確率が高く、南北200 kmにわたる長大な標記断層帯（糸魚川断層帯）で、既存の地質情報・地殻深部情報、新たな地震観測による断層構造情報、地殻応力測定情報を加え、深さ15 km程度までの3次元地下構造モデルを構築する。また、当該地域の地震発生予測シミュレータを開発し地震切迫度の評価を試みることを目的とする。

本年度は、糸魚川断層帯の広域の地震波速度構造データを整備、データベース化を行い、任意断面での速度構造を描くことが可能なシステムを構築した。またシミュレータ開発のため、粘弾性体の有限要素計算が可能なシ

ステムを構築し、中越地域の地震について下部地殻の粘性の影響で地震が連続する可能性を指摘した。

また糸魚川全域の応力場を明らかにするため、微小地震による応力場データのコンパイルを行った。さらに微小地震の少ない地域では、浅部の応力方位測定を実施する予定であり、浅部応力に対する地形効果を有限要素法で計算するためのシステムを開発した。これは、国土地理院等の発行する数値標高データを読み込み、これを基に、有限要素メッシュを作成し、地形効果を計算するものである。

【分野名】地質

【キーワード】糸魚川―静岡構造線、地震発生予測、3次元地質構造、地殻応力、活断層、粘弾性

【研究題目】伊豆大島火山の噴火推移予測モデルの構築

【研究代表者】篠原 宏志（地質情報研究部門）

【研究担当者】篠原 宏志、松島 喜雄、川辺 禎久、石塚 治、及川 輝樹、下司 信夫、石戸 恒雄、高倉 伸一、西 祐司、森 健彦、鬼沢 真也、長谷 英彰（常勤職員9名、他4名）

【研究内容】

伊豆大島火山における噴火シナリオの高度化と噴火前兆現象・噴火推移のモデル化を目的とした、噴火履歴調査、ボーリング調査および熱水システムシミュレーションによる噴火前兆現象のモデル化のための電磁気学的探査・連続観測を実施した。

伊豆大島火山のカルデラ構造、カルデラ形成噴火および埋積過程を明らかにするために島内北東部において深さ100 mのボーリング（GSJ-OSM-1）調査を行い、コアを採取した。回収されたコアのうち溶岩は約42%、降下火砕物および火山角礫岩など火砕岩が約58%であった。溶岩流は少なくとも6フローユニット以上が確認された。このうち最下部の溶岩流は厚さ15 m以上で、玄武岩質溶岩流としてはやや厚く、凹所に堆積した溶岩流と推定された。またこれまでの調査で報告されていなかった火山角礫岩層が確認され、カルデラ形成・埋積について、これまでとは異なる過程の可能性を示した。今後化学組成分析、年代測定などを行い、より詳細な解析を行う。ボーリング調査と平行して、地表地質調査もを行い、これまで不十分な噴火文献記録との対比に基づいて年代が推定されていたカルデラ形成以降の噴火イベントについて、放射性炭素年代測定を行い、カルデラ形成噴火はこれまでよりやや古くなる可能性が高いこと、9世紀以降の噴火はこれまでの推定と矛盾がない年代値を示すことを明らかにした。

伊豆大島三原山をモデルフィールドとし、地下の熱水流動を反映する観測量として自然電位（SP）に着目し

た研究を行っている。SP および AMT の観測結果から、SP の面的分布は適切な比抵抗構造を考慮すると、雨水の地下浸透流によって多くの部分が説明されること、またその値は、不飽和層の厚さまたは空隙中の水分含有量の推定に応用しうることを示した。SP の連続観測を継続して行い、データを取りまとめ経年変化を示した。測点によっては顕著な年周変化を示すが、これは雨水に対するレスポンスが表層の透水係数の違いで異なるためであることを示した。脱ガス活動の活発化に伴う SP の変動について予察的なシミュレーションを行い、火山ガスの凝縮相の流動によって観測しうるほどの変動をもたらすことを確認した。また、自然電位の深さ方向の情報を得るため GSJ-OSM-1坑井を利用し、深度100, 48, 20, 8, 4, 0.1 m の6ヶ所に電極を設置して連続観測を開始した。

伊豆大島では噴火活動期の後半に噴煙活動が生ずる場合が多い。そのため、継続的噴煙活動を行う火山の活動推移のモデル化を行うため、類似の例として三宅島・浅間山・阿蘇山などにおいて火山ガス組成の連続および繰り返し観測を実施し、三宅島においては小規模な噴火の発生にも関わらず顕著な火山ガス組成の変動がないことを確認した。

【分野名】地質

【キーワード】火山、マグマ、噴火予知

【研究題目】情報相互運用性の高い統合地球科学図データベース構築のための基礎研究

【研究代表者】尾崎 正紀（地質情報研究部門）

【研究担当者】尾崎 正紀、脇田 浩二、大熊 茂雄、駒澤 正夫、今井 登、宝田 晋治、川畑 大作、名和 一成、太田 充恒、中塚 正（常勤職員9名、他1名）

【研究内容】

地球科学情報の統合化と情報相互運用性の高い発信に向けて、その整備と発信方法の検討を行う。

本年度は、20万分の1日本シームレス地質図を国際標準規格（WMS）で配信した。また、日本全域の20万分の1スケールの重力異常図、空中磁気異常図、地球化学図の作成を実施し、国際標準規格による配信準備を行った。更に、統合地球化学図データベースの構築に必要な、野外調査データの効率的取得の検討を行い、基本情報として有効な位置情報を付与した写真情報の収集テストを行った。

【分野名】地質

【キーワード】統合、データ整備、シームレス、地質図、重力図、化学図、国際標準

【研究題目】重力データベース

【研究代表者】大熊 茂雄（地質情報研究部門）

【研究担当者】大熊 茂雄、駒澤 正夫、村田 泰章、

名和 一成、牧野 雅彦、上嶋 正人  
（常勤職員6名）

【研究内容】

本データベースは、地質情報研究部門が重力基本図の研究などで重力図作成のために長期に測定・蓄積してきた重力データを web を通じて一般に公開するものである。本データベースは、今後計画されている「総合地球物理データベース」（重力・空中磁気・岩石物性）の一角を担うものであり、その端緒として、多様な情報の公開と地球物理情報とその他の地球科学情報との連携を考慮した適切な公開方法の選択とデータベースの構築を目指すものである。平成20年度は、3年計画の初年度として、ホームページの設計と対話型機能の基本部分を構築するとともに、平成21年度以降公開するデータの整理作業に着手した。

【分野名】地質

【キーワード】研究情報公開データベース、重力、重力異常、活構造

【研究題目】日本シームレス地質図データベース

【研究代表者】尾崎 正紀（地質情報研究部門）

【研究担当者】尾崎 正紀、脇田 浩二、宝田 晋治、井川 敏恵（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

シームレス地質図データベースの整備を行う。

本年度は、1/20 万シームレス地質図は、海岸線の修正やポリゴン・ライン情報の追加を全国について行うと共に、最新版のデータに基づいた 1/20 万日本シームレス地質図 DVD 版を出版した。また、1/5 万シームレス地質図については、名古屋、京都、大阪、神戸及び周辺地域の 60 地域において地質図の統一凡例を作成し、地質図界線の修正等を行い、暫定版を作成した。

【分野名】地質

【キーワード】シームレス、地質図、数値化、地理情報システム、データベース

【研究題目】地質標本データベース

【研究代表者】兼子 尚知（地質情報研究部門）

【研究担当者】兼子 尚知、利光 誠一、奥山 康子、坂野 靖行、角井 朝昭、中澤 努、中島 礼、青木 正博、松江 千佐世、清水 徹、森尻 理恵、豊 遙秋、尾上 亨、遠藤 祐二（常勤職員11名（うち、他研究ユニット3名）、他3名）

【研究内容】

産総研地質標本館に研究試料として長年蓄積されてきた岩石・鉱物・化石などの地質標本は、「地質の調査」の研究成果を保証するファクトデータであり、これを登録・保管し、体系化して登録標本情報の公開をしていくことが求められている。これに対しては地質標本館と地

質情報研究部門地質標本研究グループが連携して、収蔵標本の登録・保管、アーカイブ化、データベース化を進め、その成果を RIO-DB の研究課題として公開してきた。本年度は各 DB 群の内、「地質標本登録 DB」において、区分 [岩石] について約1万件の新規データおよび追加し、既公開のデータ40000件についてもデータの見直しと修正を行った。区分 [鉱物]、区分 [鉱石] などについてもデータの整備・拡充を行った。また、「岡本化石標本 DB」などについても整備・構築を進めた。これらの成果を産総研オープンラボでポスター発表および PC を用いて実演解説した。

【分野名】地質

【キーワード】RIO-DB、地質標本データベース、地質標本館

【研究題目】地球化学図データベース

【研究代表者】今井 登（地質情報研究部門）

【研究担当者】今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、  
太田 充恒、久保田 蘭  
（常勤職員5名）

【研究内容】

近年問題となっている土壤汚染などの環境問題に対応するため、日本全国のヒ素、水銀、カドミウムなどの有害元素をはじめとする53元素の濃度分布の全データをデータベース化し、インターネットを通して活用できるようにするとともに、日本における地球化学基盤情報を提供する。

本年度は全国の海域地球化学図のデータ作成と表示システムを作成しインターネットで公開した。元素はヒ素、バリウム、ベリリウム、カルシウム、カドミウムなど35元素である。また、全国の海域の約5,000点に及ぶ試料採取点の詳細情報（試料採取時の状況と写真、試料の写真等）と元素濃度をデータベース化し、それらの情報がクリックマップから表示できるシステムを構築した。

また、日本の沿岸地図化学図を、WEB 上で任意の場所を任意の倍率でシームレスに拡大・縮小することのできるシステムを作成した。用いたのは ZOOMA と呼ばれる拡大・縮小ソフトウェアで、右クリックにより場所の移動が、スクロールバーにより地図の拡大縮小ができる。元素はヒ素、クロム、カドミウム、鉛、亜鉛、水銀などの16元素について表示することが可能である。これにより、全国のヒ素、カドミウム、鉛などの有害元素の分布が直感的に一目で分かり、特定の地域の汚染状況を拡大して、より簡単に参照できるようになった。環境汚染関連の生データがホームページ上で直接公開されている例は少なく、その点でも大きな意義があると考えられる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地球化学図、データベース、有害元素、

バックグラウンド、環境汚染、元素分布

【研究題目】「地層・岩体・火山」事典／地層名検索データベース

【研究代表者】鹿野 和彦（地質情報研究部門）

【研究担当者】鹿野 和彦、巖谷 敏光、松浦 浩久、  
中野 俊、宮崎 一博、中江 訓、  
尾崎 正紀（常勤職員7名、他1名）

【研究内容】

膨大な数の地層・岩体・火山（>10,000件）の名称を検索して、それらの定義、内容などを調べるためのデータベースである。本データベースは、地層命名規約に基づく新たな地層名の提案、地質文献読解などにあたって必要とするもので、辞書機能のほか、地層などの分布位置からも検索可能な機能を持ち、地質分野に携わる者にとって不可欠なデータベースとして期待されている。平成17年度からは第二期計画として、1) データの記述内容を高め、2) 検索した地層・岩体・火山の分布や模式地などを地質図上で表示する機能を設けるなど機能を拡張するとともに、3) 英文版の作成を目指す。平成20年度は、1) 地層名登録など、データ入力・校正・更新・編集、2) 第四紀火山データベース英文版試作・公開、3) 地層の分布及び模式地を表示させる英文版システム試作版の作成と公開、4) 地層名辞書ファイルの英訳（2,000件）、5) 島根半島の代表的な露頭の写真と地質解説とをまとめたファイルの作成を行った。本データベースは研究情報公開データベースとして公開しており、現時点でのアクセス件数は4万件を越える。

【分野名】地質

【キーワード】研究情報公開データベース、地層、岩体、火山

【研究題目】海洋地質データベース

【研究代表者】岸本 清行（地質情報研究部門）

【研究担当者】荒井 晃作、井上 卓彦、飯笹 幸吉、  
池原 研、小田 啓邦、片山 肇、  
岸本 清行、上嶋 正人、辻野 匠、  
山崎 利嗣（常勤職員10名、他4名）

【研究内容】

産総研が保有する海洋地質情報の総合的データベースの構築・整備を目的として、5つのサブテーマ（「海域地質構造 DB」、「海底堆積物 DB」、「海洋地球物理 DB」、「海底鉱物資源」、「高分解能音波探査断面 DB」）に分類して研究を実施している。既存アナログデータのデジタル化や海洋地質図等出版物の関連メタデータ、原データの編集、可視化技術の援用などにより、出版物でカバーしていない海洋地質情報やその後の追加情報などの多様な利活用を促進することを目指す。今年度は、各テーマ毎に新規データ、関連報告書データの追加、保守を行った。今後の課題は、これまで個別に対応している、内

外の研究・調査機関への既得観測データ（原データ）の提供支援を推進することである。

【分野名】地質

【キーワード】海洋地質データベース、RIO-DB、海域地質構造、海洋地球物理、海底鉱物資源、海底堆積物、音波探査

【研究題目】地震に関する地下水観測データベース

【研究代表者】松本 則夫（地質情報研究部門）

【研究担当者】松本 則夫、小泉 尚嗣、高橋 誠  
（常勤職員3名）

【研究内容】

産業技術総合研究所は、「地震予知のための新たな観測研究計画（第2次）の推進について（建議）」（文科省測地学分科会）において、地震に関連した地下水の変化等のデータベースを作成することとされており、本データベースがそれに相当する。本データベースは、産総研の観測網によって観測された地下水・地殻変動・地震に関する最新の観測データを表示する。平成20年度にはホームページのデザインを一新し、新設された東南海・南海地震予知のための地下水等総合施設（10ヶ所）のデータ公開を行った。また、内部システムに深部低周波微動の震源表示解析システムのプロトタイプを作成した。同データベースに対する平成20年度のアクセスは19万件弱であった。

【分野名】地質

【キーワード】地震、地下水、データベース、地殻変動

【研究題目】活火山データベース

【研究代表者】星住 英夫（地質情報研究部門）

【研究担当者】星住 英夫、工藤 崇、中野 俊、石塚 吉浩、石塚 治、古川 竜太、及川 輝樹、川辺 禎久、下司 信夫、篠原 宏志、斎藤 元治、宮城 磯治  
（常勤職員12名）

【研究内容】

RIO-DB 課題である「活火山データベース」のデータの追加及び修正を行った。1万年噴火イベントデータ集は、九州地方の一部などデータを追加するとともに、改訂作業を実施した。火山地質図集については新規追加分や英文ページの公開準備作業を行った。その他、全体にレイアウトの改善や誤植の修正などの作業を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】活火山データベース、RIO-DB、火山地質図、活火山、噴火履歴、カタログ

【研究題目】関東平野の地下地質・地盤データベース

【研究代表者】木村 克己（地質情報研究部門）

【研究担当者】木村 克己、尾崎 正紀、田辺 晋、小松原 純子（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

本データベースは、関東平野の地下に伏在する第四系を対象として、基本層序・物性、地形分類、地下構造、平野の形成過程と古地理変遷史、埋没地形、2次元および3次元地下構造に関する各データとその解説からなる。データは都市地質プロジェクトの調査研究で得た研究資料、関東の自治体所有のボーリングデータ、その他公開可能な地下地質・構造・物性に関するものから構成される。4年目にあたる。

今年度は関東平野において実施された層序ボーリング調査で論文化されたボーリング柱状図について、RIODB に登録・公開できるように電子国土による位置検索システムの作成・試作と層序ボーリング柱状図を xml 形式で表現する手法を検討・整理し、50地点の層序ボーリング柱状図の数値化を行った。

1/2.5万地質図とボーリングデータとを連係・表示するため、武蔵野台地東部及び周辺地域において、地質図とボーリングデータの関係チェックを行い、整合性をとらせるため部分的に地質図を修正した。また、上部更新統の標準層序として必要な情報を提供するため、当該値域の上部更新統のボーリングデータの広域対比を行い、模式柱状図と断面図を作成した。

【分野名】地質

【キーワード】関東平野、地下地質、第四系、沖積層、武蔵野台地、上総層群、下総層群、コア、ボーリングデータ

【研究題目】無人自律飛行船型ロボット／空中基地の開発

【研究代表者】村上 裕（地質情報研究部門）

【研究担当者】村上 裕、恩田 昌彦  
（常勤職員1名、他10名）

【研究内容】

無人自律の飛行船型ロボット／空中基地ロボットは、全方位推進機であるサイクロイダル・プロペラを搭載した無人飛行船ロボットであり、空中基地として、上空からの観測や監視などの目的に使用するために開発する。このロボットの特徴は従来の飛行船にない機動性や敏捷性能であり、この特性を可能にしているのは船体左右に搭載されたサイクロイダル・プロペラである。この推進機の基本構造は、原動機で駆動される回転翼とそのピッチ角（迎角）を制御する機構とからなる。回転翼は操縦者の操作により瞬時にピッチ角を変え、360度任意の方向に推力方向を制御できる。

今年度は、当初計画では、昨年度開発した全長20 m、最大径7 m、総容積約640 m<sup>3</sup>の飛行船に搭載した外径約3 m、推力50 kg のサイクロイダル・プロペラの減速器を長寿命型に交換し、モータと電気回路部を集中配置し防水対応する等の計画であったが、外部資金に応募した「安心・安全・環境モニタ用空間ロボットの開発」が

採択されたため、大幅な見直しを行った。サイクロイダルプロペラの推力倍増を目指し、推力100 kgf の設計を行い、1基分の部品製作を行なった。屋内用デモ機として、全長6 m の機体と外径600 mm のサイクロイダルプロペラを製作し、2008年12月に、北海道大樹町の飛行船用格納庫において試験飛行して高操縦性能を実証した。また、屋外での観測用に使用できる全長10 m モデル機と、外径800 mm のサイクロイダル・プロペラを製作し、2009年3月に北海道大樹町において、安全索付きの飛行試験を実施した。外径800 mm のサイクロイダル・プロペラに不具合が発生したため、外径600 mm のサイクロイダルプロペラによる飛行試験とした。

【分野名】地質

【キーワード】飛行船型ロボット、空中基地、上空からの観測や監視、無人自律

【研究題目】分散電源用超電導薄膜限流器研究開発 (IP インテグレーション)

【研究代表者】山崎 裕文 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】山崎 裕文、新井 和昭、中川 愛彦、海保 勝之 (エネルギー技術研究部門 常勤職員2名、他2名)、熊谷 俊弥、相馬 貢、山口 巖、松井 宏明、近藤 和吉 (先進製造プロセス研究部門 常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

超電導体は、超電導状態においては電気抵抗ゼロであるが、ある決まった電流値 (臨界電流) より大きな電流を流すと電気抵抗が発生する。この特性を生かして、通常時は抵抗ゼロで、電力系統の短絡事故時に大きな抵抗を発生して事故電流の増大を抑制する新しい電力機器 (限流器) を作ることができる。そして、大面積超電導薄膜を用いる超電導限流器が、信頼性・性能 (高速応答など)・体格・大容量化への拡張性の観点から優れている。本研究では、先進製造プロセス研究部門でこれまで開発してきた塗布熱分解法によるサファイア基板上大面積超電導 YBCO 薄膜を多数作製するとともに、エネルギー技術研究部門で、合金分流保護層を有する独自方式高電界型限流素子の大容量化技術を開発して、限流素子モジュールを製作する。多数のモジュールを極低温容器内に実装して3相6.6 kV/200 A 級限流器プロトタイプモデルを製作し、定格電流通電試験、限流特性試験などを行う。

平成20年度の成果は、以下の通りである。超電導薄膜の耐環境保護技術として、加速試験 (60℃飽和水蒸気中2時間保持) でも超電導特性がほとんど劣化しない保護膜材料を開発した。塗布熱分解法で作製した2.7 cm×20 cm の高温超電導薄膜の2並列接続で500 V<sub>rms</sub>/200 A<sub>rms</sub> 級素子モジュールを製作し、その8直列で3相6.6 kV/200 A 級限流器1相分の性能試験用モデルを作

製した。短絡発電機を用いた限流試験を行って、比較的均質な薄膜を用いた半数近くの素子モジュールが定格電流・電圧の仕様を満たすことを確認し、本方式によって高電界設計の超電導薄膜限流器を製作できる見通しが示された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】限流器、超電導薄膜、YBCO、塗布熱分解法、限流素子、合金分流層

【研究題目】有機ナノチューブ連続合成装置の開発と実証

【研究代表者】浅川 真澄

(ナノチューブ応用研究センター)

【研究担当者】浅川 真澄、小木曾 真樹、清水 敏美 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

有機ナノチューブの大量合成法開発に成功し、サンプル提供に基づく企業との連携を開始している。しかしながら、現在の合成方法では、自己集合化後の溶媒との分離、次いで乾燥が必要であり、量産化への課題となっている。最近になり、この課題を解決するためのアイデアとして、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置を組み合わせることによる「有機ナノチューブ連続製造装置」を考案した。有機ナノチューブを構成する両親媒性分子、並びにその自己集合法による大量合成は、我々の独自技術であり、その更に先を見据えた当該技術シーズは、世界中探しても他では類を見ない。

本課題の目的は、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置を組み合わせた有機ナノチューブ連続合成装置の開発と実証である。通常、湿式高圧乳化装置は、粒子の乳化・分散・破砕に用いられているが、本課題では、湿式高圧乳化装置によって発生する高温高圧状態を利用して、有機溶媒中へ両親媒性分子の溶解度を一時的に高めて、その後減圧急冷することにより、有機ナノチューブ合成の効率化を図る。この合成方法の利点は、連続処理が可能であるため、容器の大きさによる制限を受けずに、1回で大量の有機ナノチューブを製造することである。しかしながら、この方法で得られるのは、有機ナノチューブ分散溶液であるため、溶媒との分離・乾燥が必要である。そこで、スプレー式乾燥装置を利用することにより、両親媒性分子から連続的に有機ナノチューブ分散溶液を経て、有機ナノチューブ乾燥粉末固体の製造を可能とする装置を考案した。また、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置を直接連結することができれば、湿式高圧乳化装置で製造した両親媒性分子過飽和溶液を直接スプレー式乾燥装置で乾燥することが可能となり、過飽和状態から有機ナノチューブ生成と溶媒分離を同時に実現することが可能になると考えている。そのためには、湿式高圧乳化装置とスプレー式乾燥装置の連結方法、連結部位への熱交換器を設置の検討、高圧下か

ら効率的に噴霧し乾燥するためのスプレーノズル形状の検討等が必要である。

平成20年度は、①湿式高压乳化装置を利用した有機ナノチューブ連続合成条件の検討、②スプレー式乾燥装置を利用した有機ナノチューブ分散溶液連続乾燥条件の検討、③合成効率のさらなる向上を目指し、湿式高压乳化装置用いて有機ナノチューブ原料過飽和溶液の調整と、その過飽和溶液をスプレー式乾燥装置により乾燥することによる有機ナノチューブ合成条件を検討した。

その結果、高効率自己集合化装置の必要条件を抽出し、装置を試作した。また、スプレー式乾燥装置に関する検討を進め、適したスケールで処理可能な装置を選定した。さらに、それぞれの装置に関する条件の最適化を進め、高効率自己集合化装置並びにスプレー式乾燥装置を個別に使用した場合の必要な条件と改良すべき箇所を抽出することができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 自己集合、有機ナノチューブ、大量、連続、製造

【研究題目】 細胞分化・転換情報を含む網羅的ヒト細胞データベースの開発

【研究代表者】 藤 渕 航 (生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 藤 渕 航、幡野 晶子、永家 聖  
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

本研究は初年度に当たり、データベースシステムの基盤整備のため、データの収集、データベーススキーマのデザイン、検索システムの構築などを含む次のことを実装した。

(A) ヒト細胞カタログ整備のため、組織学など医学系・生物学系のテキスト等の文献から2,301種のヒト細胞種を分類した。分類した細胞のうち、OBO Cell Type Ontology に同じエントリーがあるか調査し、登録した。

(B) 分類した各々の細胞に関する論文について PubMed など文献データベースを検索し、内容を要約して219件登録した。

(C) 分類した各々の細胞のうち、共同研究相手先でヒト組織から取得した写真を110枚登録した。

取得した細胞画像から、細胞の円形度、歪み度、核の偏在度などに関する形態値情報を収集した。

(D) ヒト細胞から取得したとされる遺伝子発現データを公共の遺伝子発現データベースから615件登録し、さらに自己組織化マップクラスタリングを行ってその結果をヒートマップ化してビジュアライズできるようにした。

(E) 上記(A)～(D)を統合した「細胞情報統合表示ページ」を作製した。

(F) データベーススキーマをデザインし、mySQL 上に

データを搭載して Perl スクリプトによりデータを読み出すシステムを開発し、円滑にデータが検索できるようになった。

(G) データベースを公開する Web ページを作製して、実際に産総研 RIO-DB サイトから公開を行った。  
(<http://riodb.ibase.aist.go.jp/CELLPEDIA/>)

また、本データベースは、国立国会図書館のデータベースナビゲーションシステム  
(<http://dnavi.ndl.go.jp/>)にも登録された。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞分化、幹細胞、バイオインフォマテイクス、データベース、検索システム

**(3) 外部資金**

中期目標や中期計画で定められているように、産業技術総合研究所は、業務の効率的な実施による費用の低減、自己収入の増加その他の経営努力により財務内容の改善を図ることとなっており、そのため、外部資金や自己収入の増加と固定的経費の割合の縮減に努めている。

外部資金の多くは、各省庁からの様々な制度に基づく委託研究費で、その多くが、競争的資金となってきている。産業技術総合研究所が受け入れる外部資金は、制度的には、受託研究として受け入れられ、研究終了後それぞれの委託元に詳しい研究報告がなされている。

平成20年度に受け入れた受託収入の状況

資金名	件数 (テーマ)	決算額(千円)
<b>受託収入</b>		20,616,175
<b>(1) 国からの受託収入</b>		7,456,255
<b>1) 経済産業省</b>		5,487,326
石油資源開発技術等研究調査等委託費	1	1,600,000
メタンハイドレート開発促進事業	1	713,649
中小企業産業技術研究開発委託費	1	708,070
戦略的技術開発委託費	3	450,545
核燃料サイクル施設安全対策技術調査	1	394,081
サービス研究センター基盤整備事業	1	331,865
海洋石油開発技術等調査	1	184,387
新世代情報セキュリティ研究開発事業	1	180,913
特許微生物寄託等業務委託費	1	166,594
暗号モジュールの実装攻撃の評価に関する調査研究	1	147,435
中小企業支援調査 (安全知識循環型社会構築事業)	1	115,248
産業技術研究開発委託費	5	96,500
中小企業知的基盤整備事業	1	84,123
中小企業産学連携製造中核人材育成事業	1	69,186
中小企業基準認証研究開発委託費	4	64,319
IT投資効率向上のための共通基盤開発プロジェクト	1	60,470
その他	7	119,941
<b>2) 文部科学省</b>		1,457,195
科学技術総合研究委託事業	10	510,633
科学技術試験研究委託事業	11	188,837
原子力試験研究費	25	301,166
科学技術基礎調査等委託事業	1	252,933
産学官連携支援事業委託事業	1	117,000
その他	5	86,627
<b>3) 環境省</b>		377,666
地球環境保全等試験研究費	22	252,060
地球環境研究総合推進費	10	72,626
環境技術開発等推進事業	2	50,679
その他	1	2,300
<b>4) その他省庁</b>	6	134,068
<b>(2) 国以外からの受託収入</b>		13,159,920
<b>1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構</b>	138	9,075,896
<b>2) その他公益法人</b>	246	3,577,944
<b>3) 民間企業</b>	72	493,465
<b>4) 受託出張</b>		12,615
<b>その他収入</b>		5,968,058
<b>(1) 資金提供型共同研究収入</b>		2,837,010
<b>(2) 知的所有権収入</b>		410,826
<b>(3) 外部グラント(個人助成金の間接経費分)</b>		400,400
<b>(4) その他</b>		2,319,823
<b>合計</b>		26,584,233

※千円未満四捨五入のため、合計と一致しないことがあります。

**【経済産業省】****(i) 石油資源開発技術等研究調査等委託費**

人工衛星を利用した高度リモートセンシング技術を石油等の資源探査に活用するための基盤技術を活用するため、人口衛星から得られる画像データの処理解析技術等の研究を実施するための経費。

また、わが国の喫緊の課題である大陸棚延長の可能性のある海域における資源地質調査等を行うため、大水深域を対象とした資源探査技術・データの蓄積を図るための経費。平成20年度は、16.0億円で実施した。

**(ii) メタンハイドレート開発促進事業**

日本周辺海域に相当量の賦存が期待されているメタンハイドレートを将来のエネルギー資源として利用可能とするため、2016年度までに経済的に掘削、生産回収するための研究開発を実施し、我が国のエネルギー長期安定供給の確保に資する研究を実施するための経費。平成20年度は、7.1億円で実施した。

**(iii) 中小企業産業技術研究開発委託費**

革新的な技術開発を行う研究開発型ベンチャー・中小企業の開発する機器等については、「納入実績がない」、「プロトタイプが実用化に耐えない」等の理由により、販路が拡大できておらず、我が国のイノベーションの創出のためには、革新的な技術の市場への導入が必要であり、このためには、研究開発型ベンチャー・中小企業の創出する機器の市場への普及促進策が必要である。

この普及促進における先導的な取組として、高度な検査・計測機器等について、共同研究を通じた実証試験を行うための経費。平成20年度は、7.1億円で実施した。

**(iv) 戦略的技術開発委託費**

ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発などの研究開発等を実施するための経費。平成20年度は、3テーマを4.5億円で実施した。

**(v) 核燃料サイクル施設安全対策技術調査**

放射性廃棄物の地層処分に係る概要調査などの立地段階における調査のガイドライン、調査結果のレビュー及び安全審査時に必要な安全評価手法の構築とその手法を適用した安全評価に資する知見・データの整備に資する研究実施のための経費。平成20年度は、3.9億円で実施した。

**(vi) サービス研究センター基盤整備事業**

わが国のサービス産業が提供するサービスの品質を高め、かつその提供をより効率的に行うために、サービスへの科学的・工学的アプローチの適用の促進が求められているが、サービス産業に適用される技術は、先進的・革新的な技術から、他の産業分野では既に普及している技術

まで、レベルも技術分野も多岐にわたっている。

この科学的・工学的アプローチに基づいてサービスの生産性を向上させる方法を明らかにするとともに、そのアプローチの普及を図るための研究を実施するための経費。平成20年度は、3.3億円で実施した。

(vii) 海洋石油開発技術等調査

我が国の排他的経済水域（200海里）における資源の探査、開発、保存及び管理のため、また大陸棚が200海里を超えて延びている場合において、所要の要件を充足し、国連の勧告を受けた場合には、主権的権利の及ぶ範囲の延長のために、所要のデータを国連に提出しなければならない。このため、大陸棚延長の可能性のある海域における資源地質調査等を行うにあたり、資源探査技術・データの蓄積を図っていく研究実施のための経費。平成20年度は、1.8億円で実施した。

(viii) 新世代情報セキュリティ研究開発事業

1)組込システムに対するセキュリティ評価技術の研究開発 2)証明可能な安全性をもつキャンセルラブル・バイオメトリクス認証技術の構築とそれを利用した個人認証インフラストラクチャ実現に向けた研究開発 3)既存OSに挿入可能な仮想マシンモニタによる異常挙動解析とデバイス制御の研究開発を実施するための経費。平成20年度は、1.8億円で実施した。

(ix) 特許微生物寄託等業務委託費

特許制度におけるバイオ関連の特許出願は、出願者において特許対象となる生物株を出願前に寄託機関に寄託することが義務づけられている。産業技術総合研究所特許生物寄託センターは、特許庁長官の指定する特許微生物寄託機関及びWIPOブダペスト条約（1980年）により認定された国際寄託当局である。当該事業については、産総研そのものが特許庁長官の指定を受けた寄託機関となるとともに、特許庁からの寄託業務の委託を受けることとなる。平成20年度は、1.7億円で実施した。

(x) 暗号モジュールの実装攻撃の評価に関する調査研究

高度情報通信ネットワーク社会が現実のものとなり、我が国の国民生活・社会経済活動において情報技術への依存度が高まってきている一方で、情報技術の社会基盤化に伴い、大規模な情報システム障害や大量の個人情報漏えい等が社会問題化し、情報セキュリティ対策を強化する必要性が認識されつつある。

標準暗号アルゴリズムを実装した専用LSI及び測定用評価ボードを開発し、脅威となる実装攻撃に関する実証実験を行うことにより、暗号モジュールのセキュリティ要件、試験要件及び判定基準を策定し、当該成果が我

が国における暗号モジュールの認証に係る枠組みに活用されるとともに、今後のISO化等国際標準化活動に資することを目的とした研究実施のための経費。平成20年度は、1.5億円で実施した。

(xi) 中小企業支援調査（安全知識循環型社会構築事業）

子どもを安心して生み育てられる生活環境を整備に向けて、子どもの“不慮の事故”を無くしていくことを目指し、病院での子どもの事故情報の収集や保護者等からの事故情報の提供による事故情報のデータベースの構築を行うとともに、集まった事故情報を専門家・研究者・企業による、統計的な分析、現場調査や子どもの行動分析による事故原因究明及び再発防止への対策法を普及させるための研究実施のための経費。平成20年度は、1.2億円で実施した。

(xii) その他 19テーマ 5.0億円

【文部科学省】

(i) 科学技術総合研究委託事業

科学技術の振興に必要な重要研究業務の総合推進調整のための経費。各省庁、大学、民間等既存の研究体制の枠を超えた横断的・総合的な研究開発の推進を主たる目的としている経費。平成20年度は、10テーマを5.1億円で実施した。

(ii) 科学技術試験研究委託事業

「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」、「防災」の5分野において、文部科学省が設定した課題等に関する研究開発を実施するための経費。平成20年度は、11テーマを1.9億円で実施した。

(iii) 原子力試験研究費

文部科学省設置法第4条第67号に基づき、各府省所管の試験研究機関及び独立行政法人における原子力試験研究費を文部科学省に一括計上するものであり、各府省の行政ニーズに対応した試験研究等を実施するための経費。平成20年度は、25テーマを3.0億円で実施した。

(iv) その他 7テーマ 4.6億円

【環境省】

(i) 地球環境保全等試験研究費

環境省設置法第4条第3号の規定に基づき、関係府省の試験研究機関が実施する公害の防止並びに自然環境の保護及び整備に関する試験研究費を「地球環境保全等試験研究費（公害防止等試験研究費）」として環境省において一括して予算計上し、その配分を通じて国の環境保全に関する試験研究の総合調整を行うための経費。また、地球温暖化分野を対象として、各府省が中長期的視点か



ら計画的かつ着実に研究機関で実施・推進されるべき研究で、地球環境保全等の観点から(1)現象解明・予測、(2)影響・適応策、(3)緩和策、などをテーマとする研究課題を実施するための経費。

平成20年度は、22テーマを2.5億円で実施した。

(ii) 地球環境研究総合推進費

地球環境問題が人類の生存基盤に深刻かつ重大な影響を及ぼすことに鑑み、様々な分野における研究者の総力を結集して、学際的、省際的、国際的な観点から総合的に調査研究を推進し、もって地球環境の保全に資することを目的としている経費。

平成20年度は、10テーマを0.7億円で実施した。

(iii) 環境技術開発等推進事業

地球環境問題や大気・水環境等への負荷低減のために対応が急がれる環境技術の研究開発であり、研究開発終了後比較的短期間にある程度の実用化が見込めるものを実施するための経費。平成20年度は、2テーマを0.5億円で実施した。

(iv) その他 1テーマ 0.02億円

【その他省庁】

6テーマ 1.3億円で実施した。

1) 国からの外部資金

①【経済産業省】

・石油資源開発技術等研究調査等委託費

【大項目名】石油資源遠隔探知技術の研究開発

【研究題目】地質・衛星情報のマップ統合利用技術の研究

【研究代表者】阪口 圭一(地質調査情報センター)

【研究担当者】阪口 圭一、二宮 芳樹、宝田 晋治、脇田 浩二、荒井 晃作、浦井 稔  
(常勤職員6名、他3名)

【研究内容】

各種リモートセンシングデータ、特に、ASTER および PALSAR データを処理して得られる岩相区分データおよび関連データを蓄積し、資源開発に資する堆積岩分布マップの作成システムを構築することを目的とし、昨年度までに開発したプロトタイプシステムの機能改善を行った。中国北西部新疆ウイグル自治区のジュンガル盆地南部地域において現地調査を実施した結果、システムによる岩相解析結果が現地調査結果や既存の地質情報とよく一致することが示された。一方、本研究地域においては、熱赤外分光データに特徴付けられる石英や炭酸塩鉱物、珪酸塩岩といった鉱物・岩相は広く分布していないため、システムによる岩相解析から得られる情報はあまり多くない。当地域における主要な地質学的・鉱物学的特徴は、背斜に代表される地質構造や炭化水素の滲出に伴う変質鉱物の分布であり、これらの解析にはASTERの熱赤外(TIR)データのみならず、可視近赤外(VNIR)や短波長赤外(SWIR)データの利用が有効であることが示された。

東・東南アジアの地質図編纂を推進するとともに、地質情報標準に関する研究を実施した。

アジア各国と協力し、アジア地域における500万分の1アジア国際数値地質図の作成と編集作業を行い、国際標準形式によるWeb公開に向けてのデータ整備等を行った。編集においては、ArcGISによるデータベースを整備し、各地質ポリゴンやライン、ポイントデータに岩相、年代、断層のタイプなどの各種のデータ情報を与え、地質情報の検索、表示ができるように整備した。また、データのレイヤ構造の修正や内部構造の改訂、断層と地質境界とのずれの修正等を実施し、より精度の高い地質図とした。さらに、国際標準形式(WMS、WFS等)にもとづいたWeb公開にむけて、データ整備を行った。また、ノルウェーオスロで行われた国際会議(IGC33)において、アジア各国とともに500万分の1アジア国際数値地質図の成果を公表した。

東アジア衛星DEMデータセット作成については、GEO Gridシステムを使用して、東アジアのDEM・オルソデータセットを4349区画以上作成した。GEO Gridシステムで同一観測日の複数シーンが同時に処理されると問題が発生するため、同一観測日のシーンはシーケン

シャルに処理されるよう工夫した。画像相関を用いて位置ずれを補正するアルゴリズムによって、観測日の異なる画像間に発生する位置ずれが補正されていることを、モザイクしたオルソ画像で確認した。

【分野名】地質

【キーワード】リモートセンシング、衛星利用技術、岩相区分、ASTER、熱赤外、短波長赤外、可視近赤外、石油資源、東アジア、地質構造、地質図、DEM、画像モザイク、オルソ画像、GEO Grid

【研究題目】石油資源遠隔探知技術研究開発（石油資源遠隔探知技術の研究開発）

【研究代表者】土田 聡（情報技術研究部門）

【研究担当者】土田 聡、松岡 昌志、中村 良介、岩男 弘毅、山本 浩万、山本 直孝、児玉 信介、竹山 優子、亀井 秋秀、中村 和樹（常勤職員8名、他2名）

【研究内容】

本研究では、衛星情報からの石油・鉱物資源の探知・処理技術の高度化研究およびその実用研究を進めている。本部門では、この高度化研究として、衛星画像、特に経済産業省開発で現在運用中の ASTER（資源探査用将来型センサ）および PALSAR（フェーズドアレイ方式 Lバンド合成開口レーダ）画像の精度維持および高精度化にかかるセンサ校正および画像補正、また、その情報抽出技術の研究開発、さらに、高度化する利用技術に耐える次世代の衛星情報アーカイブシステムの技術開発・研究を担っている。

平成20年度は、昨年度に引き続き、ASTER および PALSAR 画像の精度維持・高精度化のため、それぞれのセンサについて校正・検証を行った。ASTER については機上校正機器および地上測定によるセンサおよび補正アルゴリズムの校正・検証を実施、センサ劣化や大気補正精度を確認、その適正な補正係数（およびモデル・アルゴリズム）を導出した。PALSAR については、地上校正のための機器（コーナーリフレクター）を開発、数多くの観測を実施、補正情報の収集にあたった。

情報抽出技術としては、石油・鉱物資源探査およびそのロジスティック確保のため、3次元地形精度検証システムや ASTER 可視自然色画像の生成に関する研究・開発等を行い、その上で人間居住地や道路マッピングに関する基礎研究を行った。

さらに、次世代アーカイブシステムの研究においては、より大規模化する情報・その処理に対応すべく、ASTER 用ストレージを約500 TB に拡張、PALSAR 用アーカイブのサーバを導入、OGSA-DAI を用い複数衛星情報のアーカイブシステムの構築を開始した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】衛星画像、校正・検証、画像補正、地理

空間情報、グリッド技術、ASTER、PALSAR

・メタンハイドレート開発促進事業

【研究題目】平成20年度メタンハイドレート開発促進事業（生産手法開発に関する研究開発）

【研究代表者】成田 英夫

（メタンハイドレート研究ラボ）

【研究担当者】成田 英夫、海老沼 孝郎、山口 勉、天満 則夫、羽田 博憲、皆川 秀紀、山本 佳孝、長尾 二郎、鈴木 清史、大山 裕之、川村 太郎、宮崎 晋行、香月 大輔、神 裕介、坂本 靖英（兼務）、駒井 武（兼務）、緒方 雄二、清野 文雄、小笠原 啓一、榊井 明、木田 真人、小林 秀男、原口 謙策、西村 興男、西川 泰則、大野 孝雄、石澤 紘男、高原 直也、高橋 芳恵、林 順子、池田 育子、大竹 道香、平山 千栄子、宮田 雅子、小野 晶子、根本 照子、長原 さゆり、真鍋 晃子、鈴木 宏幸、寺上 由美子、袴田 陽子、泉 彰子、覺本 真代、山田 良宏、村田 篤、深見 英司、内海 崇、永瀬 茂紀、塚田 雄一、樋口 知（常勤職員19名、他31名）

【研究内容】

メタンハイドレート資源の貯留層特性に応じた有効な天然ガス生産手法を開発するため、当該堆積層の物性・動特性解析及び生産モデル解析を行った。

物性・動特性の解析においては、基礎試錐コア試験と模擬コア試験で得られた貯留層特性の解釈作業を通じ、砂層、泥層及び砂泥互層状態の貯留層の浸透特性などの基礎物性をまとめ統一的な評価を行った。砂泥互層である貯留層に対し、減圧法を主体とした生産手法を適用した場合に地層内において生起する各種物性変化及び出砂、出水、圧密・変形、ガス移動などの物質移動・熱移動現象についてコア試験などによって、生産時に想定される諸現象を総合的に評価した。基礎試錐コアおよび当該コア性状を再現した模擬コアを使用して、減圧法および加熱併用減圧法などのコア試験による分解特性を解析するとともに、生産シミュレータによる検証を通じ海洋産出試験フィールドの生産性とエネルギー効率の評価を行なった。また、砂泥互層の生産性を高めるための生産増進法および新生産手法を開発した。さらに、陸上産出試験結果を検証・評価し、海洋産出試験の生産手法と生産条件を選定した。

生産モデル解析においては、圧密評価計算モジュールと浸透率評価計算モジュールの連成を行い、減圧法による生産時の生産挙動予測技術の高精度化を図った。まず、

圧密・浸透連成室内試験のシミュレーションを実施して、実験データをよく再現するような計算モジュールのパラメータの最適化を行った。また、現場のメタンハイドレート飽和度や孔隙率等の物性値を用いて地層変形量や応力分布に関する計算を行い、生産に伴う地盤の沈下や坑井周辺の地盤沈下量等の評価を行った。また、陸上産出試験第2冬試験のヒストリーマッチングや海洋産出試験の予測計算を実施して、各種計算モジュールがフィールドスケールに対して適切に動作することを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】メタンハイドレート、貯留層特性、生産シミュレータ、エネルギー効率、天然ガス、生産技術、原位置計測技術、熱特性、力学特性、圧密特性、相対浸透率、産出試験

#### ・中小企業産業技術研究開発委託費

【研究題目】局所プラズマガン実装 EDX 装置

【研究代表者】内藤 泰久

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】内藤 泰久、清水 哲夫、川上 辰男、新堀 俊一郎、勝田 禎治、白山 裕也  
(常勤職員2名、他4名)

【研究内容】

研究目標

現在、多層配線を含む LSI 等の不良箇所の解析には、他段階のエッチングなどの加工プロセスと非常に高額な測定装置が必要である。年々 LSI 試料は高度化し、不良解析にかかるコストが膨大になっていることが問題になっている。そこで我々は試料の局所部分だけをエッチングできる加工装置と、分析装置である EDX 装置を組み合わせ、半導体不良解析用、一体型分析装置の実現を目指し研究を行っている。我々はこの装置が実現すると不良解析にかかるコストが、加工面でも分析面でも大幅な削減が可能であると試算し、装置開発研究を行っている。

研究計画

19年度は EDX 装置内に実際にアルゴンプラズマを導入しテストを行った結果、局所プラズマガンと EDX 装置を組み合わせ可能であることがわかった。

そこで本年度は、実際に LSI を構成している絶縁膜のエッチングを行い、本装置の有用性をテストした。また、安定してエッチングが行えるように、エッチング手法自体の検討を行った。

年度進捗状況

実際にプロセスに応用できる CF<sub>4</sub>ガスを用いて実際に多層配線試料のエッチングを行い、装置の有効性を試験した。また、局所プラズマならではの新しいエッチング手法を考案し、高い安定性・低ダメージで局所エッチングを行える画期的な手法を開発した。その結果最近の

LSI 試料でもほぼダメージレスに配線部を露出させることに成功した。現在より安定してエッチング加工ができるよう装置開発の研究を継続している。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】多層配線、局所エッチング、ナノエレクトロニクス

【研究題目】バイオマーカー測定による生活習慣病早期診断装置の商品

【研究代表者】吉田 康一

(健康工学研究センター)

【研究担当者】吉田 康一、七里 元督、地頭所 眞美子、石田 規子  
(常勤職員4名)

【研究内容】

生活習慣病に特異的なバイオマーカーの探索を行うとともに、検証試験として、実験動物による検討及び大学病院等との共同研究による検証試験を精力的に進めた。本バイオマーカーの候補と考えているヒドロキシリノール酸の選択的抗体作製を行い、迅速測定法として本抗体を用いた ELISA システムの構築を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオマーカー、生活習慣病、酸化ストレス、抗体

【研究題目】簡易型微細デバイス実装装置の細胞アッセイへの応用研究

【研究代表者】永井 秀典 (健康工学研究センター)

【研究担当者】永井 秀典 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

簡易型微細デバイス実装装置に内蔵するヒーターと対向する様に、ステージ上部へペルチェ素子を追加することにより、PCR に必要となるサーマルサイクル用の温調機構を開発した。また、熱伝導性に優れたシリコンベースのマイクロウェルにおいて、リアルタイム PCR が可能であることを確認した。

【分野名】ライフサイエンス/ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】細胞アッセイ、遺伝子診断、リアルタイム PCR

#### ・戦略的技術開発委託費

【研究題目】植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発/植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発

【研究代表者】松村 健

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】松尾 幸毅、伊藤 亮、福澤 徳徳、田坂 恭嗣、安野 理恵、田林 紀子  
(客員研究員)、清水 知子、

堀北 美樹、工藤 梨紗、木村 まどか、  
野村 真弓、大久保 聖子  
(常勤職員6名、他6名)

**【研究内容】**

目標：

植物体内での翻訳後修飾、特に N 型糖鎖修飾において植物型糖鎖修飾の抑制技術を開発する。

研究計画：

植物から植物型糖鎖修飾に関連する遺伝子群を単離し、構造を解析後、RNAi を用いた形質転換植物体の開発もしくは翻訳後遺伝子転写抑制技術を利用して、植物型糖鎖修飾抑制植物体の開発を行う。植物型糖鎖修飾が抑制されたかを MALDI-TOF-MS 等を用いて解析する。

年度進捗状況：

N-結合型糖鎖への植物型糖鎖修飾には、フコース、キシロース付加が挙げられる。これらの糖付加はアレルギーになる可能性が指摘されており、両方の糖鎖修飾抑制が必要となる。本年度は、N-結合型糖鎖へフコースを付加する酵素の遺伝子が抑制された遺伝子組換え植物体の作出を試みた。前述の遺伝子のサイレンシングを誘導する構造を導入した形質転換タバコ (*Nicotiana benthamiana*) を作出し、葉の総可溶性蛋白質を抽出、糖鎖を精製後、マトリックス支援-飛行時間型質量分析装置 (MALDI-TOF-MS) によりその構造を解析した。この結果、野生型では80%以上の糖鎖がフコース付加されているのに対し、フコースの削除された糖鎖の割合が全糖鎖の80%以上にもなった形質転換タバコが得られた。また、この形質は、安定的に後代に遺伝することも確認出来た。

一方、19年度までに得られていた N-結合型糖鎖へキシロースを付加する酵素遺伝子が抑制された形質転換タバコ (*N. benthamiana*) に対し、フコース修飾抑制のためのウイルス誘導遺伝子抑制 (VIGS) 法 (19年度までに開発済み) を応用した。その結果、フコース修飾、キシロース修飾共にされていない糖鎖の割合が約50% (野生型では1%以下) へと大幅に上昇し、フコース、キシロース修飾共に抑制することが可能であることが明らかとなった。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** 遺伝子組換え植物、糖鎖修飾、遺伝子発現抑制

**【研究題目】** 高感度環境センサ部材開発

**【研究代表者】** 大司 達樹、加藤 一実  
(先進製造プロセス研究部門)

**【研究担当者】** 大司 達樹、加藤 一実、木村 辰雄、  
増田 佳丈、胡 秀ラン、  
Debraj Chandra  
(常勤職員4名、他2名)

**【研究内容】**

本研究は、「分子認識機能」を有する生体分子と「信号変換機能」を有するセラミックスの組み合わせによる高感度環境センサを開発することを目標としている。そのためには、アンテナ素子として働く生体分子をできるだけ多くセラミック表面に固定し、固定された生体分子が外界から接近する有害有機物質と効果的に接触でき、有害有機物質の捕捉によって発生する電気信号をセラミックスが効果的に伝達する必要がある。このため、セラミックセンシング材料において、本来の半導体特性を損なうことなく、三次元的な空間を確保しつつ表面積を増大するための、ナノメートルレベルでの微細凹凸構造や多孔質構造を付与する化学的手法に基づくプロセス技術の開発を行う。

平成20年度においては、前年度までに得られた有機分子集合体を利用したメソポーラス酸化物薄膜の精密構造制御 (内部構造制御)、液相析出法を利用した多孔質酸化物薄膜の構造制御 (粒子形態制御や微粒子化に伴う粒子間隙の構築) に関する基礎的知見を基に、高次に構造制御した酸化チタン ( $\text{TiO}_2$ )、酸化亜鉛 ( $\text{ZnO}$ )、酸化スズ ( $\text{SnO}_2$ ) などの半導体酸化物薄膜について、高感度環境センサの電極構造部材として適用するための基本的な特性を検討した。色素吸着した生体分子を電極構造内部に吸着するためには、界面活性剤の自己組織化反応を利用して形成されるメソ孔よりも大きな空間が必要であるため、ポリスチレンビーズをテンプレートとして用い、メソポーラス酸化チタンへマクロ孔を導入した。この結果、微細構造と結晶構造を同時に制御しながらアナターゼ多孔質電極を形成することができた。また、酢酸亜鉛の in-situ 加水分解により低温形成したシード層が、その上部に成長する酸化亜鉛ウィスカの配列を制御するのに有効であること、低温で形成した酸化亜鉛ナノウィスカ電極は使用温度領域で長時間安定であることが分かった。一方、フッ化スズ溶液から合成された酸化スズナノシート電極が良好な表面特性と光電流特性を有し、生体分子の特異的吸着に適していることが示唆された。このようにナノ～マイクロ領域で細孔径と凹凸構造を制御した各種酸化物電極について、色素吸着特性と光電流特性が改善することを確認した。

これまでの結果から、高感度環境センサ部材として必要とされる半導体酸化物電極の構造因子を絞り、セラミック電極プロセスと電極材料の微細構造を最適化することができた。

**【分野名】** ナノテクノロジー・材料・製造

**【キーワード】** 環境センサ、微細構造制御、凹凸構造、多孔質構造、酸化チタン、酸化亜鉛、酸化スズ

**【研究題目】** 超稠密金属ナノギャップ不揮発性メモリの研究開発

**【研究代表者】** 清水 哲夫

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 清水 哲夫、内藤 泰久、菅 洋志  
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

金属電極をナノメートルスケールで対向させた金属ナノギャップ構造を利用した、次世代超稠密不揮発性メモリの技術開発を行い、その特徴を最大限活用したデバイス構造を設計・作製し、あらゆる携帯機器や新情報家電の機能を飛躍的に発展させる、究極の超稠密不揮発性メモリを開発する。そのために、メモリアレイ TEG を開発・作製し、不揮発性メモリ動作の確認、評価を実施する。また、素子としての基本性能の確認・評価を進め、金属ナノギャップ不揮発性メモリの集積化構造の開発を行う。本研究開発では、平面上のナノギャップスイッチ (NGS) の集積化ばかりでなく、縦型の NGS メモリの技術開発を行う。

そのために先端先鋭型ナノギャップ素子での評価を行い、これまで実施してきたナノギャップ電極との特性の相違を明らかにした。さらに集積化ナノギャップ素子の評価を行い、素子構造が特性に及ぼす影響、動作電流を低減できる電圧印加法の探索および集積化素子のばらつき評価およびこれまでに作製したナノギャップ素子を主に用いて、不揮発性メモリとしての基本性能の確認、とくに保持温度、動作温度の計測や動作電流を決定している要因の究明およびそれを低減できる構造、電圧印加法の検討を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 不揮発性メモリ、ナノメートルの間隙を持つ金属電極、集積化

【大項目名】 ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発

【研究題目】 III-V MOSFET/III-V-On-Insulator (III-V-O-I) MOSFET の研究開発

【研究代表者】 安田 哲二  
(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】 安田 哲二、宮田 典幸、板谷 太郎  
(エレクトロニクス研究部門)、  
石井 裕之 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

ハーフピッチ22 nm 世代以降の高性能トランジスタを実現するためのブレイクスルー技術として、Si 基板上あるいは SiO<sub>2</sub>/Si 基板上に形成した III-V 族半導体をチャンネルとする MISFET (III-V MOSFET/III-V-On-Insulator (III-V-O-I) MOSFET) の開発が必要とされている。本研究では、III-V 族半導体上に形成される高誘電率 (High-k) 絶縁膜を含むゲートスタックにおける High-k/III-V 界面の構造制御及び製造技術を開発するとともに、III-V チャンネルを用いた MISFET の CMOS 集積化可能性をデバイス試作により実証するこ

とを目的とする。

平成20年度は、III-V 上の絶縁膜製造技術として、界面酸化層を還元する効果があるトリメチルアルミニウムを用いた Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>原子層成長が適していること、および、良好な MIS 特性を得るためには InGaAs などの In を含む半導体基板が有利であり、面方位については (111) A 面上で良好なデバイス特性が得られる可能性が示された。III-V 表面前処理条件の検討については、試料表面の化学組成を分析するために設計・製作したオージェ電子分光用の超高真空チャンバーを用いて、水素プラズマ処理により表面酸化物の除去および III/V 比の高い表面の作製が可能であることを実証した。III-V MISFET の動作実証については、基板を In 組成53%の p 型 InGaAs (001) とし、上述の Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>をゲート絶縁膜、TaN<sub>x</sub>をメタルゲートとする MISFET を試作し正のゲート電圧によりオン状態となる表面反転型の動作が実現された。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 電界効果トランジスタ、化合物半導体、絶縁体、界面、薄膜

【大項目名】 ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発

【研究題目】 シングルナノワイヤトランジスタの知識統合的研究開発

【研究代表者】 金山 敏彦  
(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】 金山 敏彦、多田 哲也、右田 真司、  
森田 行則、Bolotov Leonid  
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

シングルナノ領域、即ちゲート長がサブ10 nm の領域に到達すると、ゲートのチャンネルに対する制御能力を最大化するために、直径が nm レベルのナノワイヤ構造をチャンネルに採用することが必須になる。この領域では、量子効果が顕在化し、その利点を活かして高い性能を実現することが期待できる一方、原子レベルの構造揺らぎもデバイス特性に顕著な影響を与え、特性バラツキが今以上に深刻な課題になることが懸念される。

本研究開発では、量子効果が顕在化する特性寸法が10 nm 以下のナノワイヤトランジスタを対象に、高精度なデバイス試作と電気的特性評価、物理計測評価解析、デバイスシミュレーションを含む計算科学的解析を、総合的に進めている。これによって、CMOS の究極形としてのナノワイヤトランジスタの特性を予測し、構造・材料・プロセスの設計を行うための基盤的知識体系を、科学的な裏付けを持って構築することを目的としている。

① シリコンナノワイヤトランジスタの作製技術および特性解析に関する研究開発

シングルナノ領域のチャンネルを用いて、デバイス本

来の特性を観測するためには、原子レベルで整ったチャンネル形状を作製できることが、必要条件である。このため、溶液化学処理と水素および酸素エッチングを用いて Si 表面を原子レベル平坦加工する技術を開発し、断面寸法4×9 nm のナノワイヤの作製に成功した。

準バリスティック効果が顕在化するシングルナノ領域では、ソースおよびドレインの特性が決定的に重要になる。ナノワイヤトランジスタの大きなドライブ電流を確保するためには寄生抵抗を低減する必要がある。良好な短チャンネル特性を得るためには接合位置を1 nm 以下の原子スケールで平坦にする必要がある。これらの課題を解決する手段として、シリコンナノワイヤに対して、エピタキシャル NiSi<sub>2</sub>膜を利用する研究を進めている。分子層レベルの極薄 SiN 層が Ni 拡散のバリア膜として作用し、シリサイド固相反応の開始温度が上昇することを活用して、ナノワイヤトランジスタの作製プロセスに適用可能なエピタキシャル NiSi<sub>2</sub>膜の合成技術を確立した。

シングルナノ領域では、チャンネルやソース・ドレインにおけるひずみがデバイス特性に大きな影響を与えるだけでなく、キャリア輸送特性がフォノン散乱の頻度に敏感になる。Si ナノワイヤのフォノン特性を測定するため、高空間分解能の共焦点ラマン顕微鏡システムを用いて、励起光および検出光の偏光方向の最適制御を行い、単一の Si ナノワイヤのラマン信号を、測定光による加熱効果なしで測定することに成功した。

## ② ナノワイヤトランジスタの精密計測評価技術の研究開発

ナノワイヤデバイスの動作特性は、形状変化に極めて敏感なので、最適化のためには三次元形状計測が必須である。しかし、測定対象がただか10~20 nm のサイズであることと、原子レベル精度が求められることから、全く新しい計測技術開発が必要となる。この要求に応じて原子間力顕微鏡 (AFM) で三次元的に形状を計測するため、探針の傾斜と縦方向と横方向の力の同時検出が可能な、三次元プローブ走査技術を開発した。

さらに、走査プローブ顕微鏡法 (SPM) により、ナノワイヤデバイス内部の、電子状態、ポテンシャル分布、ドーパント原子分布を、三次元的に計測する技術の開発を行っている。絶縁膜上に電氣的に孤立しているナノデバイスのポテンシャル計測を走査トンネル顕微鏡により行うために、導電性の AFM プローブを用い、AFM モードで絶縁膜上に形成された Si ナノ構造の位置を同定し、トンネル電流像を測定することに成功した。

## ③ ナノワイヤトランジスタのシミュレーション技術の研究開発

準バリスティック効果や量子効果が顕在化するナノワイヤトランジスタを対象に、原子スケールの構造を反映したナノワイヤトランジスタの構造安定性、不純物分布、電気特性を予測・解析できる要素シミュレーション技術を開発した。シリコンナノワイヤの構造予測のために分子動力学シミュレータを開発し、ナノワイヤの構造安定性を明らかにした。電子状態計算を系統的に行い、電気的特性を解析した。バリスティック輸送が顕在化するシングルナノ領域では、ソースおよびドレインの特性がデバイス特性の評価で決定的に重要になる。高濃度にドーピングしているソース・ドレインでは、クーロン相互作用を介した緩和過程が支配的なことから、クーロン相互作用を組み込んだデバイス全域にわたったシミュレーションが不可避になる。また、チャンネル領域のナノスケール構造に伴った量子効果をシミュレータに反映させることも必須になる。このため筑波大学への再委託により、モンテカルロ・シミュレーションをベースにして、ソース・ドレイン高濃度領域でのクーロン相互作用を正確に導入したナノデバイス・シミュレータを開発した。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] ナノワイヤトランジスタ、ラマン散乱測定、走査トンネル顕微鏡、原子間力顕微鏡による3次元形状計測、導電性 AFM プローブによるトンネル電流測定、分子動力学シミュレータ、キャリア輸送のモンテカルロ・シミュレーション

## [研究題目] シングルナノワイヤトランジスタの知識統合的研究開発

[研究代表者] 小島 勇夫

(計測標準研究部門)

[研究担当者] 小島 勇夫、藤本 俊幸、寺内 信哉、張ルウルウ、東 康史、権太 聡、三隅 伊知子、菅原 健太郎、尾高 憲二 (常勤職員8名、他1名)

## [研究内容]

ナノ電子デバイスの三次元形状計測について、原子間力顕微鏡プローブの先端がナノサイズのデバイス表面からの原子間力を正確に捉えてトレースできるよう、従来の鉛直方向の励振モードに加え、横方向のモードを追加する技術を開発する。今年度はプローブの振動特性を評価して縦・横両モードを独立に検出するのに最適なプローブを見出した。また、プローブ先端形状の評価において重要な、先端部の低ダメージ化をアプローチプロセスの改善により実現した。さらには、X線の散乱・回折を用い、基板表面上に形成した多数のナノワイヤデバイス構造の形状や内部構造を精密に評価する技術を開発する。今年度は、深さ方向への組成変遷構造を用いて識別可能な膜厚の見積もりを行うとともに、形状評価のための擬

似デバイス構造としてライン&スペースパターンを試作した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】シングルナノ、ナノデバイス、形状計測、原子間力顕微鏡、X線散乱・回折

【研究題目】ナノエレクトロニクス半導体新材料・新構造技術開発 新機能原理に基づいたカルコゲン超格子型相変化メモリの研究開発（経済産業省研究開発課）

【研究代表者】富永 淳二  
（近接場光応用工学研究センター）

【研究担当者】富永 淳二、Fons Paul、Alexander Kolobov、中野 隆志、島 隆之、桑原 正史、栗原 一真、王 曉民、鎌田 かおり、Simpson Robert（職員7名、他3名）

#### 【研究内容】

熔融状態のランダムな配列を高抵抗層とする従来型の相変化メモリではなく、新しい記録再生原理に基づいたカルコゲン化合物の超格子構造をボトムアップで作製し、書き込み・読み出し回数大幅な向上と作動電力の大幅な抑制を実現できるナノレベル構造制御を施した新型相変化メモリを開発することを目的に、平成19年度から5年間の研究期間の中で以下の研究を実施する。

- ① 高速スイッチング現象に最適なナノレベル構造制御カルコゲナイド薄膜の結晶構造の検討
- ② 抵抗加熱方式での熱的構造変化を最適に行うためのシミュレーション技術の開発
- ③ 再現性や信頼性など集積化に向けて必要となる特性の体系的理解のための動作温度領域における薄膜物性データベースの構築
- ④ 一定規模以上の集積化可能性を示すためのナノレベル微細加工を施したデバイス試作

本研究の最終目標として、書き込み・読み込み回数を現行の MRA 等と同程度以上の $10^{15}$ 回以上、動作電力を現行の PCRAM の水準値の1/10以下を実現する。また、密度汎関数法によるシミュレーションと実験とを同時並行的に実施することで PCRAM の作製方法を見直し、ナノレベルで動作機能を制御する新技術を完成させる。

平成20年度においては、①②③について研究を実施した。200原子程度を扱えるようにシミュレーターを拡張し、Ge-Sb-Te 三元系の NaCl 型 cubic 構造および hcp 型の超格子についてそれぞれ第一原理計算を行い、屈折率を比較することで実験値とモデルの整合性を確認した。このモデルを元に  $N_2$  ドープの挙動を解析し、構造変化のメカニズムを解明した。また、数種の新規材料候補を見いだした。さらに計算に基づいて改めて [(GeTe)/Sb<sub>2</sub>Te<sub>3</sub>] の構成単位からなる超格子を高温で作製し、構造の揃った超格子を作製できた。薄膜物性評

価においては、Low-k 材料を効率よく測定するための装置の改造を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】半導体メモリ、相変化メモリ

【研究題目】超低消費電力及び高ノイズ耐性を実現する新構造 MOS デバイス集積回路技術の研究開発

【研究代表者】金丸 正剛  
（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】昌原 明植、遠藤 和彦、柳 永助、松川 貴、大内 真一、坂本 邦博  
（常勤職員6名）

#### 【研究内容】

半導体集積回路において、微細化限界の危機に直面すると考えられている Static Random Access Memory (SRAM) の技術課題を解決することを目指し、微細化に伴う短チャネル効果に強い XMOS 電界効果トランジスタ (XMOSFET) と、分離ダブルゲートを有ししきい値電圧制御可能な4端子 MOS トランジスタ (4T-MOSFET) をパスゲートのみに有効に組み合わせた新規 SRAM (Flex-Pass-Gate SRAM) セルの先行基盤技術開発を行い、その原理実証と本格開発に向けた課題抽出を行うことを研究目的としている。

本年度は4T-XMOSFET を SRAM のパスゲートに応用した高ノイズ耐性 Flex-PG-SRAM の試作に成功し、パスゲート性能を制御 (4T-XMOSFET のしきい値電圧を制御) することで読み出し余裕と書き込み余裕が個別に増強可能であることを実証した。また、様々な4T-XMOSFET-SRAM を実現し、いずれの場合も SRAM ノイズ耐性が、通常の3T-XMOSFET のみのものと比較して大きく向上することを実証し、4T-XMOSFET の優位性を明らかにした。さらに、これまでに進めてきてコンパクトモデルと実測値の合わせこみ技術を活用し、ゲート仕事関数ばらつきを世界に先駆け予測した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ダブルゲートトランジスタ、XMOS、SRAM、集積回路

【中項目名】グリーン・サステイナブルケミカルプロセス基盤技術開発

【研究題目】革新的酸化プロセス基盤技術開発

【研究代表者】島田 広道（つくばセンター）

【研究担当者】島田 広道（つくばセンター）、佐藤 一彦、清水 政男、今 喜裕、千代 健文（環境化学技術研究部門）  
（常勤職員4名、他3名）

#### 【研究内容】

酸化反応を含むプロセスは全化学プロセスの30%を超えと言われる、工業的に最重要であるが、環境を最も汚

染するプロセスでもある。特にファインケミカルズ等の製造過程では、多様な官能基を有する基質の高選択的酸化が求められるため、ハロゲンや重金属酸化剤を用いる方法など、未だに環境に大きな負荷をかける酸化法が使用されている。

本研究はこのような酸化プロセスに代替し、ハロゲンや重金属酸化剤を使用せず、しかも環境への負荷を大幅に低減できる可能性を持つ過酸化水素酸化を主とする革新的酸化プロセスの基盤技術を確立し、廃棄物、副生成物を削減できる革新的プロセス及び化学品の開発を実現することを目的とする。

ハロゲンや重金属酸化剤を使用しない過酸化水素酸化は、酸化力が弱く触媒との組み合わせが重要である。これまで過酸化水素を酸化剤とし、タングステン錯体、四級アンモニウム塩類、及びアミノメチルホスホン酸からなる三元系分子触媒を用いることで、有機溶媒不要かつハロゲンフリーな高選択酸化技術を世界に先駆けて開発してきた。この酸化技術は、ファインケミカルズ等の現行製造プロセスをクリーン酸化プロセスへ転換しうる可能性を拓くものであるが、1) 多官能性基質への適用、2) 高分子量基質への適用、3) 易加水分解性基質への適用、4) 難酸化性基質への適用の点で未だ不十分であった。これらを解決することで、過酸化水素を用いる酸化技術の適用範囲を飛躍的に拡大し、現在の化学産業のコア技術と位置づけることができる。

本年度は、1) 多官能性基質への適用として、二官能性モデル化合物に対するタングステン-ホスホン酸-四級アンモニウム塩三元系触媒を用いて過酸化水素によるエポキシ化を検討した。その結果、本反応が発熱反応であるため、系中の局所熱除去が攪拌効率に依存することを見だし、大スケールで目的物を再現性よく得るための問題点を提起することができた。2) 高分子量基質の適用として、分子量10万のオレフィン性二重結合ポリマーを用いて過酸化水素による三元系触媒エポキシ化を行った。その結果、6種類の金属触媒を用いてスクリーニング検討し、それぞれの金属特有の性質と触媒活性の関連について知見を得ることに成功した。反応前後でポリマーの変色・液状化は観測されず、白色の粉末として得られた。3) 易加水分解性基質への適用として、過酸化水素水によるテルペン類のエポキシ化の検討を行った。その結果、タングステン系三元系触媒において、水酸化ナトリウムや炭酸水素ナトリウムを添加することにより生成物の分解が抑えられ、高収率・高選択性で目的のエポキシ化合物を得ることができた。4) 難酸化性基質への適用として、過酸化水素を用いた芳香族ケトンの酸化反応の検討を行った。反応系中で過酸化水素と反応して過酸を与える反応系を検討し、活性化剤兼溶媒となる試薬を用いて反応を行うと、加水分解による副反応がほとんど起こらず位置選択性においても高い選択性で目的生成物を得ることができた。

共通する課題として、触媒系のさらなる活性化、発熱制御、攪拌効率等の視点に基づいたスケールアップを考慮した反応条件の開発が今後必要である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 グリーンケミストリー、過酸化水素、酸化反応、触媒、エポキシ化

#### ・核燃料サイクル施設安全対策技術調査

【研究題目】 放射性廃棄物処分安全技術調査等のうち地層処分に係る地質情報データの整備「母岩地質特性評価手法の現場適用性評価」

【研究代表者】 渡部 芳夫（深部地質環境研究コア）

【研究担当者】 伊藤 一誠、高橋 学、関 陽児、竹田 幹郎、鈴木 庸平、福田 朱里、幸塚 麻里子、平塚 剛、漆松 雪彦、佐東 大作、山口 行彦、清水 洋貴、栢野 聡一郎（常勤職員5名、他8名）

#### 【研究内容】

処分対象地域の地質環境ベースライン評価、および地下水流動モデル構築とそれに基づく安全評価のための水理特性、物質移行特性、および間隙水圧、地化学環境のような状態量の評価に関しては、平成18年度までの研究において、原位置透水試験の理論的検討、地化学状態、生物化学状態、間隙水圧の把握をより正確に行うための掘削手法、モニタリング手法に関する成果をあげている。現在までの研究において地下水流動、物質移行モデル構築に必要な残されたパラメータの評価手法、および昨年度までの成果をより安全評価に結び付けるために、新たに評価が必要となると考えられる水理、地化学、生物化学上の状態量評価の評価手法を抽出し、以下の4課題を対象とした研究を実施した。

- 1) 堆積岩地域における物質移行特性の不確実性評価  
分散長等の物質移行パラメータをボーリング孔を用いて、原位置で評価する手法の基礎的な室内実験手法の確立のため実施した。また、従来ボーリングの岩芯試料を粉碎して求めていた微生物活性に対し、原位置での評価を行うための基礎的な検討を実施した。
- 2) 堆積岩地域における間隙水圧異常の評価  
塩分濃度差と岩石の不完全半透膜的挙動による化学的浸透圧に関し、堆積岩試料を対象とした室内実験システムと浸透圧パラメータ評価手法を構築した。また、浸透圧を含む水と物質移行の数学モデルを構築し、実岩盤スケールでの化学的浸透圧による間隙水圧異常の発生と長期安定性に関する検討を実施した。
- 3) 間隙水圧モニタリングによる水理特性評価  
堆積岩の鉛直方向の透水係数を評価するための、水理-力学連成特性を室内で評価するための実験システムを構築した。
- 4) 水-岩石-微生物相互作用調査技術の評価



地下水の長期モニタリングが実施されている日本原子力研究開発機構瑞浪超深地層研究所との共同研究において提供された地下水試料、岩石試料に関する各種分析を行い原位置環境をより正確に評価するための手法を再検討した。

上記の1)および3)は、現状までで残されている物質移行パラメータ、および水理パラメータの異方性の原位置での評価を目的とし、また2)および4)は水理および地化学・生物化学状態量の評価手法と、それらの状態量が安全評価に対して及ぼす影響の評価を目的とした。

【分野名】地質

【キーワード】地質環境ベースライン

・サービス研究センター基盤整備事業

【研究題目】平成20年度サービス研究センター基盤整備事業

【研究代表者】持丸 正明（デジタルヒューマン研究センター 副センター長）

【研究担当者】持丸 正明、橋田 浩一、内藤 耕、北島 宗雄、赤松 幹之、和泉 憲明、森 彰、本村 陽一、GECZY, Peter、宮下 和雄、山本 吉伸、吉野 公三、蔵田 武志、大隈 隆史、興梠 正克、高木 理、泉田 大宋、王 毅、澤井 雅彦、高岡 大介、高橋 正仁、陳 希、土肥 麻佐子、新佐 絵吏、橋本 政朋、藤石 紗也華、松本 清、宮本 亜希、石 垣司  
（常勤職員15名、他14名）

【研究内容】

本研究の主目的は科学的・工学的な手法によるサービスの生産性向上である。この目的を達するには、

- 科学的・工学的手法の開発、導入の方法論の確立
  - 汎用性のある技術やデータベースの構築・提供
  - 科学的・工学的手法の「有効性への気づき」の誘起と導入支援
- などを推進する必要がある。その機能を有するサービス研究の拠点を国内に構築するために下記の活動を行なうこととした。
- サービス生産性を向上するための科学的・工学的手法、汎用性のある技術、データベースを研究開発する研究開発事業
  - サービス産業における生産性の向上を実現するアイデアを現場に適用して効果を実証するプロジェクトの公募を行う適用実証事業、
  - これらの成果をサービス現場に導入するための促進策として、産業界と学会が連携したシンポジウムを開催する普及啓発事業

研究開発事業においては、医療、コンテンツ提供、大規模集客、観光、小売という5種のサービスに関するフ

ィールド研究を通じて、観測技術、分析技術、設計技術、適用技術という4種の基盤的な支援技術やデータベースの構築を進めた。適用実証事業としては5つのプロジェクトを再委託により実施し、そのうちの複数が産総研との継続的な連携につながっている。普及啓発事業としてサービス工学に関するシンポジウムを開催し、公的研究機関、大学、および産業界から約150名の参加者を得た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】科学的・工学的な手法、サービス工学

・海洋石油開発技術等調査

【研究題目】大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査に係る高度地質解析

【研究代表者】飯笹 幸吉（地質情報研究部門）

【研究担当者】飯笹 幸吉、石塚 治、岸本 清行、柵橋 学、西村 昭、下田 玄、角井 朝昭（常勤職員7名、他5名）

【研究内容】

本受託研究は、事業名「平成20年度海洋石油開発技術等調査（大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査に係る高度地質解析）」として、日本周辺における大陸棚延長の可能性のある海域において、「資源地質調査及び層序区分調査のデータの高度地質解析を行うとともに、大水深域における資源探査技術及びデータの蓄積を図る」ことを目的として、以下の事業内容を実施した。

- (1) 我が国の大陸棚延長海域における石油資源等の探査技術開発の一環として、基盤岩の溶出過程解明のため、ポイント測定や沈殿粒子の多点局所分析に適したフェムト秒レーザーアブレーションシステムを導入した。当該機器による測定結果では、堆積物中から採取した黄銅鉱及び黄鉄鉱から、顕著な濃度の Au、Ag などを検出した。また、閃亜鉛鉱中には Cd を、重晶石中には高濃度の Ga 及び Eu を検出した。
- (2) 大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査におけるデータを使用した地球科学情報の三次元可視化では、伊豆・小笠原海溝、伊豆・小笠原弧、四国海盆、パレスベラ海盆、九州・パラオ海嶺、大東海嶺群域で大水深域基礎調査及び海洋研究開発機構により実施された反射法地震探査データおよび地質採取試料の情報を編集し、海洋資源地質可視化システムを用いて地質解析を実施した。また、可視化技術の応用という観点から、実データを用いた実験を行いその有用性について考察した。ひとつは、既存の任意のビデオ画像から三次元情報を抽出する方法であり、二つ目は、技術の進歩による地形データの高精度化の重要性とメリットについて示した。
- (3) 火山岩等の試料に関して、①全岩化学組成、微量元素及び希土類元素（REE）分析、②岩石試料の同位体組成分析として Sr、Nd、Pb 同位体比の測定、③アルゴン-アルゴン年代測定によって、岩石が受けた

海底風化の変質程度に出来る限り影響されることなく信頼ある高精度な年代値を取得した。その結果、以下のことが明らかになった。1) 紀南海底崖周辺の火山体は島弧火山活動の産物と考えられる。活動時期は、四国海盆拡大停止後約2-300万年後までの間であったと考えられる。2) 南硫黄島海脚周辺及び伊豆弧南部の背弧海山から得られた年代値は、この地域の火山活動が *Parece Vela Basin* の背弧拡大停止後、マリアナトラフのリフティング開始前に起きたことを示している。3) 九州・パラオ海嶺南部の火山岩はいずれも島弧火山岩の特徴を持つ。しかし、背弧側では、西フィリピン海盆底の玄武岩と類似の玄武岩も採取された。4) 九州・パラオ海嶺西側の *Central Basin Fault* 北側及び南側の高まりには、九州・パラオ海嶺上の試料に比べて液相濃集元素に富む特徴を持つ玄武岩が分布し、同位体的にも明瞭に異なる。この地域と九州・パラオ海嶺上及び東縁部とで、玄武岩類のマグマ起源物質が、スラブ由来物質の付加以前に異なっていた（すなわちマントルそのもの）ことを強く示唆される。5) 西フィリピン海盆中の *enrich* した組成の玄武岩類は、予想される海盆底の年代よりかなり若い年代を示す。この事実は、西フィリピン海盆で海盆形成後に大規模なマグマティズムが起きていたことを示唆する。6) 大東海嶺では、白亜紀の島弧火山活動が起きていたこと改めて裏付けられた。またその後約4300-4500万年前に、海洋島玄武岩類似組成の玄武岩類の活動がオーバーラップした。

(4) 大陸棚延長海域における石油資源等の探査技術開発の一環として、第2白嶺丸によって収集された海底熱水鉱床の重力データを用いた探査の可能性について、モデル計算と実海域の海上重力データの両方から検討した。海上重力測定に対するモデル計算の結果では、水深500 m の海底の表面に厚さ50 m の鉱床があったとしても予想される重力異常は高々0.6 mGal となり、通常はそれより小さい異常しか得られないと想定される。それに対し実海域で取得したデータからは船上重力計による重力測定の精度は1 mGal 程度と推定される。このようなことから、海上重力測定から熱水鉱床の存在を推定するのは事実上困難であるが、海底重力測定では、熱水鉱床の厚さに応じて0.4 mGal (厚さ10 m の場合) かそれ以上の重力異常が予想され、仮に0.01 mGal の精度で測定できるとすれば1 m 単位で厚さを求めることも不可能ではない結果となっている。

(5) 海底熱水鉱床域の浅層地質構造を知るために、クラスターガン及び GI ガンによる音波探査を世界的にも初めての試みとして行った。その結果、伊是名海穴では、*Hakurei site* 及びその東側2カ所に熱水活動域と推定される顕著なマウンド状地形を確認した。ベヨネース海丘では、カルデラ床の海底面下に水平方向

500 m 厚さ20 m 程のレンズ状の地質体を発見した。過年度試料の分析から、このレンズ状地質体は熱水活動に伴って形成された可能性が高いことが推定される。明神海丘では、サンライズ鉱床の西方のカルデラ床直下に異なる反射層を確認した。これは中央火口丘からの崖錐堆積物かもしれない。しかし、この直上の海底面上には熱水成マンガンチムニー及びマンガンクラストが分布していることから、熱水活動によって形成された物かもしれない。明神礁火山では、中央火口丘西側のカルデラ床にライジングスター鉱床起源の硫化物礫を含むと推定される反射層を確認した。元禄海山北方海丘には、正断層が認められ、その一部は海底面に達している。現在も活動的なようである。今回の結果から、広いカルデラ床では良好な音波探査断面図を取得できることから、海域にあわせた運用によって音波探査手法が有効であることが明らかになった。しかし、海上調査では、カルデラ壁からの側方反射が多いので、これをできるだけ少なくするために、音源及びストリーマーケーブルともに対象物の直上を曳航できる深海ブーマーの導入が望ましい。

- (6) データベースの高度化として、本年は昨年度以降の基盤岩等に関するデータをデータベースに組み込むことと、昨年度作成のデータベースの運用での問題の解決も含め、今後長期にわたり本データベースを試資料の管理に供するためのソフトの改修を行った。

【分野名】地質

【キーワード】レーザー、重力、音波探査、九州・パラオ海嶺、伊豆・小笠原弧、玄武岩、島弧、海嶺、火山、マグマ、四国海盆、年代、同位体、可視化、三次元

・新世代情報セキュリティ研究開発事業委託費

【研究題目】組込システムに対するセキュリティ評価技術の研究開発

【研究代表者】大塚 玲

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】大塚 玲、今福 健太郎、渡邊 創、北川 隆 (常勤職員4名)

【研究内容】

組込システムの心臓部であるシステム LSI チップは日本における大きな産業のひとつである。国際的なシステム LSI チップのセキュリティ評価は ISO/IEC 15408 (Common Criteria: CC) に基づいて行われている。現在システム LSI や組込システムのセキュリティ評価は欧州の独占状態であり、チップへの評価方法や評価基準は欧州の協議体 (JHAS) で決められている。日本には CC に基づくセキュリティ評価制度がないため、国際市場で競争するために必要なセキュリティ評価を欧州に頼っているのが現状である。さらに、評価基準に関する情報の不足から対策が遅れ、結果的に評価で不合格にな

る恐れもある。そこで本研究開発では、国内の組込セキュリティ評価体制を技術的な面で支えるため、(1) 新攻撃手法・対策技術の研究開発、(2) 既存攻撃手法の試験技術開発と人材育成、および(3) 最先端の評価環境の構築・運用を目的とする。

今年度は、セキュリティ評価の知見を集約するための Standard Test Vehicle の開発および、最先端の攻撃手法開発のためのつくば集中研究施設の構築を行った。前者では、将来のセキュリティ評価制度運用に向けて評価要員を育成すべく、各チップベンダや評価機関等との共同研究を計画し、研究員の技術向上を図るとともに、既存攻撃手法の改善や試験技術の発展を目指した。本計画は IPA 主催の CC タスクフォースにおいて、各種企業に対して参加を呼びかけた。その結果、現在3社から共同研究の内諾を得ており、うち1社とは平成21年度から共同研究を開始することになった。今年度は主に、複数の企業との共同研究開始に向けた交渉や、共同研究開始に向けた実験室の構築や実験装置の導入に関して打ち合わせを行った。また後者では、産総研つくばセンターにセキュリティ評価を行うための実験室の設計を行った。実験室は2箇所に構築しており、故障利用攻撃等の設備を備えた実験室と、サンプル前処理用の化学実験室および最先端の評価装置を備えた実験室とした。今年度は、セキュリティ評価を効率的に行うことができ、かつ CC のサイト認証を取得できるような物理セキュリティを満たす実験室の設計を行った。また、本実験室に導入する装置類の選定も同時に行った。これらの実験室は平成21年度中に工事を行い、運用を開始する予定である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、耐タンパー技術、暗号技術

【研究題目】証明可能な安全性をもつキャンセラブル・バイOMETRICS認証技術の構築とそれを利用した個人認証インフラストラクチャ実現に向けた研究開発

【研究代表者】井沼 学  
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】井沼 学、大塚 玲  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

バイOMETRICS認証技術は、指紋、手のひらや指の静脈、虹彩、声(話し方)、署名(の方法)など、人間の身体的特徴、行動的特徴を用いて個人認証を行う技術である。身体や行動の特徴データはセンシティブな個人情報となりうるため、安全な保護・管理・利用技術(テンプレート保護技術)が不可欠である。また、バイOMETRICS情報は、個人と切り離せない情報ゆえに、漏洩や盗難の際に自由に更新することができないという問題を抱えている。そこで、認証用鍵とバイOMETRICS情

報の2要素を用いて認証を行い、登録用データや認証用データの更新を可能とする認証技術(キャンセラブル・バイOMETRICS認証技術)が注目されている。バイOMETRICS情報を登録用の鍵や関数によって変換して保管すれば、テンプレート保護も同時に達成できる。

本研究の目的は(1) キャンセラブル・バイOMETRICS認証技術のセキュリティの定式化と枠組みの構築、安全なプロトコルの開発、(2) 各モダリティやアルゴリズムごとの条件に応じた最適な安全性をもつキャンセラブル・バイOMETRICS認証応用技術の研究開発、(3) シングルサインオンシステム OpenID にキャンセラブル・バイOMETRICS認証を組み込んだ認証システム(OpenBio)のプロトタイプ構築、である。平成20年度までの成果は、それぞれ次の通りである。(1) 実用的なセキュリティ要件を定式化し、この要件のもとで安全なプロトコルを構成した。(2) 指紋、顔、オンライン署名において、各種アルゴリズムの調査、分析を行い、得られた学術的な成果を国際学会等で発表した。(3) OpenID にキャンセラブルではないバイOMETRICS認証を組み込んだデモシステムを完成させ、次年度の OpenBio プロトタイプ構築のための準備を終えた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】バイOMETRICS、バイOMETRICSセキュリティ、キャンセラブル・バイOMETRICS、テンプレート保護

【研究題目】既存 OS に挿入可能な仮想マシンモニタによる異常挙動解析とデバイス制御の研究開発

【研究代表者】須崎 有康  
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】須崎 有康、Nguyen Anh Quynh、八木 豊志樹、高橋 一志(常勤職員1名、他4名)、安藤 類央(独立行政法人 情報通信研究機構)

【研究内容】

セキュリティホールを修正するパッチが提供されるより前にそのホールを突く「ゼロディ攻撃」に対する検出と防御の研究開発を行う。

通常のセキュリティソフトウェアでは識別子の提供が間に合わず、ゼロディ攻撃自体の検出が難しい。本開発では OS のシステムコールをフックし、その呼び出し手順から異常挙動を検出する。検出したゼロディ攻撃は修正パッチがないため OS 上では対処が難しいが、本開発では OS より下位に仮想マシンモニタを挿入し、仮想マシンモニタによるデバイスの読み書き制御で対処する。

本開発は平成20年度-21年度のプロジェクトである。対象 OS を Windows とし、平成20年度は下記の項目の開発を行った。

(1) Windows 上での異常挙動検出

Windows のシステムコール API をフックしてレジストリ、ファイル、メモリのアクセスをモニターするツールを開発した。各モニターツールはシステムコール API の引数を取得し、異常挙動検出に利用できることを確認した。

#### (2) 仮想マシンモニタインサージョン

仮想マシンモニタが既存の Windows に影響を与えずに組み込む方法を調査・検証した。既存の仮想マシンモニタでは管理 OS の挿入およびブートローダの変更問題やデバイスモデルの相違問題などがあり、これらの解決策を調査・検証した。

#### (3) 仮想マシンモニタによるインシデント情報通知とデバイス制御・動的防御

ゲスト OS の Windows へのゼロディ攻撃を検出した場合、そのインシデントを仮想マシンモニタに通知する手法、および攻撃に対する防御を行うツールをオープンソースの仮想マシンモニタ Xen をベースに試作し、各種の操作を可能にした。一例としてフォレンジックス（物理メモリ解析）ツール Volatility と組み合わせることで Windows の動作を管理 OS から解析できるようにした。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 情報セキュリティ、ゼロディ攻撃、異常挙動解析、仮想マシンモニタ

#### [研究題目] アクセシブルデザイン技術の標準化

[研究代表者] 赤松 幹之（人間福祉医工学研究部門）

[研究担当者] 赤松 幹之、佐川 賢、横井 孝志、  
倉片 憲治、大塚 裕光、関 喜一、  
伊藤 納奈、佐藤 洋（常勤職員8名）

#### [研究内容]

高齢者障害者配慮設計指針 ISO/IEC Guide71及び ISO/TR22411I に基づいて、高齢者及び障害者のニーズに対応した製品やサービスに関する一連の国際規格原案を作成し、ISO に提案する。そのため、高齢者や障害者の人間特性データを収集するとともに、さらに国際提案に必要な国・人種間の比較を行う。

全体計画は(1)高齢者及び障害者の人間特性の計測、(2)人間特性の加齢効果の国際比較、(3)規格原案作成、の3項目から成る。(1)人間特性に関しては、感覚、身体、認知の3つの分野において基本となる特性を、高齢者及び若年者について多数（高齢者、若年者各50名以上）のサンプルデータを収集する。(2)に関しては、感覚の加齢特性を欧・米・アジア地域で比較する。(3)に関しては、JIS 原案やその他の標準化関連資料を基に国際提案のための規格原案を作成し ISO に提案する。

上記の年度計画に沿って(1)妨害音中での報知音の適正音圧レベル、音の大きさ感の加齢変化、音信号の方向定位、音声聴取における周波数帯域の影響、文字読み取りにおけるコントラストの主観評価、触覚浮き上がり文

字の断面形状の影響、上肢の到達域、記憶と探索、の各項目について高齢者56名、若年者56名にのデータを収集し、人間特性データの基礎資料を得た。(2)ドイツ、韓国、米国にて、同じ試験サンプルを用いて色知覚特性（基本色領域）、触読の適正文字サイズ、に関する国際比較データを収集した。(3)についてはこれまでのデータに基づいて、最小可読文字サイズ、音声の音圧レベル、基本色領域、の3件の国際規格原案の素案を作成し、ISOTC159人間工学に提案する準備を整えた。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 高齢者・障害者配慮、ISO/IEC Guide 71、ISO/TR22411、国際規格、感覚特性、身体特性、認知特性

#### ・暗号モジュールの実装攻撃の評価に関する調査研究

[研究題目] 暗号モジュールの実装攻撃の評価に関する調査研究

[研究代表者] 佐藤 証

(情報セキュリティ研究センター)

[研究担当者] 佐藤 証、坂根 広史、片下 敏宏

(常勤職員3名)

#### [研究内容]

本事業では、統合的なサイドチャネル攻撃標準評価環境の構築と、評価指針の国際標準化へのさらに明確かつ大きな貢献を目指し、これまで評価ボードと自動評価ツールの融合と標準データフォーマットの開発、NIST に研究員を派遣して次期米国標準および ISO/IEC のベースとなる FIPS140-3策定への参画などの研究開発活動を行った。その概要を下記に示す。

#### (1) 実装攻撃への対策を施した標準暗号アルゴリズム LSI の開発

ISO/IEC 18033-3標準ブロック暗号アルゴリズムと、公開鍵暗号の RSA および楕円曲線暗号 ECC を実装した90 nm と130 nm の2種類の LSI を開発した。AES 暗号に対しては、サイドチャネル攻撃および故障利用解析攻撃への対策を施したマクロ7種を含む14種の実装を行い、RSA は一つのマクロで、複数の対策法を含む12種類の動作モードをサポートしている。この LSI は平成19年度開発の専用暗号 LSI 測定用評価ボード SASEBO-R に実装され各種対策の有効性検証が行われた。

#### (2) 実装攻撃解析ツールの開発と標準評価環境の整備

実装攻撃解析ツールの開発は、サイドチャネル攻撃の実装攻撃評価実験を効率的に行う目的だけでなく、それを基に定められたガイドラインに従って試験機関が暗号モジュール評価を行う際の標準ツールとしても重要な役割を担う。しかし、同じツールを使えば常に同じ評価結果が得られるわけではなく、各試験機関において、測定系の精度や試験者の解析技術も同じレベルに統一する必要がある。そこで、SASEBO を標準

試験のための解析環境統一のテストボードとして、標準でサポートする解析ツールのプロトタイプを作成した。また、試験結果や試験過程などを第三者が追試・検証できるように、それらを記録可能な拡張性の高いデータフォーマットの策定も同時に行った。さらに、国内外の研究機関から SASEBO 利用の多くのリクエストがあったため、メモリやインタフェース等の機能拡張を行った新規ボード SASEBO-G の開発を行った。しかし研究の進展に伴い、SASEBO-G 上の FPGA では容量が不足し、暗号 LSI では実装した対策法が一部実装できないという問題が生じてきた。今後、様々な新たな対策手法の提案がなされたときに、現在の SASEBO-G での実験が困難となるため、最新の FPGA デバイスを用いた FPGA ボード SASEBO-GII の開発も行った。SASEBO の配布はこれまでこの分野で実績のある研究機関に限っていたが、SASEBO-GII は今後、民間企業での事業化を通じて暗号モジュールの安全性に関する教育用ボードとしての一般への販売も計画している。

### (3) 実装攻撃耐性の評価手法ガイドラインの策定

諸外国における暗号モジュールに係る国際会議への参加及び関係機関との情報交換を行うとともに、暗号モジュールのセキュリティ要件、試験要件及び判定基準の策定に必要な各種文献や Web 等を活用して、暗号モジュールの評価に係る調査を行った。また米国 NIST Computer Security Division へ研究者を派遣し、暗号モジュールの評価手法における技術的な議論を密に行った。その結果、次期米国標準 FIPS 140-3 のサイドチャネル攻撃に関する評価指針の策定を産総研が中心となって行なった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、暗号モジュール、サイドチャネル攻撃、国際標準、安全性評価

### ・産業技術研究開発委託費

【研究題目】SOFC 単位セルアッセンブリー試験方法に関する標準化

【研究代表者】嘉藤 徹（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】嘉藤 徹、天野 雅継、根岸 明、加藤 健、門馬 昭彦、田中 洋平、野崎 健、高野 清南、小林 美和子、吉原 美紀、永田 進（常勤職員6名、他5名）

【研究内容】

SOFC 単位セルでは運転条件、形状・構造、材料特性等が多様である他、シールがない等の理由でセル周辺部の状況によっても発電性能が左右されるためセルの発電性能を特定することが難しい。この問題に関して本研究では単位セル本体とセル周辺部を合わせて単位セルア

ッセンブリーとしてとらえ、共通性が比較的高く発電試験が容易になるようなセルアッセンブリーのあり方を確定し、セル形状、構造等にあまり左右されず共通性が高い温度、ガス流量・組成の制御、出力電圧、出力電流等の測定方法、制御方法、制御精度を検討するとともに試験条件、試験方法、試験手順を確立し、SOFC 単位セルアッセンブリーの発電性能試験方法の国際標準原案を作成する。作成にあたっては、簡易かつ安定な改質ガスの供給方法を開発し、上述のようなシールの有無、セル形状の違いが測定に与える影響を調査するとともに関連試験技術、SOFC の開発状況等について調査を行い原案に反映させる。

3年計画の2年目である本年度は、昨年度開発したアノードガス供給方法について、流量および組成の不確かさを検討した。その結果、ガス分析の不確かさは検量線から推定される分析濃度の不確かさによりほとんど決定されることが判明し、また、種々の改質条件において平衡組成を±1 mol%以下の偏差で再現できることを確認した。さらに、特性計測における不確かさを評価する目的で、SOFC の温度計測に一般的に使用される K タイプ熱電対の実情について調査し、特性の温度依存、燃料流量依存、気圧依存等を計測し、それらを考慮して計測される電流-電圧特性の不確かさを評価する方法を示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、固体酸化物形燃料電池、規格・標準化、発電特性解析

【研究題目】自動車用ジメチルエーテル（DME）燃料の国際標準化（産業技術研究開発委託費）

【研究代表者】後藤 新一

（新燃料自動車技術研究センター）

【研究担当者】小熊 光晴、日暮 一昭、喜多 郭二、河野 義善（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

クリーンエネルギーとして期待の大きい DME に関して、自動車用を主とした DME 燃料品質仕様の国際標準化を目指す。目標とする国際標準の内容は、「自動車用 DME 燃料仕様」および「DME 対応潤滑性評価試験方法」で、国内での JASO（日本自動車規格）or TS（標準仕様書）化と共に ISO 化を目標とする。燃料中の不純物や添加剤がエンジン性能および排気特性に及ぼす影響について、5%程度の不純物混入は、排気特性に大きな影響を及ぼさないこと、一方で水分の混入はエンジン燃焼に影響すること、粒子状物質（PM）をほとんど発生しない DME であっても、燃料中に炭素数の大きな不純物が混入すると、PM の生成に大きく影響することなどを明らかにした。潤滑性評価方法の検討に関しては、メタノールや水の混入が及ぼす摩耗影響について DME 対応摩耗試験機にて定量的な評価を開始した。これらのデ

ータをもとに ISO/TC28/SC4/WG13に参加し、燃料規格化に向けたコンセンサス作りを行った。また国内委員会を2回開催し、ISO 会議での進捗報告と自動車用燃料規格としての国内のコンセンサス作りを行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ジメチルエーテル、DME、ディーゼルエンジン、燃料、品質、標準化、ISO、自動車

【研究題目】高性能冷陰極エックス線非破壊検査装置

【研究代表者】鈴木 良一

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】大島 永康、安本 正人、豊川 弘之、黒田 隆之助、清 紀弘、小川 博嗣、山田 家和勝(常勤職員8名)

【研究内容】

従来のエックス線源は、ヒーターやフィラメントで電子源の温度を上げ、熱電子放出を利用して電子を引き出してターゲットに入射しエックス線を発生する方式であるため、予熱を開始してから電子源の温度が一定になるまでに待たなければならない、予熱のためにエネルギーを消費するといった問題があり、特に携帯型のエックス線源では利便性が悪かった。そこで、本研究ではカーボンナノ構造体の電子源を用いたヒーターやフィラメントを使用しない高性能冷陰極エックス線発生装置の開発を行った。

使用したカーボンナノ構造体は、CVD 法によって形成し基板側が太く先端がナノチューブで針葉樹状の形状をしたもので、高電界下でも構造が壊れにくく、安定な電子ビーム放出・エックス線発生が可能なものである。本年度は、このカーボンナノ構造体の電子源を用いたエックス線管およびエックス線発生装置を試作した。

試作したエックス線管は、電子源に負の高電圧、ターゲットに正の高電圧を印加する双極型で、±50 kV 以上の高電圧を印加することにより、100 keV 以上のエックス線を発生させることができることを確認した。このエックス線源は、発生時にしかエネルギーを消費しないため、単三乾電池2本を電源としても高精細なエックス線透過像を撮ることができ、可搬型のエックス線非破壊検査装置として期待される。

【分野名】標準・計測

【キーワード】カーボンナノ構造体、電子源、エックス線源、冷陰極、乾電池駆動、非破壊検査

【研究題目】質量分析装置用コンポーネント

【研究代表者】齋藤 直昭

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】大村 英樹、岡田 三郎(産学官連携コーディネータ)(常勤職員3名)

【研究内容】

研究開発独法や大学・企業の研究部門などでは、既存装置では不可能な最先端分析や特殊用途分析を必要とする場合がある。既存装置あるいは分析装置用各種コンポーネントを利用して特殊仕様装置の開発を行っているが、特殊仕様に改造可能である高性能なコンポーネントを製造できる国内企業は少なく、様々な制限のある海外製を輸入している状況にある。そこで、独立して動作する質量分析装置を構成できるだけでなく、研究者が独自に開発する特殊仕様の装置に転用できるような分析装置の基本コンポーネントの開発を行い、中小企業との共同研究を通じた検証実験を実施し、当該装置の製品化を促進して中小企業を支援することを目標とする。

基本コンポーネントから構成されるレーザーイオン化質量分析装置として、全長約50 cm の小型装置、全長1.5 m の高性能装置の2台を試作して性能評価し、それぞれ目標の性能を実証した。また、特殊仕様の装置の例として、高分解能・高感度を実現できる垂直加速飛行時間質量分析装置(orthogonal acceleration time-of-flight mass spectrometer: *oa*TOF)を開発した。この*oa*TOF をイオン付着イオン化法(ion attachment ionization: IA)のイオン源と組み合わせ、イオン付着イオン化飛行時間質量分析装置(IA-*oa*TOF)を開発し、性能評価で目標の性能を達成した。これらの開発の過程に於いて、連携中小企業と共同研究を実施し、随時技術提供等を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】質量分析、装置開発

・IT 投資効率向上のための共通基盤開発プロジェクト

【研究題目】マグネシウム地金・合金中酸素の分析法に関する標準化

【研究代表者】柘植 明(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】森川 久、山内 幸彦、兼松 渉、上養 義則、阿知波 初美、村上 一乃(常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

本研究開発は、マグネシウム材料を取り扱う上で問題となる酸素含有量の分析方法について国際規格(ISO/TC79/SC5「軽金属および合金」)提案を行うことを目標としている。本研究の骨子は、不活性ガス融解-赤外線検出法のマグネシウムに対応した分析条件を明らかにすることにある。この分析方法を国際標準の規格案にしていくために必要となる諸要素として、①試料のサンプリング方法、②分析値の妥当性の確認、③適用可能な合金の範囲、④適用可能な市販装置の範囲などが挙げられ、平成20年度はこのうち①試料のサンプリング方法、②分析値の妥当性の確認、について研究をおこなった。

試料のサンプリング方法については、切粉採取法の適用可能性について検討した。切粉採取は対象物全体を代

表する分析試料を得るという面で優れた方法であるが、酸素分析の場合、簡易な酸素遮蔽措置では切粉の酸化は避け得ず、実用的な意味で切粉採取法を採用すべきではないという結果が得られた。

分析値の妥当性の確認については、フェノール塩酸段階的溶解法によるマグネシウム中酸化マグネシウムの分析値との比較を行った。結果は、全体としてフェノール溶解法の方が少し高い値となった。また幾つかの試料ではフェノール溶解法が原理的に持つ誤差要因によると考えられる大きく外れた結果も得られた。誤差要因が考えられる分析結果を除いた9試料の分析結果の2法による相関を取ると、相関係数  $R$  の2乗で0.9565が得られ、相関が明らかとなった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 マグネシウム地金、マグネシウム合金、酸素分析、不活性ガス融解

【研究題目】 新規 POPs 候補物質の分析法の標準化

【研究代表者】 山下 信義（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 山下 信義、谷保 佐知、堀井 勇一（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

本事業では、次期 POPs 有力候補である PFOS（パーフルオロオクタンスルホン酸）他残留性人工フッ素化合物・臭素系難燃剤の標準分析法を開発し、国際標準化を行う。関連する国際標準は ISO/TC147/SC2/WG56 (PFOS/PFOA) 他である。本研究では、これらの国際標準分析法を日本主導で獲得することで POPs 規制、RoHS 指令等に対する日本の発言力の強化と国内産業界への貢献を目指す。本年は3年計画の3年目に当たり、新規 POPs 規制の候補として検討されている PFOS/PFOA について、基礎検討の終了した液体クロマトグラフタンデム質量分析計を用いる分析法を元に ISO 国際標準分析法を開発し、米国 EPA、Environment Canada 等の参加により国際ラウンドロビンテストを行い、その結果をもとに規格案を投票した。結果として TC147/SC2/WG56「PFOS/PFOA 水試料標準分析法」は、19ヶ国の100%賛成投票により国際標準 IS として正式に採択、平成20年3月に発行された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 POPs、PFOS、HBCD、ISO

【研究題目】 光触媒材料のバイオフィルム抑制効果評価法に関する標準化

【研究代表者】 大古 善久（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 大古 善久、松沢 貞夫、竹内 浩士、花田 智（生物機能工学研究部門）、竹内 美緒（地圏資源環境研究部門）（常勤職員5名）

【研究内容】

酸化チタン光触媒反応の強い酸化力によって得られる効果の一つに殺菌がある。本研究は、細胞内にクロロフィルを有する微細藻類が死滅に伴って色変化することに着目した新しい殺菌性能評価法を開発し、環境バイオフィルムが抑制できる確かな製品開発のための国際標準化を目的としている。

平成20年度は、本評価手法に適するバイオフィルムについてコンクリートや金属、あるいは水槽に付着して問題になる藻類を対象とし、気生藻類としてクロレラを、水生藻類としてホルミジウムを供試菌とすることとした。そして特にクロレラを供試菌とした場合の平板試料に対する評価法を開発した。吸光度法と蛍光光度法で簡便に定量評価が可能であり、次年度行うラウンドロビン試験のプロトコルを作成できた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 酸化チタン光触媒、抗菌、バイオフィルム、シアノバクテリア、色変化

【研究題目】 有機薄膜の高精度組成分析のための標準化

【研究代表者】 野中 秀彦

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 藤本 俊幸、中永 泰介、永井 秀和、鈴木 淳、藤原 幸雄、渡辺 幸次（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

目標 本研究では、有機薄膜材料における高精度組成分析の標準化にむけて、TOF-SIMS 分析法において質量の確定と分析対象を変性することのない分析手順の確立に向けた研究を実施し、当該技術の国際標準化を ISO TC201（表面化学分析）を中心として推進することを目指す。

研究計画 平成20年度は、①大質量包含試料の開発と飛行時間軸と質量軸の相関の補正に関する研究。②新しいイオンビームスパッタ技術の開発とイオンビーム衝撃による有機分子の解離と変性の低減に関する研究。③国際規格案骨子作成及び国際標準化活動。の課題を実施する。20年度進捗状況 ①については、汚染を低減した試料を作製し、質量電荷比1,000以上の質量領域において、10 ppm 級の高精度質量マーカーの候補質量ピークを最大5個確認し、理論計算からその精度を検証した。それらの結果から、本標準試料を用いた質量軸の較正手順の規格の素案策定に必要な課題を明らかにした。②については、スタティック SIMS 用スパッタイオン銃に向けたイオンビーム源の開発を引き続き行ない、最小径 25  $\mu\text{m}$  の絶縁体キャピラリーを用いてイオンビームを 50  $\mu\text{m}$  以下に尖鋭化できること、およびイオン液体溶液を用いてエレクトロスプレー法により、正・負のイオンモードにおいて、pA オーダーのイオンビームを高真空中で安定に発生可能であることを確認した。③につい

ては、本課題の専門家からなる国内検討委員会を発足し、3回開催した。この委員会を中心として、国際規格化に向けた質量軸のキャリブレーション法及び無損傷イオンビーム限界量の決定手順に関する検討を進めた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 有機薄膜組成、TOF-SIMS、金属クラスタ錯体、スパッタ、標準試料

【研究題目】 情報分野の競争力強化に関する標準  
—グリッドコンピューティングに関する標準化—

【研究代表者】 伊藤 智(情報技術研究部門)

【研究担当者】 伊藤 智、竹房 あつ子、伊達 浩一  
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

産業界において、グリッド技術を利用したシステムを設計・構築・利用する際のガイドラインを作成し、国際標準規格化を目指した活動を進める。このガイドラインは、グリッドシステムの設計・構築・利用を行う場合に、検討すべき要件項目をリストアップするものであり、仕様書の作成におけるチェックポイントとなるだけでなく、構築するシステムの用途に合わせて、各要件の重要性を参照することが可能である。またこれにより、仕様書を読むベンダや SI 事業者との情報共有の効率化が期待される。

今年度は、昨年度までに作成したガイドラインを基に JIS 原案を作成し、JIS 規格への道を開いた。JIS 原案作成にあたっては、科学技術計算グリッド、データセンタグリッド、企業内グリッドなど、典型的なグリッドシステムに対する要求事項を抽出し、システムの提供者及び利用者によるグリッドシステムへの操作内容(アクセス、アグリーメント、コントロールに)毎に分類した。各要求項目や用語は、既存の規格や技術ドキュメントになるべく沿うように選定した。

また、国際的な標準化機関であるオープングリッドフォーラム(OGF)の中の EGR(Enterprise Grid Requirement)-RG に対してガイドラインの英訳版を提出し、Informational ドキュメントとしていく正式に公開されることとなった。国際標準 ISO に向けては、JTC1 2008テクノロジーウォッチワークショップなどでガイドラインについてアピールし、SC7へのアプローチをつくることができた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 グリッド、標準化

【研究題目】 発熱分解エネルギー測定に関する標準化

【研究代表者】 松永 猛裕(安全科学研究部門)

【研究担当者】 松永 猛裕、秋吉 美也子、岡田 賢、藤原 英夫、佐藤 嘉彦、秋月 志乃、船越 愛(常勤職員3名、他4名)

【研究内容】

化学物質が火薬類に該当するか否かの判定は、国際的に国連が勧告する試験法(TDG/GHS)の火薬類試験シリーズで決定される。この試験シリーズは項目が多く、多くの試料を必要とするため、この試験を行う必要があるかを化学物質の発熱分解エネルギーを求めて判断することになっている。しかし、国連勧告では発熱分解エネルギーの閾値に関する記載はあるが、詳細な試験条件が記載されていない。本事業は、爆発性が懸念される個々の化学物質について、少量の試料で発熱分解エネルギーの適正な評価が行えるような評価システムの構築をまですすもので、平成19年度からの継続事業である。

本年度は、昨年を引き続き、国連勧告で発熱分解エネルギーの求め方として推奨される測定法である、示差走査型熱量計(DSC)および断熱熱量計を用い、火薬類を除いた過酸化合物、ニトロ化合物、アゾ化合物など、構造的に特徴的な30種類のモデル化学物質を選択して評価をすすめた。

DSC では測定試料容器材質、昇温速度を変更して、発熱量に及ぼす影響を詳細に検討した。発熱量は、測定試料容器、昇温速度で大きく影響を受けることが明らかとなり、標準化にあたっての問題点が抽出された。

断熱熱量計では、種々の装置(SYSTAG 社製断熱熱量計 SIKAREX、RADEX、ARC(Accelerating Rate Calorimeter):TIAX-New ARC、THT-ES-ARC、ADL-ARC2000)で比較評価を行った。いずれの断熱熱量計でも、得られる発熱分解エネルギーは、ほとんどの試料で上述の DSC 装置で得られる値と一致しないことが明らかとなった。国連勧告試験では、発熱分解エネルギーを DSC もしくは断熱熱量計で得るとするが、両者を同じ土俵で評価するのは危険であることが明らかとなった。

また、国内において従来、火薬類の感度試験として実施されてきた通産省式鉄管試験について、国連勧告試験(火薬類試験シリーズ)と比較しながら改良を加え、数種類のモデル化合物について爆発性試験を実施した。国連勧告試験と比較して、大まかには傾向が一致した。引き続き、実験で得られた発熱分解エネルギー値と爆発性との関連付けを進める。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 発熱分解エネルギー、標準化、DSC、ARC、爆発危険性予測

・その他

【研究題目】 安全知識循環型社会構築事業

【研究代表者】 山中 龍宏

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 山中 龍宏、持丸 正明、西田 佳史、本村 陽一、多田 充徳、北村 光司  
(常勤職員5名、他1名)



## 〔研究内容〕

1) 傷害情報の収集、2) 傷害原因の究明による知識化、3) これらの情報伝達、の3つを柱として取り組んだ。

医療機関における傷害の情報収集に関しては、国立成育医療センター救急部での情報収集を継続し、本事業期間（2008年4月から2008年10月まで）に2,249件（データベース化された数）の情報が集まった。これまで収集してきた傷害事例と合わせると4,095件（データベース化された数）となり、統計として分析を行うことができる数が集まった。収集された傷害データの集計から、月齢と製品の関係、月齢と傷害の種類、月齢の傷害部位などのデータが得られ、このデータはシンポジウムやホームページ等によって広く周知を行った。

実験やシミュレーションを用いて傷害が起こるメカニズムを知ろうとする時、子どものからだや行動の詳細なデータは必要不可欠である。本事業では「子どもの身体寸法データベース」の拡充を行った。平成20年度は、0～5歳児計214人のデータを収集した。

傷害の原因の究明による知識化の取り組みに関しては、本事業の委員会でも検討し、今年度は、自転車ヘルメット、手指の挟み事故、アイロンの3課題を取りあげて検討した。自転車からの転落に関する知識化では、子どものマルチボディモデルと頭部モデルからなる転落傷害シミュレータを開発し、自転車からの転落事故の分析に応用した。指挟み事故に関する知識化では、ドアやベビーカーなどの指はさみの危険性を評価するための簡便な評価方法を開発した。この評価方法を使用すると、製品を設計する時点である程度の危険性を把握することができるようになる。折りたたみベビーカーの危険性評価に利用され、財団法人 製品安全協会の規準値に反映された。アイロンに関しては独立行政法人 国民生活センターと協力して取り組んだ。使用者へのアンケート調査で、アイロンによるやけどの対策が望まれていることがわかった。

情報発信に関しては、事業で得られた情報や知識をサイト上（<http://www.kd-wa-meti.com/>）で2008年5月18日から公開した。公開したサイトでは、検索サービスの提供を開始した。表記ゆれ（椅子、イス、チェアなど）を扱う辞書と、上位概念を扱う辞書を作成、検索システムに導入することにより、表記ゆれへの対応や上位概念による検索支援機能を実現した。さらに、本事業では、シンポジウムを3回（2008年4月23日、2008年5月18日、2008年8月8日）開催し、事業で行った活動を周知するための取り組みも行った。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 デジタルヒューマン、子どもの事故予防、事故サーベイランス、事故予防コンテンツ、事故原因究明

〔大項目名〕 中小企業産学連携製造中核人材育成事業

〔研究題目〕 ナノマイクロ量産化技術と応用デバイス

## 製造に関する新事業開拓イノベーション人材育成事業

〔研究代表者〕 前田 龍太郎

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 前田 龍太郎、高橋 正春、市川 直樹、宮澤 伸一、田中 孝子、児玉 廣之、近森 邦夫（常勤職員3名、他4名）

## 〔研究内容〕

高付加価値ものづくり戦略の核心を担うナノ製造や微小電気機械システム（MEMS）を核にシステム化とビジネス化を国際的に取り組める人材育成を目的とする。現在限られた大学や研究機関でしか触れることのできない、最新のものづくり技術（MEMS、精密ナノ加工、設計シミュレーション・評価技術）について実習を中心に学ぶことにより、各地域のニーズやポテンシャルを生かし、情報家電や健康管理センシング、人工物モニタリング、光センシングネットワークやロボット応用について、エレクトロニクスや IT、ビジネスにも精通した起業や新事業開拓を目指す国際人材を育成することを目的とする。

これまでに目標となる育成人材像を確立し、育成人材の目標到達のためのプログラムを開発し、既存のプロジェクトの成果や開発したプログラムにて実践教育の一部を公設試験所や地域企業の関係者に対して行うとともに、教材や教育法の検討を業界団体の協力を得て行い開発する人材育成プログラムの目的合理性について評価を行ってきた。今年度は前年に開発したプログラムについて内容を検証するための講義および実習を行った。また実習結果についてアンケート等を取り、内容の評価や改善を行った。人材育成のプログラム開発委員会を各地域に設置し、カリキュラムの全体設計、MEMS コア技術のプログラム開発、流体エネルギー・ナノバイオ技術、センサデバイス技術・光デバイス技術・実装応用技術、ビジネス・ソフト周辺技術の教材・講義を開発し、評価検討を引き続き行った。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 人材育成、ナノ製造、MEMS、流体エネルギー、ナノバイオ

〔研究題目〕 平成20年度 IT 投資効率向上のための共通基盤プロジェクト（マルチコアプラットフォーム上でのプログラム開発環境整備）

〔研究代表者〕 田中 良夫（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 田中 良夫、児玉 祐悦、伊達 浩一（常勤職員2名、その他1名）

## 〔研究内容〕

PlayStation3や Xbox360など、複数の演算コアを持つ（マルチコア）ゲーム機上でのソフトウェア開発は、プログラミングの複雑さやプラットフォーム間での移植

性の低さにより、プログラムの開発効率が極めて低い。ゲームコンテンツ開発産業の開発者を支援し、マルチコアゲーム機上でのソフトウェアの生産性および IT 投資効率を向上させるため、本研究においてはマルチコアプラットフォームにおけるソフトウェア開発環境の研究開発を行う。本研究においては、Cell BroadBand Engine 上で動作する『マルチコアアーキテクチャ向け自動最適化コンパイラ』である Ctrump を開発し、その実用性を検証した。Ctrump は、プログラムの字句・構文解析を行うパーサ部分、並列性解析を行なう並列解析モジュール、解析結果に基づいて Cell BroadBand Engine 向けのコードを生成するコード生成モジュール、およびそれらをユーザが簡単に利用するためのユーザインタフェースにより構成される。

Ctrump の特徴は、並列化を解析する自動並列化コンパイラの機能と、高い性能を引き出すための人手による性能最適化を相補的に利用することにより、開発効率を向上させつつも、ゲームソフトウェアが求める高い性能を実現することを目指すことにある。本事業参画企業である株式会社バンダイナムコゲームスおよび株式会社コーエーの評価においても、Ctrump のアプローチが現実的であることが示されている。また、産業技術総合研究所が行なった詳細な性能評価結果においても、Ctrump が現実的な性能を実現しつつ、ソフトウェアの開発期間を大幅に短縮し、Ctrump がソフトウェア生産性向上に大きく寄与することが示された。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】自動並列化コンパイラ、マルチコア、アクセラレータ、CELL

【研究題目】二酸化炭素回収・貯留システムの安全性評価手法調査（二酸化炭素等の圧入が地下構造に及ぼす影響について）

【研究代表者】楠瀬 勤一郎（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】楠瀬 勤一郎、石戸 恒雄、西 祐司、杉原 光彦、加野 友紀  
（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

本調査は、貯留サイトの将来の安全性評価・環境影響評価に係わる指標の整備・評価作業に加え、自治体・住民への信頼醸成にも資することを目的とし、二酸化炭素の地下圧入が、地下深部における二酸化炭素等流体の流動・圧力など地下の構造に及ぼす影響や地震誘発の可能性についての知見を体系的に整備する。このため、二酸化炭素の地下貯留が、地下の環境に与える影響についての既存知見について、おもに、ダム湖の湛水、石油・天然ガス生産、流体廃棄物の地下圧入に伴う地震誘発についての文献調査と、鉱山における山はねを含め、誘発地震についての最近の研究動向についての聞き取り調査を実施した。また、これらの知見を検討するため、二酸化

炭素圧入の数値シミュレーションを実施した。

二酸化炭素の圧入に伴って地震が誘発されたという確実な事例はないが、地下に流体廃棄物などを圧入した場合に地震を誘発した事例はある。また、ダム湖の湛水に伴って、ダム湖から周辺の岩盤の断層や破碎帯に水が漏出するなどし、間隙圧（地層や岩盤中の空隙を満たしている地下水などの圧力）が上昇し、地震を誘発した事例や、石油・天然ガスの生産に伴って、大量の流体を地下からくみ上げたために地震が誘発された事例などがあり、これらから得られる知識をまとめ、二酸化炭素地下貯留が地層に及ぼす影響について考察した。

【分野名】地質

【キーワード】二酸化炭素地中貯留、地下圧入、地震誘発、数値シミュレーション

【研究題目】革新的膜分離技術の開発（分離膜の細孔計測技術の開発及び標準化に向けた性能評価手法の開発）

【研究代表者】柳下 宏（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】柳下 宏、榊 啓二（環境化学技術研究部門）、小林 慶規、伊藤 賢志（計測標準研究部門）、鈴木 良一、大平 俊行（計測フロンティア研究部門）  
（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

本事業は、陽電子消滅法による RO 膜及び NF 膜の有する細孔を計測する技術を確立し、陽電子消滅法で測定された細孔と分離性能との関係を比較することにより、RO 膜及び NF 膜の膜評価についての標準化に向けた研究開発を行うことを目的とし、陽電子消滅法による RO 膜及び NF 膜の有する細孔の計測、RO 膜及び NF 膜の分離性能の測定を行い、RO 膜及び NF 膜における細孔と分離性能との相関を求めるとともに、RO 膜及び NF 膜の細孔測定に関する標準化に向けて研究開発を行った。

① 陽電子消滅法による分離膜中の細孔計測技術の開発  
高精度消滅ガンマ線測定装置を構築し、陽電子消滅ガンマ線同時計測システムを完成させた。陽電子消滅ドップラー広がり測定によりバルク陽電子寿命測定用認証標準物質の深さ方向の均質性を評価し、パルス化陽電子寿命測定装置校正への有用性が確認できた。また、2種類の分離膜について異なるエネルギー条件でパルス化陽電子消滅寿命測定を行ったところ、イオン阻止率に相関した  $\sigma$ Ps 寿命成分の変化を観測できた。

② 分離膜における細孔と分離性能との相関

市販されている RO 膜や NF 膜を用いて、純水による圧密化の影響、各種の水溶液による分離性能を試作した実験装置を用いて測定した。この結果から、膜の分離性能を詳細に把握し、陽電子消滅法により測定された分離膜中の細孔と相関する上で必要な溶質の選定が重要であることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】膜分離技術、RO 膜、NF 膜、陽電子消滅法、細孔計測技術

【研究題目】平成20年度石油産業体制等調査研究（GBEP におけるバイオ燃料の持続可能性に関する検討状況について）

【研究代表者】匂坂 正幸（安全科学研究部門）

【研究担当者】匂坂 正幸（常勤職員1名）

【研究内容】

GBEP (Global Bioenergy Partnership) は、サミット参加8カ国を中心とした組織で、その中で、温室効果ガスの削減効果を含むバイオ燃料の持続可能性について議論が進められている。わが国も参画している重要な枠組みであることから、そこでの議論を把握・分析するため、2008年11月17日、19日に開催された GBEP 会合に参加し、GBEP の温室効果ガスタスクフォース (GHG\_TF)、持続可能性タスクフォース (持続性 TF) での持続可能なバイオ燃料の利用や開発に関する動向の調査を行った。

GHG\_TF では、ライフサイクルでの GHG 排出量評価に必要な手順を整理し、示すためのマニュアル作りを行っている。これまでの会合では、多くのバイオマスに対応できるように、バイオマス資源の生産から、輸送、エネルギー変換、利用の各段階で質問 (イエローボックス) を設け、その答えによってさらに必要な質問 (ブルーボックス) へと進むようにチャートが作られ、その質問の内容を詰める作業が行ってきた。今回の GHG\_TF では、このイエロー/ブルーボックス内の質問を確定し、GBEP を実質上運営する委員会に報告する最終的なチャートを作成した。

持続性 TF では、これまで、考慮する項目を環境、社会、経済、エネルギー安全保障、ガバナンスの面から列挙し、参加者間で、項目の追加、統合、削除などの議論を重ねてきた。今回の持続性 TF では、前回、時間切れで議論ができなかった社会性、ガバナンスの項目を中心に、全般的な項目の検討を行ったが、参加者から様々な意見が続出し、再び次回以降の継続審議となった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオマス、バイオ燃料、地球温暖化、持続可能性、サミット

【研究題目】水素エネルギー利用に伴う材料使用基準に関する調査研究

【研究代表者】福山 誠司

(水素材料先端科学研究センター)

【研究担当者】飯島 高志、今出 政明、安 白、文 矛、張 林、甲斐 絢也、横川 清志 (計測フロンティア研究部門) (常勤職員5名、他3名)

【研究内容】

目標：

水素社会実現に向けた技術開発や実用化の取り組みが進められていますが、水素利用の拡大に伴い種々のトラブルも発生しており、高圧水素化での金属材料が厳しい劣化条件に曝されていることが判明しつつあります。本調査研究事業では、各種汎用材料における水素脆化のデータを蓄積することにより、安価で使いやすい汎用材料を水素エネルギーのために利用する際に、どのような条件が必要とされているかについて調査・研究します。

研究計画：

金属材料の水素脆化評価試験を実施するため、脆性の側面や材料の優位性などを勘案して、候補材料をとして評価試験を要する汎用材料の選定を行います。また、実用温度域を勘案して、今後水素脆化評価の測定を実施していく上で基本となる試験条件を、具体的な試験を行いデータを取得することで決定します。

年度進捗状況：

(1) 内部可逆水素脆化試験

Ni 含有量を変化させたオーステナイト系ステンレス鋼の水素チャージ材 (水素含量40 wt. ppm) を用いて、内部可逆水素脆化 (IRHE) に及ぼす温度の影響を低歪み速度 (SSRT) 試験で調べました。その結果、IRHE は温度の低下と共に増加し、200K 近傍で最大になり、更なる温度の低下と共に再び減少しました。また、IRHE は Ni 当量の低下と共に増大しました。これは、オーステナイト系ステンレス鋼の IRHE は歪み誘起マルテンサイトの生成に関連するものと推察されます。IRHE と水素ガス脆化 (HGE:1 MPa 水素中) との差異は150K にあり、IRHE では介在物誘起水素脆化が見られましたが、HGE では水素脆化は見られませんでした。

(2) 水素ガス脆化試験

市販の SUS304、SUS316、SUS316LN、SUS316L および SUS310S オーステナイト系ステンレス鋼、SUH660鉄基超合金、HastelloyC22ニッケル基超合金およびアルミ合金について、室温水素圧210MPa での水素ガス中で SSRT 試験を実施し、HGE 挙動を調べました。その結果、オーステナイト系ステンレス鋼の HGE は SUS310S では認められませんでした。SUS316L < SUS316LN < SUS316 < SUS304 の順にニッケル当量の減少と共に大きくなりました。一方、SUH660でも HGE が初めて認められ、Hastelloy C22では HGE は著しく大きくなりました。オーステナイト系ステンレス鋼の高圧水素脆化挙動は材料中のマルテンサイト量に主に関係するものと考えられます。A2024、A5083、A6061及び A7075アルミ合金については水素の影響は明瞭に認められませんでした。以上の結果は、産総研水素脆化テクニカルデータベースへ追加しました。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 汎用材料、水素ガス脆化、内部可逆水素脆化、低温

〔研究 題目〕 平成20年度地下水賦存量調査

〔研究代表者〕 丸井 敦尚（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 丸井 敦尚（常勤職員1名、他3名）

〔研究 内容〕

日本列島では、平均降水量の約1/2が蒸発し、約1/3が河川から表流水として海洋へ流出している。我が国の降水量には地域的な差異があるが、平均的には年間1,718 mm（国土交通省算出）の降水がもたされており、地下浸透する水分量は概算で286 mm/年と推定される。しかしながら、地下浸透する水分量の大部分は、海洋へ流出するものと推定され、全国的に見れば、この未利用の地下水流動量は、現在の地下水利用量を上回るものと推定される。したがって、十分な涵養性がある地下水流動量を地下水資源とみなして地下水開発を行えば、地下水障害は起こらないと考えられることから、地下水流動量を算定することで、地下水開発のポテンシャルは高まる。本調査では、この開発余地のある地下水資源の位置・深度をまとめ、全国の地下水流動量を算定した。また、場所によっては地下水に水溶性ガス等の工業用途に不適な物質が混在した地下水が賦存していることから、必要に応じて水質分析による実態調査を実施した。さらに、地下水の開発適性が高い地域に対し、地下水開発の判断材料に資することを目的として地下水賦存量分布詳細図を作成した。

〔分 野 名〕 地質

〔キーワード〕 地下水賦存量、地下水資源、工業用水

〔研究 題目〕 低周波帯電磁界強度標準及びミリ波帯ホーンアンテナ標準の研究開発

〔研究代表者〕 島田 洋蔵（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 島田 洋蔵、森岡 健浩、石居 正典、廣瀬 雅信、黒川 悟、飴谷 充隆、佐々木 暁子（常勤職員6名、他1名）

〔研究 内容〕

本事業では、近い将来において必要性の増加が予想される国家標準へのトレーサビリティを確保された低周波標準電磁界強度測定が国内で可能となることを目的とし、これまで整備されてこなかった国家標準としての低周波標準電磁界強度発生システムの開発を行った。その結果、大きさの異なる3種類の標準電磁界発生コイルとそれぞれの制御システムを構築し、装置を完成させた。また、これらの成果をとりまとめ、報告書を作成した。さらに、ミリ波帯ホーンアンテナ標準の研究開発では、小型で安価な測定装置によりミリ波帯アンテナ標準器の正面方向絶対利得、偏波特性、反射特性の測定技術とその不確かさ評価技術を確立することを目的に研究を行った。その

結果、ミリ波帯ホーンアンテナ利得校正システムおよび光技術による W バンドミリ波発生装置を開発した。また、校正システムの不確かさ評価を行い、これらの成果を報告書としてまとめた。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 電磁界、ミリ波、標準磁界、ホーンアンテナ

〔研究 題目〕 平成20年度地球温暖化問題対策調査／二酸化炭素回収・貯留技術実用化方策調査

〔研究代表者〕 西尾 匡弘（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 赤井 誠、原田 晃、鈴木 昌弘、山田 奈海葉、當舎 利行、安川 香澄、楠瀬 勤一郎（常勤職員8名、他2名）

〔研究 内容〕

2005年9月に発行された IPCC の特別報告書などを契機に、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）の回収貯留技術（CCS）は注目を集めており、地球温暖化ガス削減対策の重要なオプションの一つとして位置づけがなされつつある。その動きは、国連気候変動枠組み条約締約国会合、京都議定書締約国会合、温室効果ガス制御技術国際会議などの温暖化対策に対する国際的な枠組みの中でも重要な検討課題となり、今年度日本で開催された G8洞爺湖サミットでは CCS を推進することが明示されるに至った。

本調査研究では、国内外の関係機関における CCS の普及促進策及びその法的取り扱いに関する情報収集を図るとともに、CCS の普及に至る方策を検討するための検討会を設置し、有識者との意見交換を行うことで、事業の推進に係る法制度面および資金面からの推進方策に関する取り纏めを行った。

(1) 二酸化炭素回収・貯留に関する法規制・制度の調査

CCS に関わる国際的な法的措置、規制、ガイドラインの検討・策定動向について、関連する会合に出席して情報収集を図り、分析を行った。調査対象は、ロンドン条約科学会合、締約国会合および国際エネルギー機関の規制担当者ネットワーク会合等である。

(2) 二酸化炭素回収・貯留技術の普及に係る促進制度の調査

国内外の機関や国際的枠組における CCS 関連活動に係る基本情報を整理するとともに、これらによる CCS の推進・普及に向けた制度的取組みに関する情報収集・整理を図り、我が国の推進・普及制度との比較検討を行った。調査対象とした会合としては、炭素隔離リーダーシップフォーラムの年次会合や国際エネルギー機関・温室効果ガス R&D プログラムの主催する執行委員会、および各種ネットワーク会合等である。

(3) 二酸化炭素回収・貯留の本格実施に向けた促進方策の分析と方向性の提示

上記の検討を元に、海外の普及促進策との国際比較に基づいた我が国における課題を抽出し、我が国にお

ける CCS 普及に際しての課題と解決策について検討した。検討にあたっては、国内の有識者による検討会も構成し、「推進及び実施のための制度」および「経済的支援制度」を主要課題として計4回の会合を開催して、今後の本格実施に向けた枠組について取りまとめた。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 二酸化炭素回収・貯留 (CCS)

[研究題目] 平成20年度医療機器開発ガイドライン策定事業 (医療機器に関する開発ガイドライン作成のための支援事業)

[研究代表者] 赤松 幹之 (人間福祉医工学研究部門)

[研究担当者] 赤松 幹之、本間 一弘、田口 隆久、鎮西 清行、山下 樹里、岡崎 義光、小高 泰 (常勤職員7名、他7名)

[研究内容]

次世代の医療機器を早期に臨床導入するためには、円滑な機器の開発、迅速な薬事審査、市販後の安全維持を総括的に検討すべきで、これらは関連する産業の発展、国際競争力の強化、安心・安全な機器の利用、国民のQOLの向上に大きく寄与する。円滑な機器の開発と迅速な薬事審査への寄与を目的とする開発ガイドラインの策定事業は、平成20年度において5課題〔再生医療分野 (細胞シート)、体内埋め込み型材料分野 (高生体親和性インプラント)、バイオニック医療機器分野 (神経刺激装置)、ナビゲーション医療分野 (位置決め技術)、ナビゲーション医療分野 (トレーニングシステム)]を設定し、各々に対して技術的側面から検討した。その結果、再生医療分野において1件の開発ガイドラインを、また、それに準ずる開発ガイドラインに関する考え方 (高生体適合性インプラント、など)を提案した。他方、本事業において平成19年度までに提案された8件の開発ガイドライン「体内埋め込み型能動型機器 (高機能人工心臓システム)、テーラーメイド医療用診断機器 (DNA チップ)、ナビゲーション医療分野 (ナビゲーション医療分野共通部分)、ナビゲーション医療分野 (骨折整復支援システム)、ナビゲーション医療分野 (脳腫瘍焼灼レーザスキャンシステム)、体内埋め込み型材料分野 (次世代 (高機能) 人工股関節)、体内埋め込み型材料分野 (ハイブリッド型人工骨・骨補填材)、再生医療分野 (ヒト細胞培養加工装置についての設計ガイドライン)」に対して、学会における発表などを活用して普及に努めた。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 医療機器開発ガイドライン、再生医療、手術ロボット、トレーニングシステム、生体親和性インプラント、神経刺激装置

②【文部科学省】

・科学技術振興調整費

[研究題目] 環境と作業構造のユニバーサルデザイン

[研究代表者] 大場 光太郎 (知能システム研究部門)

[研究担当者] 大場 光太郎、北垣 高成、音田 弘、谷川 民生、角 保志、金 奉根、富沢 哲雄、Kim Yong-Shik、Do Hyun Min、李 在勲、田中 秀幸、園山 隆輔 (常勤職員6名、他6名)

[研究内容]

本提案の目標は、人間生活環境などロボットにとって非整備環境での作業、さらに異機種・異環境間での作業を簡便に実現することを可能とする、ロボット・インフラ共通プラットフォーム技術を確立し、ロボット活用範囲の可能性を広め、新産業創出することを目的とする。

ここでは特に、環境構造のユニバーサルデザインとして物体の位置姿勢情報を提供するためのインフラ技術と、ロボットによる多様な作業実行のための作業構造のユニバーサルデザインについて、実証を行いながら研究開発を行う。

今年度は、1) 知識的環境構造については、開発した RMS (RoomManagementSystem) の改良として、パンチルトネットワークカメラ3台と RMS をシステム実装し、神奈川県ハウスクエア横浜に実装し、評価実験を行った。また、作業情報と位置補正情報の両方を提供する CLUE (Coded Landmark for Ubiquitous Environments) の改善として、前年度まで QR コードだけの適応であったものを、それ以外のコードでも適応できるようにすると同時に、本年度ロボットがよりリアルタイムでのビジュアルサーボが必要であったために、リアルタイムで物体の位置姿勢と物体の作業情報を得るシステムを、RT ミドルウェアを用いて実装し、神奈川県ハウスクエア横浜に実装し評価を行った。

また、2) 物理的環境構造については、前年度開発したユニバーサルハンドルは、主に扉の開け閉めを対象としてデザインしていたが、本年度では扉の開け閉めと同時に、物体の把持を実現するためのユニバーサルデザインインターフェースを検討した。さらには多種多様なロボットに対応するために、非力なロボットでも把持が可能な仕組みを検討することで、更に使いやすいユニバーサルハンドルのデザインを行い、神奈川県ハウスクエア横浜の冷蔵庫や電子レンジなどに実装を行い、実証評価を行った。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] ロボット、ユニバーサルデザイン

[研究題目] 組込みシステム向け情報セキュリティ技術

[研究代表者] 柴山 悦哉

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】柴山 悦哉（常勤職員1名）

【研究内容】

我が国における製造業の特徴である高機能かつ高性能な部品の供給能力の源泉は、ハードウェアとソフトウェアが一体となった組込みシステムにある。最近では、情報家電、携帯電話、IC カード、輸送機器の制御システム等に広く用いられ、社会基盤を構成する中核技術として重大な役割を果たしている。ところで、近年、DVD レコーダ、携帯電話等について踏み台に利用される等の脆弱性の報告が相次ぎ、組込みシステムにおける情報セキュリティ確保が国内外で大きな課題となっている。組込みシステムにおけるセキュリティ問題は、PC とは異なり、身体への物理的危険発生の可能性まで指摘されており、緊急に解決すべき課題である。同時に、組込みシステムにおけるセキュリティ問題は、社会基盤の安全性確保問題のみならず、我が国の製造業の更なる競争力向上という視点からも重要性を増している。本研究においては、セキュアな組込みシステムの実現に必要な物理的セキュリティ評価法と対策技術、設計実装法と要素技術の研究開発を行い、これらの有機的結合により組込みシステムのセキュリティ問題の抜本的な解決策を提示することを目的とする。今年度は本プロジェクトの最終年度にあたり、今年度分の研究の遂行に加え、これまでの研究成果の総括を行った。主な成果のうち、産総研が中心となって行ったものは、以下の通り。

- (1) 評価のためのセキュリティ指標について統計理論的なアプローチを行い、サイドチャネル情報を利用して秘密鍵を推定する方法のうち、ベイズ統計に従って戦略を決めたものが、攻撃を成功させるために必要なデータ数の意味で、最適な収束性を持つことを解明した。これにより、必要データ数がセキュリティ指標として妥当である場合の条件を抽出した。
- (2) 先進的攻撃手法の実験的研究として、当研究所が保有する半導体動作時の発光を時間分解して捕捉する解析装置についてその性能向上のための検出モジュールを開発し、基本的データの取得を行った。
- (3) 横浜国立大学との連携により、市販されているある種のトラステッド・プラットフォーム・モジュール (TPM) について、サイドチャネルセキュリティに関する脆弱性を発見、実機試験によりこれを確認し、業界標準仕様の開発、普及を目的とした団体であるトラステッド・コンピューティング・グループ (TCG) への情報提供を行うことができた。
- (4) PC 環境向け C 言語安全性保証システムの他アーキテクチャへの移植を進める Fail-Safe C の ARM・PowerPC 対応コンパイラをクロスコンパイラ・ネイティブコンパイラの双方の使用法に対応して作成、コンパイラ本体の更なる効率化についても主に実装の改善を通じて高速化を実現した。
- (5) 対話的論理検証手法を用いたソフトウェアセキュリ

ティの確保に関する研究開発を行い、固定幅整数の演算に対する定理群や分離論理を用いた演繹規則等、組み込みプログラムのセキュリティ検証に必要な証明ライブラリを拡充し、効率的な証明手法を開発した。

- (6) 対話的論理検証手法などを用いて機械的に解析する手法の研究の中で、暗号処理をある種の「ゲーム」として扱い、暗号の安全性の直接的な検証を行う手法の開発に成功した。

- (7) 組込みシステムにおいて、提供者が意図する手順で OS が起動したことを計測・検証する機能、および起動で使われたソフトウェアの脆弱性を確実に検証できる仕組み、さらに、これらの組み合わせによりユーザに対して既知の脆弱性がないことを証明する手段として、以下の三つを開発、実装した。

- ・検証可能な仮想ネットワークブロックデバイス LBCAS (Loopback Content Addressable Storage) の開発
- ・トラステッドブートの記録から脆弱性のあるソフトウェアが使われていないことを検証する PTS (Platform Trust Services) 技術の開発
- ・仮想 TPM が使うことができる仮想マシンの開発

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、耐タンパー技術、自動検証

【大項目名】組込みシステム向け情報セキュリティ技術

【研究題目】サイドチャネル攻撃に対するセキュリティ指標の開発

【研究代表者】今福 健太郎  
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】今福 健太郎、大塚 玲  
(常勤職員2名)

【研究内容】

ハードウェア上に実装された暗号モジュールへの物理的攻撃については、具体的攻撃が存在し、その問題が顕在化している一方で、その一般的背景を整備することの困難さから、広く説得力を持つ安全性基準を作ることは非常に難しい。このような状況に対し、暗号学的知見の応用が可能な形で問題を定式化することは、学術的裏打ちのある安全性基準の策定に不可欠な作業である。これらを背景として、漏洩情報尺度に関する理論的研究を遂行した。また、このような安全性基準の策定のデザインについては、従来の暗号アルゴリズムとは違った視点からの要求も存在していることから、それに関する情報収集及び解析も重要である。さらに、科学技術全般の急速な発展を背景とし、従来では攻撃コストと情報の価値の間のトレードオフによりある意味で想定する必要のなかった攻撃についても、その潜在的攻撃能力について将来的な展望とともに正しく理解することの重要性が増大し

てきている。このような事例の一例として、半導体動作時における発光を利用した解析手法に注目し、先進的攻撃手法の実験的研究を遂行し、知見を得ることを目的とする。

今年度は、セキュリティ指標の考え方を整理した。特に、統計的なサイドチャネル攻撃に関して導入される推定関数の収束性に着目し、実装方式やアルゴリズム間での比較評価を行った。また、これまで開発を行ってきたエミッション検出装置をベースとした解析ツールを用い、暗号 LSI に対する発光解析を行い、発光パターンに秘密情報依存性が見られることを確認し、また、この種の侵襲型攻撃に対する耐性評価実験を行い、暗号学的に安全な分散コンピューティング等の技術の応用について検討を行った。

攻撃者が利用できる物理量に含まれる漏洩情報量について、推定理論の考え方にしたがって整理し、これに基づいて、攻撃技術の難易度やその複雑度の尺度を与えるセキュリティ指標の導入を行った。具体的には、推定理論の考え方を適用できるように、問題を再定式化し、推定関数を導入、さらに、そこで用いられる推定関数の収束性に基づいて、攻撃としての難易度やその複雑度を持って指標を導入した。また、このように導入した指標について秘密情報量依存性を評価し、従来指摘されていなかった非スケール性を発見、実データとの比較によりその特性を確認した。

また、これまで開発を行ったエミッション検出装置をベースとしたツールについて、近年の微細化に対応すべく、発光像の分解能向上を行う改良を加えた。これは、対物レンズとサンプルのあいだに屈折率の大きな相を挟むことにより、実質的な倍率が上がることを利用したものである。さらに、この工夫により集光効率も増加させることができた。また、解析機器の物理的性能の限界をその基礎付けとする対策法についても考察を行い、測定機器の精度を取り入れ攻撃をモデル化することにより、分散コンピューティング等に見られる暗号学的な対応策が有効なケースがあることを確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、耐タンパー技術、暗号技術

【大項目名】組込みシステム向け情報セキュリティ技術

【研究題目】計算機資源が限られた環境におけるソフトウェアの安全性確保に関する研究

【研究代表者】柴山 悦哉  
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】柴山 悦哉、大岩 寛、  
Affeldt Reynald、山田 聖、  
Nowak David、田中 三貴  
(常勤職員5名、他1名)

## 【研究内容】

組込み環境におけるソフトウェアのセキュリティの確保は、近年極めて重要になってきている。特に組込み環境においては、一般の PC 等の非組込み環境での利用と異なり、ユーザが意識せずにソフトウェアを利用すること、計算機資源や接続方法が限られウイルス対策ソフトなどの補助的なセキュリティ確保手段が採りづらいこと、ソフトウェアの更新の配布等にも制約が大きいことなど、ソフトウェア構築の段階における安全性確保の要求が大きい。本研究項目では、以上のような背景を踏まえ、組込みシステム特有の環境に適合したソフトウェア開発を支援する環境を提案することを目的とする。

今年度は OS のメモリ管理モジュールの検証については、実際の Topsy オペレーティングシステムに含まれるメモリ管理ルーチンについて、その動作が安全であることを検証することに成功した。また、その過程で、特定の順番で処理を呼び出した場合、メモリ破壊は起きないもののその後の OS の動作に支障が出るようなバグがプログラムに存在することを発見することができ、論理検証の有用性を示すことができた。

また、アセンブリ言語での多倍長演算ルーチンの検証でも、当初の検証対象である既存のモンゴメリ乗算ルーチンの数学的正当性の検証に成功した。新たに SmartMIPS で記述した乱数生成ルーチンなどにも簡単に適用でき、正しさが証明できることが確認でき、設計した証明ライブラリ群がきちんと汎用性を持っていることを確認することができた。

Fail-Safe C の拡張版としてのプログラムを開発した。このシステムを用いて、組み込みシステム向け CPU 上で暗号通信サーバやメールサーバなど、様々な既存プログラムを安全に動作させ、仮にこれらのプログラムに誤りがあった場合でもメモリ破壊によるシステムへの侵入の可能性を未然に防ぐことが可能になる。このコンパイラ拡張は本課題の研究成果として、パッケージングなどの必要な準備作業を経て Fail-Safe C 本体に組み込み、一般に公開する。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、論理検証、メモリ安全

【大項目名】組込みシステム向け情報セキュリティ技術

【研究題目】トラステッドブート・シンクライアント

【研究代表者】須崎 有康  
(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】須崎 有康、飯島 賢吾、八木 豊志樹  
(常勤職員1名、他2名)

## 【研究内容】

ゲーム機器やビデオレコーダなどの現在の組込み機器においてはネットワークが標準となり、機器のソフトウ

ウェアに脆弱性があった場合はネットワーク経由で OS およびアプリケーションの更新が可能になっている。機器保守・管理のためにネットワークブートできるシンクライアント機器も広まっている。例えば Sony の PlayStation3 では Linux のネットワークブートが可能な機能 (kboot) があり、また、玄箱として売られている ARM ボートにもネットブート機能がある。シンクライアントでは OS の一括管理できることがメリットであるが、逆にアプリケーションの更新が遅れば脆弱性のあるアプリケーションをまき散らす恐れもある。この問題を解決するには、提供者が意図する手順で OS が起動したことを計測・検証する機能、および起動で使われたソフトウェアの脆弱性を確実に検証できる仕組みを組み合わせ、ユーザに対して既知の脆弱性がないことを証明する必要がある。

この要求に対して起動手順の確認を規格化し、確認の有無や初期化を選択できる「トラステッドブート」が業界団体 TCG (Trusted Computing Group) により提案されている。トラステッドブートでは、セキュリティチップ TPM (Trusted Platform Module) を機器に組み込み、電源投入から OS を監視し、意図した機動手順で動作していることを CPU の外部に記録を残し、第三者検証機関で確認する技術である。本サブテーマでは、トラステッドブートをシンクライアントに適用するための技術を開発する。

今年度は、昨年度試作した、トラステッドブート可能なシンクライアントソフトを効率化し、レイテンシが長くバンド幅が狭いネットワーク環境においても一般ユーザが利用できるような最適化を行い、その実用化について検討を行った。その結果、レイテンシが 100 msec 程度においてはレイテンシを隠ぺいして通常のハードディスクからのブートと同程度の起動時間になることを確認した。また、他の研究課題と共同して、仮想計算機環境を用いた TPM のエミュレーション、キーの改ざん、および改ざん防止技術等について、デモンストレーションを含んだ開発を行った。

Linux の IMA カーネルでトラステッドブートを行うと TPM 内の PCR (Platform Condition Register) に計測値が記録される。TPM は Quote と呼ばれるコマンドにより PCR 値に署名を行い、その結果を外部への報告に利用でき、第三者認証機関 (リモートアテステーション) による完全性検証が可能になる。リモートアテステーションでは送られた PCR 値より、起動に使われたソフトウェアの脆弱性を検証する。完全性検証のスキーマは TCG の Platform Trust Services により規格化が進められており、その一部を実装した PTS (Platform Trust Services) を開発・検証した。

残念ながら TPM を含み、且つ TCG 仕様を完全に満たした機器は多くなく、利用環境が整った状態ではない。TCG の報告では TPM が有効な機器は PC においても

2008年2月の時点で53%である。このような環境を解決するために TPM Emulator による仮想 TPM を含む仮想マシンソフトウェアを開発した。仮想マシンソフトウェアは Linux の KVM (Kernel based Virtual Machine) をベースとし、TPM が有効になるようにデバイスモデルの変更、および TPM Emulator と通信する機構を作成した。トラステッドブート可能な OS をゲスト OS として起動することで、計測値が TPM Emulator に記録され、PTS を使った起動の完全性の検証が可能であることも確認した。さらに、この TPM 付き仮想マシンを使って「なりすまし TPM」を他グループと連携して開発した。物理 TPM のサイドチャンネル攻撃により内部の鍵 (SRK:Storage Root Key) が漏洩することを示し、この漏洩鍵を使い、物理 TPM と同じ動作をするなりすまし TPM を作成した。なりすまし TPM を使えば通常の TPM コマンドが利用でき、物理 TPM で暗号化したファイルを簡単に解読できた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報セキュリティ、トラステッドブート・シンクライアント、なりすまし TPM

【大項目名】アジアの持続可能バイオマス利用技術開発

【研究題目】4. バイオマス利用技術開発 (2) ネットワーキング

【研究代表者】坂西 欣也 (アジア・バイオマスエネルギー研究コア代表)、  
山田 理 (国際部門)

【研究担当者】山田 理、白石 知恵  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標：

科学技術振興調整費「ASEAN バイオマス研究開発総合戦略」による3年間の調査研究とアジア諸国とのネットワーク構築に基づいて、中国、ASEAN 大陸部、ASEAN 島嶼部別の持続可能なバイオマス利活用技術開発における方向性を明らかにするため、国内外の参画メンバーを中心としたバイオマス・アジアワークショップを開催するとともに中国・ASEAN 地域との人材交流や現地の調査研究を推進することにより、当該地域全体とのネットワーク強化に資する。

研究計画：

平成20年度には、中国で第5回バイオマス・アジアワークショップを開催すると共に、中国、ASEAN 地域との人材交流や現地との調査研究実施による、当該地域全体とのネットワークを強化する。

年度進捗状況：

2008年12月4日～6日に、中国・広州市において、日本と中国の共催により、第5回バイオマス・アジアワーク



ショップを開催した。ワークショップ参加者は、日本、中国を中心に約250名を数えた。アジア8カ国からの講演者、およびアジア域外からはオーストラリアより講演者を迎え、本課題で提案している3つのバイオマス利活用モデル（「ASEAN 島嶼部型モデル」「ASEAN 大陸部型モデル」および「中国型モデル」）に関する討論が行われた。第3日のテクニカルツアーでは、惠州にある都市固形廃棄物総合処理施設への訪問プログラムが組まれた。

また、年度を通じて、中国、ASEAN 地域との人材交流や現地の調査研究の実施により、当該地域全体とのネットワーク強化を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】アジア、バイオマス、持続可能、利活用技術、ネットワーク

【研究題目】1遺伝子可視化法による遺伝子ベクター創製、イメージング用テラーメイド量子ドットの開発

【研究代表者】原島 秀吉（北海道大学大学院・薬学研究科・教授）

【研究担当者】石川 満、Vasudevan Pillai BIJU, Aziz Abdul ANAS, Mundayoor SATHISH（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

本研究の代表機関である原島研究室で開発した共焦点レーザ顕微鏡による画像解析法と、量子ドット蛍光標識法を組み合わせ、遺伝子とベクターの複合体が細胞膜を透過して、細胞質内を拡散し、核内に移行し、核内で遺伝子がそれを担持しているベクターから解離するまでの素過程を定量的に評価する系を確立することが本研究の目標である。遺伝子とベクターの複合体の解離過程を蛍光共鳴エネルギー移動（FRET）の変化から解析する。今年度の研究計画は以下の通り。前年度調製したプラスミド DNA（pDNA）を量子ドット（エネルギードナー）と蛍光色素（エネルギーアクセプター）で2重標識した FRET 系は、標識技術が pDNA のみに限定されるので、取扱が簡便になることが利点である。pDNA を担持するベクターとして代表的なプロタミンタンパク質を用いた。ところが、プロタミンを無添加でも、FRET が起きていることを見出した。プロタミン無添加では FRET が起こらないこと。プロタミンの添加により pDNA とプロタミンの複合体が形成することにより pDNA が凝集して FRET が起こること。そして、pDNA とプロタミンの解離による脱 FRET が起こることが目標達成すなわち pDNA とプロタミンの解離過程を解析するために必要なので、プロタミン無添加でも FRET が起こるとい問題を解決する。

今年度の進捗は以下の通りである。先ず2重標識に適したドナーとアクセプターの対として量子ドット QD605

と蛍光色素 Cy5を選別した。上記問題の原因であった過剰なアクセプタ分子（Cy5）をドナー（QD605）からの FRET によって光退色させるという新しい方法を開発して、上記問題を解決した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子ベクター、量子ドット、FRET

【研究題目】生物化学テロにおける効果的な除染法の開発

【研究代表者】鶴沢 浩隆

（バイオニクス研究センター）

【研究担当者】鶴沢 浩隆、和泉 雅之、斉田 要、加藤 治人、永塚 健宏、佐藤 啓太、駒野 明香、漆畑 祐司、櫻井 陽、大沼 克彦（常勤職員3名、他7名）

【研究内容】

以下に、主な成果を要約する。

① リシンなどの有害物を吸着する除染技術の開発

シリカゲル状充填剤であるモノリスに、マイクロウェーブ照射下でラクトースを3回繰り返して導入し、糖鎖含量を高めたモノリスを作製した。ジェールサイエンスの協力のもと、モノリス1枚当たり結合した糖鎖含量を熱重量測定（TGA）により求めたところ、740  $\mu\text{g}$  であった。次に、この糖鎖モノリスについて、実剤のリシンを用いた吸着・除去実験をおこなった。小型のモノリス（直径2.8 mm、厚さ1 mm）にラクトースを1.53モル導入した場合には、1枚のモノリスで98%のリシンを80秒で吸着・除去できた。このモノリスを2枚用いることにより、ほぼ完全にリシンを吸着・除去でき（99%以上）、ミッションを達成した。そして、この糖鎖モノリス1枚に結合したリシンの最大結合量を求めたところ、23.5  $\mu\text{g}$  であった。同様に、大判モノリス（直径20 mm、厚さ5 mm）では、リシンの最大吸着量は、1枚当たり60 mg となり、約400人分の致死量に相当するリシンを吸着・除去できることを実証した。

② SEB 結合（抗体様）分子の除染法への応用

熱安定性が高くテロに使われる可能性が高い毒物 SEB に対する結合分子を、ライブラリーからファージディスプレイ法を用いて選別・取得し、その吸着分子としての特性（特異性等の結合特性）を精査して、汚染毒物に対する除染を検討した。ファージライブラリー（ペプチドや抗体7種類）をスクリーニングし、毒物結合活性の極めて高い人工抗体の取得に成功した。この抗体を用いて SEB の除染実験を行って高い能力の除染を可能にした。除染効率は95%（20分間）や99%（一晚）以上であった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】テロ、除染、糖鎖、リシン、SEB、抗体、ファージディスプレイ

〔大項目名〕生物化学テロにおける効果的な除染法の開発

〔研究題目〕新規生物化学剤光触媒技術の開発

〔研究代表者〕竹内 浩士（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕竹内 浩士、根岸 信彰、佐野 泰三、平川 力、米良 信昭  
（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

光触媒材料として、従来型の酸化チタンとともに紫外線の得られない環境でも機能する高性能の可視光応答型光触媒を開発する。連携機関が開発する新規光触媒素材やコーティング材料等を含めて、性能試験方法を確立し、それらの能力を評価する。光触媒の物理・化学的特性、生物化学剤の分解に及ぼす諸要因、分解反応機構等を解明し、光触媒による生物化学剤の除染能力の飛躍的な改善を図る。得られた材料を用いて、いくつかの除染装置を設計・試作するとともに、実用的な除染性能を検証する。

平成20年度は、可視光応答性光触媒の合成に関しては、 $\text{TiO}_2$ 中への窒素ドーパ量を増大させる合成法を開発した。しかしながら、その活性については不十分であった。紫外光応答型光触媒の性能試験法では、擬剤であるDMMPの光触媒分解を実施し、また、GB剤との反応速度の差を世界で初めて求めることに成功した。この結果より、今後DMMPを用いた試験結果から実剤の処理能力予測が可能となったことは、大きな目標達成の成果と考えられる。また、各種実剤（タブン、マスタードガス、窒素マスタード、VX等）の光触媒分解試験に成功し、なおかつそれら物質の分解機構まである程度解明できた。佐賀県窯業技術センターで開発した新規光触媒フォームによる試験でDMMPの連続処理試験を実施し、高効率でDMMPガスの処理が可能であることを示した。また、この光触媒反応器を組み込んだ除染装置のプロトタイプ作製に到達し、大容量空間中のガス処理に成功した。市販の光触媒式VOC処理装置と比較しても数倍の高性能であることは評価できたが、それでもなお除染機としての能力は現状では実用レベルに達しておらず、今後改良の余地がある。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕光触媒、化学剤、サリン（GB）、タブン（GA）、マスタードガス（HD）、分解機構、除染装置

〔研究題目〕光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点

〔研究代表者〕吉川 弘之（理事長）

〔研究担当者〕石川 浩、並木 周、工藤 知宏、他  
（常勤職員39名、客員研究員1名、非常勤職員2名）

〔研究内容〕

映像情報を中心としてネットワークトラフィックが増大しており、対応してネットワーク機器の消費電力が急激に増大している。ネットワークのを活用した効率的な社会インフラを構築するには、低消費エネルギーで大量の情報を処理することのできる新しいネットワーク技術が必要となる。この新しいネットワーク技術として、電力消費が少ない光スイッチを用いた回線交換型のネットワーク技術を開発する拠点を形成した。具体的には、以下の三つの技術開発を行っている。第一は、ネットワークの資源管理を行うネットワークアプリケーションインターフェース技術で、ネットワークで予約利用を前提とした、並列ファイルシステムの設計を行い、安定して高いスループットを得るための課題を明らかにした。第二は、ネットワークのパスが変わった場合の伝送路の分散補償を行うパスコンディショニング技術で、パラメトリック分散補償の技術を用いて、1 THzの帯域で、安定な分散保証を実現した。第三は、光パスネットワークで光パスを切り替えるシリコンフォトニクスを用いた光スイッチで、リッジ導波路および細線導波路型の干渉計構造を開発して、熱光学効果による光スイッチングを確認した。これら三つの技術課題に加えて、技術的垂直連携拠点として上位レイヤの技術と下位レイヤの技術を垂直統合して、ネットワークのアーキテクチャを構想すること、上位レイヤとから下位レイヤまでを俯瞰できる研究者を養成することも拠点の課題である。これには、垂直連携のネットワークアーキテクチャ・スタディグループを編成して、協働企業も含めてアーキテクチャの議論検討を行った。また、デバイスレイヤの研究者がアーキテクチャの議論に参加することによる上位レイヤ技術の理解を促進させ、俯瞰的な研究者の養成を行った。拠点に要求されるシステム改革では、この研究拠点の研究を推進するユニットとして、新たに「ネットワークフォトニクス研究センター」を発足させ、情報技術研究部門、光技術研究部門と技術的に連携させ、さらに産学官連携部門、イノベーション推進室のメンバーも加わったイノベーションハブを構築、産業技術アーキテクトを統括とした体制を構築した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕光パス、省エネルギー、ネットワーク、シリコンフォトニクス、光スイッチ、可変分散補償

〔研究題目〕生命情報科学技術者養成コース

〔研究代表者〕浅井 潔（生命情報工学研究センター）

〔研究担当者〕浅井 潔、野口 保、諏訪 牧子、広川 貴次、ポール ホートン、堀本 勝久、藤渕 航、福井 一彦、光山 統泰、藤 博幸、長野 希美、富永 大介、油谷 幸代、福田 賢一郎、横田 恭宣、根本 航、清水 佳奈、

今井 賢一郎、山田 真介、塚本 弘毅  
(平成20年9月まで)、  
寺田 朋子、水谷 健太郎、坂井 寛子  
(常勤職員12名、他11名)

#### 【研究内容】

産業界においてはバイオインフォマティクス・創薬インフォマティクスを適切に利用し新製品開発等ができる人材が不足していると言われている。本コースは、こうしたニーズに応えるために平成17年度から5年間の年限で設置された人材養成コースで、平成20年度は4年目となる。

＜開講する3つのコースと実績＞

##### ① バイオインフォマティクス速習コース

基礎を体系的に習得することを目的とし、講義のみの「バイオインフォマティクス速習コースⅠ」と計算機実習を含む「同Ⅱ」を開講した。

Ⅰ：講義のみで6月10日～7月31日の夜間に実施。90分×20コマ、全10回。学習支援のための e-ラーニングが付属。修了者数38名。

Ⅱ：計算機実習を含み9月26日～11月28日の日中に実施。修了者数22名。

##### ② 創薬インフォマティクス技術者養成コース

概論、実践的な計算機実習、外部講師による最先端の講義をバランスよく交え、短期集中10日間（8月4～8日、9月8～12日）で体系的に効率よく習得する。修了者数20名。

##### ③ リーダー養成・再教育コース

生命情報工学研究センターに定期的に通って最先端の技術を習得することで、社内のリーダー級としてプロジェクトを立案できるレベルまで現場での開発能力を高めた。修了者数3名。

＜ホームページ＞

URL：<http://training.cbrc.jp/>

開講予定のほかの過去の実績も詳しく掲載した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオインフォマティクス、創薬インフォマティクス、人材養成

#### ・科学技術試験研究委託事業

【研究題目】圧電フロンティア開拓のためのバリウム系新規巨大圧電材料の創生（MPB エンジニアリングによる巨大圧電材料の電気特性評価）

【研究代表者】飯島 高志

(水素材料先端科学研究センター)

【研究担当者】飯島 高志、李 鳳淵

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標：

ペロブスカイト構造を有する新しいバリウム系圧電材料の探索とそれを用いた MPB エンジニアリング、およびそれらのドメイン構造の微細化、結晶構造・方位を最適化するドメイン構造制御により、圧電特性を2桁以上向上させる技術を開発する。この技術を用い、研究開始3年後に圧電プレフロンティア領域に、5年後には圧電フロンティア領域に到達し、新デバイス応用を目指す。

このため、独立行政法人産業技術総合研究所では、新規圧電材料について、バルク・薄膜等の試料形態に関わらず、圧電特性などの電気特性を評価することで、MPB 組成を明らかにするための研究開発を実施する。

研究計画：

##### ① 電気特性評価技術の開発

印可電場により圧電体試料に誘起される微小変位を測定するために、原子間力顕微鏡（AFM）および、ヘテロダイン式レーザー変位計を用いた計測方法を検討し、-100℃から150℃の温度範囲において、微小変位測定が可能な評価システムを開発する。また上記評価システムを用いて、研究プロジェクトで作製された圧電体試料の比誘電率、強誘電特性、微小変位特性の測定温度依存性について評価を試みる。

##### ② バリウム系圧電材料前駆体溶液の合成

MPB 組成探索に必要な、種々のバリウム系前駆体溶液について、その溶液合成方法および組成制御方法を確立させる。また、作製した前駆体溶液を用いて、バリウム系材料粉末を作製し、その基礎物性を評価するとともに、薄膜作製を試みる。

年度進捗状況：

##### ① 電気特性評価技術の開発

平成20年度は、バルクおよび薄膜の圧電定数を求めるために、-100℃から150℃の温度範囲において、電場印加により試料に誘起される微小変位の測定が可能な、ヘテロダイン式レーザー変位計を用いた計測システムを開発した。また、この計測システムを用いて、プロジェクトで作製したバリウム系材料のバルク体試料や、ビスマス系材料の薄膜試料について、100 Hz～100 kHz の周波数帯域で微小変位の測定を試み、その測定ノウハウの習得を行った。

##### ② バリウム系圧電材料前駆体溶液の合成

平成20年度は、BaTiO<sub>3</sub>や Ba (Cu, Ta) O<sub>3</sub>などの種々のバリウム系前駆体溶液の合成技術、ならびに端成分前駆体溶液を混合することにより目的材料の組成を制御する技術を確認させた。この手法を用いて、バリウム系圧電材料の粉末を作製し、その基礎物性（結晶構造、相変態温度等）の評価方法について検討を行った。また東京理科大と共同で、電気泳動法による薄膜作製の可能性について検討を行っている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】低環境負荷、非鉛系圧電材料、元素戦略

〔研究題目〕糖鎖修飾情報とその構造解析データの統合（糖鎖科学統合データベースの構築）

〔研究代表者〕成松 久（糖鎖医工学研究センター）

〔研究担当者〕成松 久、新聞 陽一、平林 淳、  
亀山 昭彦、梶 裕之、榎谷 内晶、  
佐藤 隆、舘野 浩章、伊藤 浩美、  
鹿内 俊秀、鈴木 芳典、藤田 典昭、  
森田 眞理子、伏見 美峰  
（常勤職員9名、他6名）

〔研究内容〕

糖鎖医工学研究センターが保有しているデータベース（糖鎖関連遺伝子データベース（GGDB）、レクチンデータベース（LfDB）、糖タンパク質データベース（GlycoProtDB）、および質量分析データベース（GMDB））を公開すると共に、国内に散在する糖鎖関連データベースを所有する組織（大学・企業・組織・団体など）と協力し合い、日本糖鎖科学コンソーシアム（JCGG）を窓口として統合データベースのポータルサイト（JCGGDB）を構築した。そこから糖鎖関連用語や遺伝子名等のキーワード、さらには糖鎖構造図で、各糖鎖関連データベースを横断検索できるシステムの開発を行った。異なる機関のデータも融合できるようにデータの標準化を考慮しながら糖鎖科学統合データベースの構築を行い、また、ライフサイエンス統合データベースの中核機関である情報・システム研究機構のポータルサイトからも検索できるように連携を行なったほか、経済産業省ライフサイエンス統合データベースの MEDALS と相互リンクを張ったり、糖鎖統合データベースについての学会発表およびシンポジウムを行ったり、体験講習会を開催するなど、幅広い利用者からのアクセスを図っている。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕糖鎖、統合データベース、糖転移酵素、構造解析、糖鎖合成、レクチン、糖タンパク質、質量分析計

〔大項目名〕統合データベース開発

〔中項目名〕共通基盤技術開発

〔研究題目〕ワークフロー技術を用いた統合 DB 環境構築

〔研究代表者〕浅井 潔（生命情報工学研究センター）

〔研究担当者〕浅井 潔、野口 保、諏訪 牧子、  
光山 統泰、ポール ホートン、  
広川 貴次、福井 一彦、藤渕 航、  
堀本 勝久、田代 俊行  
（常勤職員8名、他2名）

〔研究内容〕

本事業の目的は、ライフサイエンスやバイオ産業に従事する研究者や技術者がいわゆるゲノムプロジェクト・ポストゲノムプロジェクトの成果や多様な DB や解析ツ

ールをストレスなく利用して、より高度な研究開発が効率よくできる環境（統合 DB）を実現することである。このため、情報・システム研究機構、科学技術振興機構、産業技術総合研究所生命情報工学研究センター、かずさ DNA 研究所、九州大学、奈良先端科学技術大学、長浜バイオ大学、東京大学、お茶の水女子大学と共同して、「戦略立案・実行評価」、「統合データベース開発」、「統合データベース支援」の3つの業務を行う。

生命情報工学研究センターでは、「統合データベース開発」における共通基盤技術開発に関わる研究開発を実施する。「統合データベース開発」では、ライフサイエンス、バイオ産業に関わる情報へのアクセスと利用に関する格段の利便性向上とそれによる研究開発の飛躍的な効率化と質的向上を目指して、ヒト統合化 DB およびモデル生物・産業応用生物統合 DB の構築・運用と、それに必要な統合 DB 構築技術、DB の標準化、文献等からの知識獲得技術等の情報処理技術を開発する。

具体的には、「ワークフロー技術を用いた統合 DB 環境の構築」を生命情報工学研究センターでは担当し、利用者が得たい情報（知識）を、パソコンなどの端末から要求すると、必要なデータ、解析手法などを、国内、海外から自動的に選び、データベースと解析ツールのワークフローを作成し、最適な計算資源を使って解析を行う統合 DB 環境を構築する。

今年度は、昨年度の成果を基に、グリッドを用いた計算機環境で動作するワークフローを3システム（1：タンパク質構造情報ワークフロー、2：タンパク質アノテーションワークフロー、3：タンパク質比較情報ワークフロー）開発し、1は統合 DB プロジェクト内で公開し、2と3は、[http://tgweb01.cbrc.jp/wf/workflow\\_menu.html](http://tgweb01.cbrc.jp/wf/workflow_menu.html) から一般公開した。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕ワークフロー、統合 DB、Web サービス

〔研究題目〕細菌性粘菌リソースの整備と提供（細胞性粘菌標準株および変異株の収集、保存と提供）

〔研究代表者〕上田 太郎

（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕上田 太郎、長崎 晃

（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

基礎と応用の様々な分野でモデル生物として利用されている細胞性粘菌について、系統株と遺伝子及びそれに対応した変異株のリサーチリソースを収集整備し、保存・提供することによって当該生物を利用した研究の一層の発展を図る。ハプロイドで変異体を得やすい細胞性粘菌は代表種として多用されている *Dictyostelium discoideum* を中心に多くの変異体が産生されて研究に役立てられている。これらは国際コミュニティの支援を

受けてコロンビア大学で設立されたストックセンターに系統株とともに収集され、保存・提供されてきたが、国内研究者には利用に不便があること、国内成果の一方面的な流出が懸念されることなどから、一極支援に依存するのではなく、相互に補完しながらも国内で生産されたリソースを中心としてわが国でも収集・保存・提供する必要性が国内研究者のコミュニティで議論された。そこで当研究グループでは、文部科学省・ナショナルバイオリソースプロジェクトの支援を受け、国内の細胞性粘菌研究者が分散保存している細胞株を集中的に保存し、希望者に提供することで、モデル生物として様々な優れた性質をもつ細胞性粘菌の研究をさらに活性化することを目標とする。また同じ目的から、細胞性粘菌を扱ったことがない研究者が新規に細胞性粘菌の研究に参入しやすい環境を整備し、必要に応じて、基本的な培養法や実験技法の指導を行うことも想定している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞性粘菌、株保存、提供

#### ・原子力試験研究費

【研究題目】 高レベル放射性廃棄物の燃料電池への応用に関する研究

【研究代表者】 栗津 浩一

(近接場光応用光学研究センター)

【研究担当者】 栗津 浩一、藤巻 真、王 曉民

(常勤職員2名、他1名)

#### 【研究内容】

原子力発電所の使用済み核燃料、高レベル放射性廃棄物は、原子炉停止後多量の放射能を有し発熱しているため、発電所内のプールで保管されている。その間ガンマ線、X線等を放出しているが、現在このエネルギーは利用されていない。本研究ではこれら核物質を敷地内保管しながら、水素を発生させて燃料電池として利用することを長期的目標と位置づけて、その基礎研究を行う。酸化チタンは、300 nm-400 nm の波長領域で水を水素と酸素に分解するが効率性は低い。そこで銀ナノ粒子により強力な表面プラズモン光を発生させて、この光をナノ構造体に閉じ込めることによって、光触媒を高効率化させる。これをナノフォトンクス光触媒と呼ぶことにする。酸化チタン中に銀ナノ粒子を形成させる。銀はナノ粒子化することによって表面プラズモンが発生する。この光は、表面にへばりつくような光であり、表面近傍のみに局在した光である。ナノ粒子を制御することによって、波長380 nm 付近にピークを持つ表面プラズモン光を発生させる。380 nm とは、酸化チタンが最も触媒作用を発揮できる波長である。しかし表面プラズモン光は周囲の屈折率によって、その波長が大きく変化する。酸化チタンのような高屈折率物質に囲まれた場合、600 nm 程度までピーク位置がシフトしてしまうことが、計算により予測できた。これに対して、周りを数十 nm 程度、非

晶質シリカで覆うことによって、ピークのシフトは数十 nm 程度、すなわち400 nm 付近にすることができるとが理論上予測された。

そこで、実際にまず銀ナノ粒子の形成を行った。直径20 nm にサイズの揃ったナノ粒子の作製に成功した。また、実験条件をかえることで、直径50 nm に揃った銀ナノ粒子の作製にも成功した。次にスパッタ法にてナノ粒子を非晶質シリカ膜で覆うことを行った。5 nm、10 nm、20 nm、40 nm の膜厚で覆った。その後、酸化チタン膜をゾルゲル法にて塗布し、加熱処理により光触媒活性の高い結晶相であるアナターゼ相に変化させた。

以上のプロセスで得られた銀ナノ粒子、銀ナノ粒子を非晶質シリカで覆った材料 ( $\text{Ag@SiO}_2$ )、銀ナノ粒子を非晶質シリカで覆ったその上に酸化チタンを塗布した材料 ( $\text{TiO}_2$  on  $\text{Ag@SiO}_2$ )、および比較のために作製した銀ナノ粒子の上に直接非晶質シリカをコートせずに酸化チタンを塗布した材料 ( $\text{TiO}_2$  on  $\text{Ag}$ ) を作製して、まず光吸収スペクトルを測定した。その結果、 $\text{Ag@SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$  on  $\text{Ag@SiO}_2$  には400 nm 付近に局在表面プラズモンによる吸収帯が形成されていることが確認できた。これに対して、 $\text{TiO}_2$  on  $\text{Ag}$  では全く局在表面プラズモンによる吸収帯が形成されていないことがわかった。これは、酸化チタンによる強い酸化作用によって銀ナノ粒子が酸化して酸化銀になってしまい、プラズモン光が発生しなくなったことで説明がつく。すなわち、計算の段階では、プラズモン吸収ピークの位置を長波長側にシフトさせないために非晶質シリカで銀ナノ粒子をコートさせることが目的であったが、それ以外にもう一つ、非晶質シリカが銀ナノ粒子と酸化チタンの接触を防ぐ、いわばバリアー層の役目を果たしていることがわかった。この点を中心に現在、特許申請準備中である。

走査型電子顕微鏡 (SEM) および x 線光電子分光法 (XPS) で表面の観察を行った。その結果、 $\text{TiO}_2$  on  $\text{Ag@SiO}_2$  構造において、非晶質シリカの膜厚が5 nm の場合のみ、表面に析出物があることがわかった。それ以外の膜厚では確認できなかった。この析出物の同定を行うため、XPS 測定を行ったところ、この析出物質は銀であることがわかった。非晶質シリカが薄すぎたため、銀が表面に析出してしまったものと考えられる。

光触媒活性を確認するための予備実験として、メチレンブルー (色素) を酸化チタン表面に塗布して、その分解速度を  $\text{TiO}_2$  on  $\text{Ag@SiO}_2$  と  $\text{TiO}_2$  のみの場合で比較を行った。速度は5倍程度  $\text{TiO}_2$  on  $\text{Ag@SiO}_2$  の方が速いことがわかった。これは、表面プラズモン光によって反応に寄与する光量が増えたためであると考えられる。

さらに  $\text{SiO}_2$  膜厚を5 nm にまで薄膜化させたところ、参加分解特性は7倍にまで増大した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 表面プラズモン、光触媒、燃料電池、原子力

〔研究題目〕ダイヤモンド放射線検出器の開発に向けた基礎的研究

〔研究代表者〕坪内 信輝

(ダイヤモンド研究センター)

〔研究担当者〕空野 由明、茶谷原 昭義、鹿田 真一

〔研究内容〕

放射線環境や高温環境等の極限環境に対して耐性のあるダイヤモンドを用いた放射線検出器の開発に向けた基礎的研究を行う。検出器の必要性能に十分耐えうる高品質な人工ダイヤモンド単結晶薄膜を成長させる技術やそれに伴う表面処理技術の開発を行うことにより、最適な素子の実現のための指針を得ることを目指す。本年度は、検出器に必要な良質のダイヤモンド単結晶薄膜の形成を目指し、プラズマ気相堆積 (CVD: Chemical Vapor Deposition) 法を用いたダイヤモンドホモエピタキシャル (単結晶) 成長を行うための、薄膜成長前の基板表面仕上げ法の検討を行った。特に、厚膜化を念頭に置いた高速成長条件における、成長面-結晶方位間の角度 (傾斜角) と結晶品質の相関の検討を行った。その結果、〈001〉方向が成長面に対して0.3度の場合、表面は多数の異常粒子 (欠陥) の存在を示す点状の突起で覆われた。その一方、〈001〉方向が成長面に対して3度傾斜を付けて精密表面研磨処理を行った場合、表面の異常粒子の数は極めて少ない、表面平滑で結晶性の高い単結晶薄膜を成長させることができた。検出器の作成にはダイヤモンド薄膜の高速成長の実現が重要であるが、そのためには成長面と結晶軸を傾斜させる研磨前処理が有効であることを明らかにした。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕単結晶ダイヤモンド薄膜、放射線検出器

〔研究題目〕超臨界発電用炉水浄化技術の開発に関する研究

〔研究代表者〕林 拓道 (コンパクト化学プロセス研究センター)

〔研究担当者〕林 拓道、上田 昭子、伯田 幸也、陶 究 (常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

超臨界発電における軽水炉冷却水の炉水管理のための金属材料の超臨界水腐食データベースの整備を行うとともに、 $^{60}\text{Co}$  などの放射性核種の吸着性及び耐熱性に優れた無機系吸着材の開発を図り、炉水浄化の際の熱損失の低減化及び原子炉の定期点検時の作業者の安全性向上に寄与する。

1) 腐食データベースの構築

腐食データベースの構築では、高温高压水反応場での金属材料から発生する腐食生成物の溶解・析出機構解明のための基礎データの整備を行う。今年度は、配管材料として用いられている Ni (ニッケル) 基合金及び Fe (鉄) 基合金の主要構成元素である (Fe, Ni,

Co) の共存系での複合金属酸化物の溶解・析出機構の解明を目的に、高温高压水中での金属酸化物の溶解度測定及び複合金属酸化物の溶解平衡推算式の導出を検討した。また、複合金属酸化物コロイドの高温水中での溶存状態について光散乱粒子径分布測定を行った。

2) 高温吸着材の開発

高温吸着材の開発では、昨年度の検討から、吸着容量が大きかったリン酸ジルコニウム系吸着材について高温水中での Fe, Ni, Co 吸着試験を行い、イオン選択性の評価を行った。Fe の溶解度が低いため、沈殿生成により他のイオンより高くなる傾向があるものの、Co 及び Ni の分配係数は3桁以上と比較的高いことが確認された。また、チタン酸カリウムの高温水熱条件下での Co 固定化現象について、吸着材の構造変化をレーザラマン分光法により解析し、Co 固定化機構を推察した。さらに高温水浄化試験装置の設計・試作を行い、流通下での高温水熱条件下での吸着試験に着手した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕炉水浄化技術、亜臨界/超臨界水腐食、無機系吸着材

〔研究題目〕原子燃料融点の高精度測定に関する研究

〔研究代表者〕石井 順太郎 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕石井 順太郎、山田 善郎、笹嶋 尚彦 (常勤職員3名)

〔研究内容〕

原子炉の高効率・高熱出力運転や高速増殖炉の熱設計・管理の目的から信頼性の高い燃料融点の情報整備が喫緊の課題となっている。そのため本研究では、原子燃料融点温度の高精度測定技術を開発する。具体的には: 1) 国際単位系 (SI) トレーサブルな高精度温度目盛設定技術の開発。1a)  $\text{UO}_2$  の融点を超える2900°Cまでの温度定点技術を開発し、開発した高温定点の温度値を精密測定し、2900°Cまでの高精度温度目盛を確立する。2) 原子燃料融点測定のための融点温度の精密計測技術の確立。2a) 2900°Cまで使用可能な融点測定用誘導加熱炉を開発し、炉内温度の制御性・均一性向上を図る。融点測定用放射温度計を開発し、測定の高精度化を図る。2b) 融点測定装置内での温度計 in situ 校正用温度定点セル技術を開発する。3) 開発した技術を日本原子力研究開発機構に移転し  $\text{UO}_2$  融点を高精度で測定する。

平成20年度は高精度温度目盛設定技術の開発として1) 炭化タングステン-炭素 (WC-C) 包晶点 (2749°C) の異なるセル間の温度値を比較し、いずれも0.05 K 以内で一致することを実証した。同時に長期安定性を評価し、放射温度計の安定性を含む再現性が0.034 K であることを明らかにし、高温定点として実用性が高く目標とする不確かさを達成するために、十分な性能があることを実証した。2a) 融点測定装置内で高精度に温度測定を

するために、遠隔測定機能を持ち2波長で測定可能な多波長ファイバー温度計の開発を行い、2900℃を超える温度まで測定可能なことを検証した。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を鑄込んだ W るつばで融解・凝固プラトー測定を行い、2色演算による温度値のみならず、波長毎の特性評価ができることを実証した。2b) 融点測定炉中で in situ 校正に使用するための W るつば及び Re 製のつばを設計・作製し、融点測定炉中で使用可能なことを検証した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】原子燃料、融点、高温標準、高温定  
点、放射温度計

【研究題目】放射能表面密度測定法の確立に関する研究

【研究代表者】柚木 彰（計測標準研究部門）

【研究担当者】佐藤 泰、海野 泰裕、柚木 彰、  
原野 英樹、檜野 良穂  
（常勤職員5名）

【研究内容】

イメージングプレートは、極めて高感度に二次元の放射線イメージ像が得られるが、定量測定には指標となる標準が必要である。これまでの研究により、インクジェットプリンタを用いて、放射能表面密度を3桁から4桁程度変化させた帯状の指標線源が試作されている。そこで、イメージングプレートと、この帯状の指標線源を組み合わせ、精度の良い放射能表面密度測定手法を確立し、汚染検査をはじめとする、放射能表面密度測定の高精度化と信頼性の確保を目指す。そのため本研究では、対数目盛の表面密度線源にイメージングプレートを組み合わせた、放射能表面密度測定に関する新しい測定技術を開発し、検出効率のエネルギー特性の評価、ガンマ線バックグラウンドの影響評価、校正結果の自動管理システムの開発を行う。平成20年度は、面線源によりイメージングプレートに放射線を照射して、イメージングプレートの比較校正を実施した。また、各イメージングプレートの感度の差異を評価し、感度の差異が補正可能であることを確認した。さらに、IC タグ読取装置、インクジェット方式で作成した線源、および位置固定用治具で構成される校正治具を作製し、校正情報取得システムと組み合わせることで IC タグ管理による汚染検査装置の測定器校正試験を行い、実際に校正できることを確認した。

【分野名】計測・標準

【キーワード】放射能、表面汚染、放射性廃棄物、対数  
指標線源、イメージングプレート

【研究題目】放射線防護ならびに医療応用における国際規格に対応した高エネルギー中性子・放射能標準の確立と高度化に関する研究

【研究代表者】柚木 彰（計測標準研究部門）

【研究担当者】原野 英樹、松本 哲郎、柚木 彰、

佐藤 泰、海野 泰裕、檜野 良穂、  
森山 健太郎（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

最近の大型加速器を用いた高度放射線利用の進展、J-PARC（原子力機構、KEK）に代表される高エネルギー・大強度の中性子利用計画の推進、また放射性同位元素を用いたがん治療の際の線量評価の高精度化の要求により、新たな中性子および放射能標準の確立が要求されている。放射線防護上重要であり、ISO 8529で中性子エネルギー基準点と規定している19 MeV 付近の中性子フルエンス標準と線源ケースの自己吸収が大きな要素を持つ医療用密封小線源や陽電子トモグラフィ用のフッ素18などの短半減期核種に対応できる標準の確立を目指す。そのため本研究では、中性子に関しては、加速器を用いて20 MeV 近傍のエネルギー領域において単色中性子発生技術とそのスペクトラルフルエンスの高精度絶対測定法を開発し、国際的に通用する中性子標準を確立する。一方、放射能に関しては、医療用密封小線源や短半減期核種の標準を確立し、線源の「放射能」と「線量」の管理を可能とするシステムを開発し、さらには、医療用標準のトランスファ技術および簡便な校正システムの開発を行い、その普及を図る。平成20年度は、中性子標準について、モニター検出器の設計・作製を行い、安定的な測定が可能なることを確認した。また、国際比較用仲介検出器の設計・作製を行った。反跳陽子カウンタテレスコープについて、特性試験を継続してバックグラウンド除去用信号処理系を組み上げ、ターゲットアッセンブリを含めたシステムとしての信号処理系を構築した。放射能標準については、密封小線源を用いた簡便な線量校正手法を検討した。

【分野名】計測・標準

【キーワード】高エネルギー中性子、絶対測定、放射線  
防護、放射能、密封小線源

【研究題目】断層内水理モデルの確立に関する実験的研究

【研究代表者】高橋 学（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】高橋 学（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

放射性廃棄物地層処分において、天然バリアの性能評価に必要な断層破碎帯の透水係数は、原位置試験によると、場所毎の変動が大きく、幅広い分布 ( $10^0 \sim 10^{-9}$  m/s) と強い異方性を示している。断層の示すこうした性質は、原位置試験結果に基づく現象を解明・評価・予測できる妥当性の高い断層内水理モデルを要請するが、このようなモデルは世界的にも確立されていない。そこで、地層処分事業の安全評価手法の高度化を目指し、逆断層・正断層周辺を模擬しながら室内実験を中心とした蓋然性の高い断層内水理モデルを構築することを目的とする。断層内流体移動特性（異方性）に及ぼす

断層変位の影響に関する実験データ取得を行い、断層内の水理特性を高精度で予測することを目標とする。

20年度には、断層内の環境条件（地圧、異方性応力、間隙水圧など）を再現しながら試験体の比抵抗を計測する物性測定装置を導入した。真三軸試験装置では断層を模擬した応力レベルを再現し、岩石供試体に断層（供試体に発生する割れ目）を出現しながら比抵抗を測定することを今年度の最終目標として実施した。また、強度特性に及ぼす中間主応力効果の影響を調べるため、砂岩を用いた基礎実験を行い、せん断エネルギーに基づく破壊基準の検討も行った。各種透水試験手法を連続的に実施するシーケンシャル透水試験を実施し、測定手法の改良および装置の問題点を洗い出した。花崗岩亀裂（断層）を対象に力学・変形・透水の連成試験を実施し、断層生成メカニズム・進展プロセス・変形・透水挙動への波及効果に関するデータ取得を行った。

断層内の環境条件（地圧、異方性応力、間隙水圧等）を再現でき、透水係数などの水理特性を把握することのできる装置にさらに物性を同時に測定することのできる、完成版としての真三軸試験装置としての機能を充実するための物性測定装置の設計・導入を行った。設計のために、電極の種類と配置などの検討からスタートし各種予備実験を実施した。一般化モデルの構築のため供試体に異方性の少ない砂岩を採用することとし、強度・変形特性を取得し、せん断歪エネルギーに基づく破壊基準の適用が可能であることを確認した。既存透水試験手法の改良と装置の問題点、花崗岩の微細構造と変形・透水挙動に関するデータ取得・解釈を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】三軸試験、断層破碎帯、正断層、逆断層

【研究題目】放射性廃棄物地層処分における長期空洞安定性評価技術の研究

【研究代表者】當舎 利行（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】當舎 利行、相馬 宣和、及川 寧己、竹原 孝（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

高レベル放射性廃棄物を封入・保管する為には地殻に空洞掘削することが必須であるが、この岩盤空洞周りでは、応力の緩み域とよばれる応力が解放されることにより変形等の生ずる領域が発生する。この緩み域は時間とともに拡大し、その拡大した領域では潜在き裂等の開口により天然バリアの遮蔽性能の低下が考えられる。本研究では、長期安定性評価の観点からこの緩み域を経時的に評価し天然バリアの長期安定性に関するフィールドデータを得るとともに、緩み域を含む空洞周りの地層環境で想定される条件下の岩石クリープ特性データを蓄積し、長期安定性予測のための基礎データとすることを目的としている。

この研究では、コア法等による3次元応力計測を経時

的に実施して3次元応力場と緩み域の広がりを経時的な変化を明らかにする 1)「深部岩盤空洞周り緩み域における3次元応力計測」、簡便な手法による空洞掘削影響領域や周辺不連続構造の評価法を検討する 2)「空洞周り緩み域の簡便な地質構造評価技術の研究」、および三軸圧縮応力下での岩石の長期変形特性に関する実験的研究を実施して緩み域での長期変形予測技術の確立を目指す 3)「空洞周り緩み域における岩盤長期変形挙動に関する研究」の3テーマについて研究を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地層処分、岩盤空洞、緩み域、応力測定、弾性波探査、クリープ実験

【研究題目】低エネルギー光子による物質制御に関する研究

【研究代表者】大柳 宏之（光技術研究部門）

【研究担当者】深野 敦之、アレックスコロボフ（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

1) 研究の目標

放射光挿入光源（プローブ X 線）とレーザー（ポンプ光）を同期させ、励起状態（準安定相）の局所構造を調べる分光手法（ポンプ・プローブ X 線分光法）の開発を行う。ピクセルアレイ検出器（PAD）により蛍光 X 線を計測して光励起領域を高感度に X 線でプローブすることによって、電子励起により生じる準安定相の局所構造を調べ、光励起による物質構造変化の微視機構を解明する。

2) 研究計画

本研究前半ではピクセルアレイ検出器の高速計数のためデジタル計測システムを開発を行う。平成16-19年度にそれぞれ前処理回路、デジタル演算回路、メモリインターフェース回路を試作し、測定システムハードウェアを完成した。

3) 平成20年度の進捗状況

平成20年度には製作した4CH デジタル演算処理ボード25枚のボードを組み込んだデジタル信号処理システムを放射光施設に持ち込み PAD と結合して総合評価を行った。5.9 keV のエネルギー分解能が PAD 固有値 (212 eV) であることを確認した。粉末結晶を用いた感度評価試験の結果、1 mg の試料で十分な統計誤差 (0.1%) の高精度スペクトルが得られたため、システムを①スピンドロスオーバー物質の光励起スピン転移および②FeAs 新型超伝導体を対象として局所構造研究に活用した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】放射光、X 線吸収分光 (XAS)、ポンププローブ X 線分光、デジタル信号処理

【研究題目】真空紫外軟 X 線コヒーレント超高速



## 光計測技術の研究開発

【研究代表者】鳥塚 健二（光技術研究部門）

【研究担当者】鳥塚 健二、欠端 雅之、高田 英行、  
小林 洋平、植村 禎夫、吉富 大  
（常勤職員6名）

## 【研究内容】

目標：

レーザーによる高次高調波は高い時間分解能を持つコヒーレント短波長光源であり、最先端のフェムト秒レーザー制御技術と組み合わせることで、超高時間分解計測の方式に新しい展開が期待できる。本研究では、真空紫外軟 X 線コヒーレント光パルスによるフェムト秒からサブフェムト秒レベルの時間分解現象計測技術を開拓することを目標とする。

研究計画：

パルス内光波位相（Carrier-envelope phase: CEP）を制御した高強度レーザーパルスの発生、及びそれを用いた真空紫外から軟 X 線領域パルスの時間特性制御を実現し、基本波電界と高調波パルスを組み合わせた時間分解計測手法を開発する。また、トンネルイオン化現象等を対象とした計測研究を行い、時間分解能の実証を目指す。

進捗状況：

これまでに、CEP を安定化した高繰り返し（1 kHz）チタンサファイア再生増幅システムを開発し、また増幅によるスペクトル幅狭窄補正等の独自技術によりレーザー増幅器の直接出力として最短のパルス幅12 fs を得ている。チャープパルス再生増幅における短パルス化と CEP 安定化の両立する技術を開発するとともに、計測応用に向けて CEP の長時間安定化にも取り組んできた。また、パルス圧縮により発生した数サイクル光パルスのパルス波形の詳細な評価と、これを用いた高調波発生実験を行いパルス内光波位相の効果と考えられる現象を観測した。

平成20年度には、トンネルイオン化の時間分解計測を目的とした時間分解計測装置の設計・製作を行った。高精度な実験を行うために、周囲の機械的振動がポンプロープの光路長に与える揺らぎの影響を低減する対策を行い、遅延の揺らぎを100アト秒以下に低減した。得られた成果を用いれば、原子力材料に関する物質・材料の高時間分解計測が期待される。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超高速光計測、位相制御、軟 X 線

【研究題目】放射線被曝による生体障害の予防・治療のための細胞増殖因子とその利用技術に関する研究

【研究代表者】今村 亨（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】浅田 眞弘、鈴木 理、明石 真言、  
中山 文明、隠岐 潤子、後藤 恵美、

木村 美穂、萩原 亜紀子、本田 絵美  
（常勤職員3名、他7名）

## 【研究内容】

本研究では、放射線被曝による細胞死を抑制し、あるいは細胞増殖を促進することにより、粘膜障害や造血系障害を予防・治療するための分子とその利用技術を提供することを目的とする。すなわち、多種の細胞に活性を示す細胞増殖因子を対象として、高安定性と高分解耐性、長血中寿命などの特徴を付与するための糖鎖エンジニアリング技術を適用し、放射線照射による粘膜障害や造血系障害を予防・治療するための分子とその利用技術を開発することを目指している。

第一期では、増殖因子 FGF（繊維芽細胞増殖因子）によって放射線被曝による粘膜障害や造血系障害の予防または治療が可能であることを実証し、次に第二期では、その結果をもとに、糖鎖修飾型 FGF の構造や生産方法、投与プロトコルを至適化する。これにより、放射線防護機能を高めヒトへの臨床応用が可能な分子を創製し、その利用技術を完成することを計画している。

これまでに、FGF を利用することで放射線被曝による粘膜障害や造血系障害を予防・治療できることを実証することを目的として、FGF1、FGF7及び FGF10の大量生産系を構築すると共に、放射線被曝による障害の予防・治療効果を評価する系を様々なレベルで構築した。これらを用いて、FGF による放射線被曝障害の予防・治療効果を検証した結果、いずれの FGF においても予防・治療効果が認められ、かつ、優劣の序列に関する予備的な治験を得た。第二期初年度の平成20年度は、一次構造変型 FGF の選択を通して最適 FGF を創製し、その効果の検証を行うとともに、放射線障害を予防・治療するための投与プロトコルの至適化を実施した。本研究で創製した安定化変異 FGF1医薬候補として、放射線障害の予防や放射線被曝後の治療をはじめ創傷治療など幅広い用途に有用であることが期待された。また、放射線障害を細胞・組織・個体等様々なレベルで評価する系を構築した結果、マウスの大腿骨や骨髄細胞を試料とすることで、放射線障害を評価できることを明らかにした。また、腸管上皮細胞障害の軽減効果において、天然体 FGF よりも高い活性を有することが判明した。

最終年度である平成21年度には、この分子の腸管障害軽減効果を詳細に記述し、造血細胞への効果を検証するとともに、投与プロトコルの至適化を実施する。これらを通して、細胞増殖因子を用いた、放射線被曝による生体障害の予防・治療のための技術開発を完成させたいと考えている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】放射線障害、細胞増殖因子、糖鎖工学

【研究題目】表面修飾ホウ素ナノ粒子の開発とその中性子捕捉療法への応用に関する研究

〔研究代表者〕 越崎 直人

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 越崎 直人、川口 建二、石川 善恵、  
曾我 公平、長崎 幸夫、金田 安史、  
松村 明 (常勤職員2名、他5名)

#### 〔研究内容〕

平成19年度までに、液相中でのレーザー照射法により炭化ホウ素ナノ粒子の調製が可能であることを明らかにした。平成20年度は、本粒子のホウ素中性子捕捉療法用薬剤への展開において必要となる粒子サイズ制御技術を確認するため、本手法における炭化ホウ素ナノ粒子の生成メカニズムについて検討した。さらに粒子の薬剤化で必要となる粒子表面の化学修飾プロセスの第一段階となる COOH 基の導入試験も行った。

まず、アモルファス B 粉体を酢酸エチル中に分散させ、Nd:YAG レーザー (波長: 355 nm、パルス幅: 7 ns) を用い、レーザー照射実験を行った。

##### ①フルエンス依存性

1.5~25.5 J cm<sup>-2</sup> pulse<sup>-1</sup>のフルエンスで300分間レーザー照射した後、分散溶媒を除去し、回収した粉体の XRD 分析したところ1.5 J cm<sup>-2</sup> pulse<sup>-1</sup>の照射で得られた生成物からは炭化ホウ素 (B<sub>4</sub>C) 粒子のみの生成が確認されたが、フルエンスを増加させるに従いホウ酸 (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>) の生成が顕著になることがわかった。これより、以下に示すメカニズムにより B<sub>4</sub>C ナノ粒子の生成が起こっていると考えられた。得られた B<sub>4</sub>C の粒子が真球状であるため、照射されたレーザー光のエネルギーを吸収した B 粉体が高温になり熔融液滴が生成したと考えられる。この高温熔融液滴周辺の酢酸エチル分子が分解して炭素成分が B 液滴に溶解し、冷却プロセスを経て B<sub>4</sub>C 結晶を含む球状粒子が生成したと考えられる。レーザーフルエンスが低い場合 (1.5 J cm<sup>-2</sup> pulse<sup>-1</sup>) にはこの B の熔融が主に起こる為 B<sub>4</sub>C のみの生成が確認されたが、フルエンスの増加に従い (5.1 J cm<sup>-2</sup> pulse<sup>-1</sup>以上場合) 熔融に加えて、アブレーションによるホウ素種の液相への放出が起こるために H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> の生成が起こったと考えられる。

##### ②照射時間依存性

照射フルエンスを1.5 J cm<sup>-2</sup> pulse<sup>-1</sup>に固定し、10~600分間のレーザー照射後に得られた B<sub>4</sub>C ナノ粒子の収率と平均粒子サイズの関係を検討した。収率、平均サイズのいずれの場合も照射時間の延長に従い増大することが明らかとなった。10分間照射した後の粒子形態を観察したところ、原料 B 粉体が多く観察されたのに対し、600分後には原料 B は殆ど観察されず、B<sub>4</sub>C ナノ粒子のみが観察された。照射時間の延長に伴い B<sub>4</sub>C 化した粒子の割合が増加したために収率が向上したと考えられる。

レーザー照射が繰り返される間に熔融 B 液滴同士の融合が起こることで、平均サイズが増大すると考えられる。

平成19年度に明らかにした B<sub>4</sub>C ナノ粒子の表面にある厚さ5~10 nm の乱層グラファイトは、薬剤粒子としての薬物輸送機能を付与するために必要な、様々な生体活性分子による表面修飾の際の重要な足がかりとなる。乱層グラファイトに COOH 基を導入出来れば、さらにアミド結合を介してタンパク質やアミノ酸などの生体活性物質による表面修飾が可能となる。そこで本研究では B<sub>4</sub>C 粒子に対して化学的な酸処理を行い、粒子表面への COOH 基の導入を試みた。その結果より、酸処理によって COOH 基が導入されている可能性を FT-IR により明らかにした。しかし酸処理後の B<sub>4</sub>C ナノ粒子の TEM 観察において、酸処理の条件によっては乱層グラファイト層が著しく薄くなった場合や確認されなかった場合があり、乱層グラファイト層を保持しつつ、多くの COOH 基が導入されるための最適酸処理条件の探索や、より強固で厚い乱層グラファイト層を有する B<sub>4</sub>C ナノ粒子合成方法の確立が必要であると考えられた。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・製造・材料

〔キーワード〕 炭化ホウ素、球状粒子、中性子捕捉療法

#### 〔研究題目〕 照射誘起欠陥の動的挙動評価のための高度複合ビーム分析技術の開発

〔研究代表者〕 木野村 淳

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 大島 永康、大平 俊行、鈴木 良一  
(常勤職員4名)

#### 〔研究内容〕

発電用原子炉の高経年化に伴い、中性子照射下の原子炉部材の損傷形成過程を評価し、その寿命を精度良く予測することが、近年、強く求められている。このため、従来の経験的な評価手法だけでなく、照射損傷形成過程の基礎的な理解に基づいた評価が重要である。本研究では、高強度陽電子ビームとイオンビームをそれぞれ試料室に導いて複合照射し、照射損傷の導入中に材料の陽電子寿命測定が可能な複合ビーム分析法を開発する。平成20年度は、複合ビーム分析装置の開発として、複合ビーム照射試料室、陽電子とイオンのパルス化電極部分を含むビームラインを設計製作した。さらに、複合ビーム照射の予備実験として、75 keV または150 keV の Ar イオンビームを、室温または高温 (300℃、500℃) で純 Fe と純 Ni 試料にイオン照射した。照射試料の陽電子計測を行ったところ、計算で求めたイオン照射損傷の分布よりも最大数100 nm 程度深いところまで、損傷が広がっている事を示す解析結果が得られたが、反応速度論に基づく計算を行ったところ、原子空孔の拡散を検出している可能性を示唆した。また、損傷の時間変化に関する知見を得る目的で、純 Fe または純 Ni 試料に対して、Ar イオンビームをパルス照射して、連続照射した試料とともに陽電子計測を行ったところ、表面近傍でパルス照射と連続照射との間に差が見られ、本研究の実験条件

でも、照射損傷の過渡変化が観測可能である事が示された。

【分野名】標準・計測

【キーワード】陽電子消滅分光、照射損傷、その場分析

【研究題目】軟 X 線領域における蛍光収量分光分析法に関する研究

【研究代表者】大久保 雅隆

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】志岐 成友、浮辺 雅宏、陳 銀児

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

高度な放射線源に超伝導 X 線検出技術を組み合わせ、先端的材料分析技術を構築する。放射線の利用は、計測、微細加工、先端的研究開発に必要な不可欠な手段であり、科学技術の発展の原動力と位置付けられている。放射光施設では、その高度なビーム技術を活用するために、検出技術との組合せが必要不可欠である。元素からの蛍光 X 線の測定は、先端半導体材料、鉄鋼材料等の分析において重要である。本課題は、優れたパフォーマンスをもつ超伝導検出器を備えた分光分析技術をビームラインに設置して実用に供することにより、放射線の高度利用を推進しようとするものである。

超伝導トンネル接合100素子からなるアレイ検出器、液体ヘリウムを必要としない寒剤フリー0.3 K 冷凍器、超高真空分析チャンバーを組み上げて、放射光ビームラインに設置した。ビームラインにて、検出器の基本的電気特性(数10 nA の低リークトンネル特性)、0.3 K のベース温度、 $5 \times 10^{-8}$  Pa 以下の超高真空を達成した。次世代半導体材料中の軽元素からの蛍光 X 線を測定した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】先端分析機器、超伝導、X 線分析

【研究題目】コンパクト偏光変調放射光源の開発とそれを用いた分光計測技術の高度化に関する研究

【研究代表者】渡辺 一寿

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】田中 真人(常勤職員2名)

【研究内容】

放射光光源の一種である偏光アンジュレータは、真空紫外より高エネルギー領域で偏光状態を交流変調することが出来る光源である。これは新規の物性分析技術の開発に有用な光源であり、世界各国の放射光施設においても同様の装置の開発・利用研究が進められている。この装置を利用して、生体分子立体構造解析を目指した高感度真空紫外円二色性測定装置を実用化し、ライフサイエンスや物質・材料科学分野における最先端研究手段として提供することを目的としている。平成20年度は、その

場で円二色性測定が可能な試料準備・測定装置の開発と、波長105 nm 以下の極紫外線領域における試料基板の開発を行った。吸湿性の高いアミノ酸は従来装置では試料移送中に大気中の水分により水和物結晶に変質してしまう。薄膜作製と円二色性測定をその場で行うことにより、水和物の影響のない正確な円二色性スペクトルの測定が可能となった。これら装置を駆使して、これまでに20種のアミノ酸薄膜(生体15種、非生体5種)の真空紫外円二色性スペクトルの測定を行った。これらスペクトルはアミノ酸の種類、すなわち側鎖の違いに対して敏感に応答することがわかり、アミノ酸構造と真空紫外円二色性スペクトルを関連付ける多くの知見を取得した。また従来は測定が不可能であった極紫外線領域においても、波長70 nm までの正確なスペクトル測定に成功した。試料基板として無機結晶や有機薄膜など様々な波長変換材料を用いることを考案し、世界初の極紫外線領域における正確な円二色性スペクトルの測定に成功した。測定波長範囲を拡張することでより精度の高い分子立体構造解析が可能になる。

【分野名】標準・計測

【キーワード】円二色性測定、糖、アミノ酸、真空紫外線領域、偏光可変アンジュレータ放射、キラリティ、電子蓄積リング

【研究題目】自由電子ビームを用いた広帯域量子放射源とその先端利用技術に関する研究

【研究代表者】山田 家和勝

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】清 紀弘、小川 博嗣、安本 正人、

渡辺 一寿、豊川 弘之

(常勤職員6名)

【研究内容】

産総研では、小型電子蓄積リング NIJI-IV を用いた広帯域(真空紫外-赤外)自由電子レーザー(FEL)発振の研究を進めており、発振波長は国内で最初に真空紫外(VUV)域に到達した。また蓄積リングを用いたものとしては世界初の、赤外(IR)FEL発振も見込める状況である。この場合、FEL発振器内でレーザーコンプトン散乱を自動的に起こさせ、準単色エネルギー可変硬 X 線(FELCS-X)を発生させることも可能である。本課題では、1台の小型蓄積リングを用いて IR から VUV に至る FEL 発振と FELCS-X 発生を実現すると共に、とそれらを原子力分野は元より、材料診断・評価技術等、先端科学技術へ応用する技術を開発することを目標としている。

平成20年度は、IR FEL 用高安定光共振装置に赤外用低損失ミラーを組み合わせ、データが確認できるものとしては世界初の蓄積リングを用いた IR FEL 発振(波長0.86-1.5  $\mu\text{m}$ )に成功した。ミラー性能から3  $\mu\text{m}$  までの発振は確実である。これに付随して FELCS-X

(1.2 MeV, 6 MeV) を $10^6$ photons/s (1.2 MeV) の高収量で発生することにも成功した。装置性能から0.6~10 MeV の発生が可能である。DUV/VUV FEL 利用研究として、0.2  $\mu\text{m}$  付近の FEL を励起光源とする光電子放出顕微鏡 (FEL-PEEM) を用いて  $\text{Cs}_2\text{Te}$  表面のレーザー照射に対する変化を観察し、照射後の表面で量子効率分布の $\mu\text{m}$  スケールのドメイン形成を確認した。この成果は近年高輝度リニアックで用いられる RF 電子銃用光陰極の高性能化に寄与すると考えられる。並行して FEL-PEEM による原子炉用低炭素鋼応力腐食割れの高コントラスト観測にも成功した。本課題最終年度にあたり、上述のように当初の目標を達成することができた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 電子蓄積リング、自由電子レーザー、レーザーコンプトン散乱、準単色エネルギー可変硬 X 線、光電子放出顕微鏡

【研究題目】 小型電子加速器による短パルス陽電子マイクロビームの発生とその利用技術に関する研究

【研究代表者】 鈴木 良一

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 太平 俊行、木野村 淳、大島 永康

(常勤職員4名)

【研究内容】

物性計測に適した短パルス陽電子マイクロビームを発生するため、陽電子発生用に最適化した小型電子加速器の開発と陽電子ビームのマイクロビーム化・短パルス化及びそれを用いた革新的な物性計測技術の開発を行っている。

小型電子加速器の開発では、従来の電子加速器ベースの高強度低速陽電子ビームで問題となっていた陽電子の蓄積ロスを低減するため高パルスレートの高エネルギー電子ビームを発生することを目標とし、従来の電子加速器で使用しているマイクロ波の倍の周波数の C バンドマイクロ波を用いた小型電子加速器の開発を行っており、平成20年度は、前年度に試作した C バンド小型電子加速器の大電力マイクロ波源用高電圧パルス電源の改良を行い、高電圧スイッチング素子の放熱を向上させることにより、スイッチ素子1個で100 pps 以上の高パルスレートの電子ビーム発生を可能にした。複数個のスイッチ素子を用いればさらにパルスレートの高い高エネルギー電子ビームの発生が可能になる。

陽電子ビームのマイクロビーム化では、前年度までに開発した高強度低速陽電子ビームのマイクロビーム化・短パルス化手法の技術を向上させ、短パルス陽電子マイクロビームを用いた陽電子寿命測定における計数率を3 kcps まで高めた。これによって、局所領域の原子~ナノレベルの空隙・欠陥の評価やビームの位置及び入射エネルギーをスキャンすることにより3次元の欠陥分布

のイメージングが可能になった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 小型電子加速器、陽電子、マイクロビーム化

【研究題目】 SR-X 線ナノメータビームによる革新的生体試料分析技術に関する研究

【研究代表者】 小池 正記

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 池浦 広美、安本 正人、小池 正記

(常勤職員3名)

【研究内容】

リアルタイム・ナノメータサイズ分析法である透過型 X 線光電子顕微鏡 (透過型 XPEEM) の開発において、試料位置や光源との位置合わせを迅速かつ高精度に行うために光電子顕微鏡本体を3軸、架台で5軸のモーター駆動ステージの自動パルス制御システムの構築を行った。制御にはナショナルインスツルメンツ社製の計測・オートメーション用のグラフィカルプログラミングソフトウェアソフト LabVIEW を用いてコンピューターからの遠隔操作を可能にした。透過型 XPEEM は試料にビームを照射し透過 X 線を変換面で光電子に変換し、静電レンズで光電子の発生部位を拡大し分析を可能とする手法である。通常的光電子顕微鏡ではこの試料から放出される電子を分析するが、透過型では試料により吸収/透過される X 線のコントラストを光電変換面から放出される電子を画像化することで実現する。空間分解能は光電変換面と光電子顕微鏡の対物レンズとの平行度に依存するため、光電変換面または光電子顕微鏡のどちらかにチルトステージを取り付ける必要がある。通常は、電子が放出される試料側にチルト機構を取り付け、光電子顕微鏡を固定して測定を行っている。透過型 XPEEM では、試料を透過した X 線は大気と真空を隔てる窓を通過し、真空側の光電変換面で電子に返還されるため、高い検出効率を保つために窓をできるだけ薄くして吸収される X 線の量を最小限に抑えている。そのため、窓が破断しやすいことを考慮して、電子が放出される光電変換面を固定し、光電子顕微鏡にチルト機構を取り付けるというユニークな方法を採用した。

最適な光電面の X 線エネルギー依存性の測定および計算結果から、簡便に光電変換面の最適厚みを見積もることを可能にした。自動制御で遠隔操作が可能となり、放射線被曝があるような光源においても測定を行うことができるようになったため、これまで測定に用いることができなかった光源での測定が可能となり装置の汎用性の拡大が期待される。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 透過モード光電子分光法、X 線微細ビーム、放射光、電子蓄積リング、元素状態マッピング

**〔研究題目〕高電流密度多種イオンビームシステムの開発に関する研究**

**〔研究代表者〕** 榊田 創 (エネルギー技術研究部門)

**〔研究担当者〕** 榊田 創、小口 治久、木山 學、  
平野 洋一、島田 寿男  
(常勤職員2名、他3名)

**〔研究内容〕**

イオンビームは、様々な目的で使用されてきている。しかしながら、ビーム発散が少なくかつ高電流密度のイオンビームを得ること、引き出されたイオンビームの発散を押さえることが可能な技術を確認することは未だに重要な課題である。本研究では、低エネルギー領域において、集束性の良い高電流密度のイオンビームを得ることが可能な技術を確認すること、また固体元素由来のイオン源の技術を開発することが目標である。今年度は、低エネルギー領域に対するビームシステムの組み上げを行うとともに、ビーム引き出し試験を行った。その結果、目標値以上の引き出し電流密度と引き出し電流を200 eV のイオンビームにて達成することに成功した。引き出したイオンの自己電場を抑制するために光電子を用いた手法の研究として、新たに製作した光電子計測システムを用いて、光電子発生効率の高い材料の探索を行った。その結果、重水素ランプを用いた真空紫外光を光源として用いた場合、シリコンドーピング GaAs が、現在の所最も多く光電子を放出することを見出した。更に、付着不純物の除去など、材料表面の改質を行うためにグロー放電を用いた放電洗浄を行い、放電洗浄時間、ガス種などが光電子の放出量に大きな影響を与えることなどを見出した。固体元素由来のイオンビーム用として、同軸ガン方式を用いた炭素イオン供給装置の放電試験を行った。その結果、炭素イオン密度は概算で $10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 程度と見積もられ、必要な密度を達成する見通しを得た。更に、新規電源系の設計により、外部からの制御無しに連続的なパルス炭素プラズマ生成が行われている事を示唆する結果を得る事が出来た。

**〔分野名〕** 環境・エネルギー

**〔キーワード〕** 低エネルギーイオンビーム、高電流密度、炭素ビーム、電荷中和、プラズマ、放射線検出

**〔研究題目〕レーザー加速電子ビームの高度化と利用技術に関する研究**

**〔研究代表者〕** 三浦 永祐 (エネルギー技術研究部門)

**〔研究担当者〕** 三浦 永祐、益田 伸一、大山 隆令、  
石井 聡、加藤 進、齋藤 直昭  
(常勤職員3名、他3名)

**〔研究内容〕**

原子力、医療、先端計測等への応用を目指して、電子加速器の小型化を可能とするレーザー加速（高強度レーザーとプラズマの相互作用を利用した粒子加速）の研究

に取り組んでいる。本研究では、レーザー加速によって発生する電子ビームの高エネルギー化、高出力化、エネルギーの単色化等の高度化を進めレーザー電子加速器の実用化技術を確認すると共に、レーザーコンプトン散乱による硬 X 線パルス発生を行いレーザー加速電子ビームの利用技術へと展開することを目的としている。

平成20年度は、以下の研究を実施した。準単色電子ビームの発生機構を解析し、その条件を調べるために、二次元粒子シミュレーションコードの開発を行なった。これまでに実施した8 TW のレーザーパルスを用いた準単色ビーム発生を解析した。準単色ビーム発生には、レーザーとプラズマの相互作用長の最適化が必要なこと、プラズマ波の成長速度がプラズマの電子密度に強く依存するので、プラズマの密度制御が重要なことを明らかにした。準単色ビームの高出力化を図るために、チタンサファイアレーザー装置の750 mJ までの高出力化、35 fs までの短パルス化、波形整形機能の付加等の高性能化を行なった。レーザーコンプトン散乱を用いた X 線パルス発生実験のために2ビーム照射系を構築した。高出力化したレーザーパルスを用いて電子加速実験を行い、エネルギー60 MeV にピークを持ち、単色ピークの電子数 $7 \times 10^6$ の準単色ビームを得ると共に、高効率の電子加速にはプレパルスの抑制が必要であることを明らかにした。

**〔分野名〕** 環境・エネルギー、標準・計測、ナノテクノロジー・材料・製造

**〔キーワード〕** 高強度レーザー、プラズマ、レーザー加速、準単色電子ビーム

**〔研究題目〕原子力エネルギー利用高温水蒸気電解技術の開発**

**〔研究代表者〕** 嘉藤 徹 (エネルギー技術研究部門)

**〔研究担当者〕** 嘉藤 徹、天野 雅継、根岸 明、  
加藤 健、門馬 昭彦、田中 洋平、  
本多 武夫 (常勤職員6名、他1名)

**〔研究内容〕**

炭酸ガス排出がない、高効率な水素製造法として、高温ガス炉等の革新的原子炉の熱を有効利用可能な高温水蒸気電解技術について、固体酸化物電解質を用いた円筒型電解セルの構成材料および製造プロセス開発を行う。

本年度は19年度に開発した  $\text{Sm}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{CoO}_3$  粉体調整方法等によりクラック等のない正極が製造可能となり、750°C、1.30 V において電解電流密度 $0.51 \text{ A/cm}^2$ が達成できた。作成したセルの分極特性の運転条件依存性を測定し、その結果を昨年度製作したシミュレーションモデルに反映させ電解スタックの性能予測モデルを作成した。また、昨年度問題となったスタッキングによるオーミック抵抗の増大について、両電極とインターコネクタ部接合部分を中心に調査を行い、正極-インターコネクタ部分の抵抗が問題であることを明らかにするとともに抵抗の低減方法を検討した。以上より得られた結果を用

いて電気入力100 W 級スタックを試作するとともに1.2 L/min 程度の水蒸気を安定に供給できるスタック試験装置を整備した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水素製造、高温水蒸気電解、固体酸化物形電解セル、薄膜電解質

【研究題目】 陽電子放出断層撮像用新型レーザー陽子ビーム源の開発

【研究代表者】 高橋 栄一（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 高橋 栄一、加藤 進、松本 裕治、奥田 功（職員4名）

【研究内容】

陽電子放出断層撮像用の新型レーザー陽子ビーム源の実現を目指して、高平均出力化が可能な超高強度レーザー増幅器として新たに放電励起 XeF (C→A) エキシマレーザーの開発、およびそれら短波長レーザーを用いた陽子加速研究を行う。平成20年度は、フェムト秒レーザーパルスの XeF レーザーによる飽和増幅を実施し、エネルギー取出し密度として目標値に近い最大75 mJ/cm<sup>2</sup>を記録し、高平均出力超短パルスレーザー増幅器としての有用性を示した。また紫外レーザーによる陽子加速実験においては、高速電子の生成機構、照射条件、レーザーに求められるコントラスト等の条件が明らかとなった。特に、短波長レーザーを用いた陽子加速の特徴的な結果として、加速エネルギーがターゲットの厚さにのみ強く依存し、一般的に報告されている密度と厚みの積への依存性が低い結果を得た。このことは形成された高速電子がターゲット裏面に低い損失で到達したことにより説明され、短波長レーザーを用いる利点の一つが示された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 陽電子放出断層撮像、イオンビーム、高強度レーザー、エキシマレーザー

【研究題目】 化学災害の教訓を原子力安全に活かす E ラーニングシステムの開発に関する研究

【研究代表者】 和田 有司（安全科学研究部門）

【研究担当者】 緒方 雄二、和田 有司、若倉 正英、加藤 勝美、尾和ハイジック 香史、阿部 祥子、阿部 則子、内村 紗希（常勤職員2名、他6名）

【研究内容】

原子力関連施設における化学災害の防止のために、原子力関連と化学関連の事故例を共通の原因によって結びつけ、抽出された教訓を学習するための E ラーニングシステム、すなわち、パソコンやインターネットなどの情報技術を利用して、学習・研修など行う教育システムを開発し、原子力関連施設の安全性を向上することを目標とする。

本研究は、5カ年計画で以下の3項目を実施する。1) 事

故事例の収集：原子力関連施設の事故事例および類似の原因で起こった化学プラントの事故事例各50件程度の詳細な事故情報を収集する。2) 教訓の抽出：収集した事故事例を産総研で開発した事故進展フロー図を作成する手法を用いて解析し、事故の原因および教訓の抽出を行う。3) 教材の開発：事故進展フロー図を用いて、それぞれの事故のケーススタディ教材を作成するとともに、抽出された教訓を体系化して、利用者が実際に直面している工程や装置などから事故の防止に役立つ教訓を逆引きし、学習できる教訓学習教材を開発する。これらの教材を学習する E ラーニングシステムを構築する。

平成20年度は、原子力関連施設の事故事例と共通の教訓を持つ化学プラントの事故事例の収集解析および E ラーニングシステムの教訓学習教材部分の構築を実施した。化学プラントの事故事例約30件について、詳細情報を収集し、事故進展フロー図を用いた事故解析手法により、原因ならびに教訓の抽出を行い、ケーススタディ教材コンテンツを作成した。また、E ラーニングシステムの教訓学習教材部分を構築した。以上の作業にあたり、外部の専門家からなるアドバイザリ委員会、ならびに、実際の現場の方にご議論いただいた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 産業保安、化学災害、原子力、E ラーニング

【研究題目】 再処理工程に係るエネルギー物質の爆発安全性評価技術に関する研究

【研究代表者】 松村 知治（安全科学研究部門）

【研究担当者】 中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、保前 友高、黒田 英司、石川 弘毅（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

本研究課題では、1) 爆発影響データの取得・データベース化、と2) 反応機構評価システムの開発を行った。

1) に関しては、硝酸ヒドラジン (HN) と抱水ヒドラジン (HH) 混合物 (HN/HH=75/25、重量%) の爆轟速度データを取得した。その結果、試料中で低速 (約 2.5 km/s) の先行波とその背後に続く高速 (約 10.5 km/s) の爆轟波が干渉する現象を観測した。また、干渉後に2つの波面は一体化し、試料の定常爆轟速度 (8.3-8.5 km/s) を超える速度のまま、伝播することがわかった。

2) については、昨年度までに開発したレーザー誘起衝撃圧縮実験装置を用いた時間分解型ラマン分光装置の改良・高精度化を行った。試料には、典型的な有機液体物質である四塩化炭素 (CCl<sub>4</sub>) を用いた。約4 GPa の衝撃圧縮下において測定されたラマンスペクトルから振動温度の時間変化を測定したところ、圧縮領域の温度は6 ns 以内に定常状態に達しており、振動温度は十分緩和している可能性が示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】抱水ヒドラジン、硝酸ヒドラジン、核燃料再処理施設、爆轟、爆燃、衝撃圧縮、ラマン分光

【研究題目】深部岩盤掘削時の高精度破壊制御技術に関する研究

【研究代表者】緒方 雄二（安全科学研究部門）

【研究担当者】緒方 雄二、久保田 士郎、佐分利 禎、和田 有司（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

衝撃荷重を受ける岩石試料の破壊特性を解明するために、円柱状の岩石試料を用いた実験を実施した。実験では、岩石試料の表面にひずみゲージを貼り付けて動ひずみを計測し、岩石の反対面の伝播した応力波はレーザー変位計で計測した。また、深部岩石の動的破壊特性を明らかにするために、ホプキンソン効果を利用した動的破壊実験に深部花崗岩を用いて実施し、ひずみ速度の1/3乗に比例して動的引張強度が大きくなることを示した。さらに、透過材料内を伝播する応力波を可視化する実験をシャドウグラフ法による実施した。可視化実験からアクリル材料を伝播する応力波の可視化が可能であることを示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】動的破壊、衝撃荷重、破壊制御、可視化、ひずみ速度

・その他

【研究題目】生物剤検知用バイオセンサーシステムの開発

【研究代表者】鶴沢 浩隆  
（バイオニクス研究センター）

【研究担当者】鶴沢 浩隆、横山 憲二、和泉 雅之、近藤 里志（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

本年度は、喫緊の課題として、過去に暗殺やテロに用いられたことのあるリシンを中心に研究を進めてきた。まず、リシンを検知するための糖鎖リガンドとしてラクトースを選択し、チップに固定化するためのアンカーとして環状ジチオール基（チオクト酸）を還元末端側に導入して、目的とするラクトースセラミド誘導体を合成した。次に、別途作製した金ナノ粒子で修飾した LSPR チップに、先のラクトース誘導体を固定化する方法について検討した。その結果、メタノール中 SAM 法により、当該糖鎖を固定でき、ラクトースを固定化した毒素検知用 LSPR チップを作製できた。本年度に購入したマイクロシリジポンプを組み込んだ検知システムを作製し、標準物質を用いて作動試験を行い、正常に作動することを確認した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】局在表面プラズモン共鳴、高感度検知、テロ、糖鎖、チップ

【研究題目】生物剤検知用バイオセンサーシステムの開発

【研究代表者】永井 秀典（健康工学研究センター）

【研究担当者】永井 秀典（常勤職員1名、他4名）

【研究内容】

遺伝子抽出デバイスと PCR デバイスを統合化した生物剤検出用微小流体デバイスの開発を検討した。2種類の DNA 配列に対する PCR が求められるため、1本の DNA 抽出用流路の後、分岐して2本の PCR 用流路に接続し、個別に PCR 出来る構造とした。試料溶液の流体制御には、従来のデバイス内蔵型の微小バルブではなく、流路出口に PDMS 薄膜をバルーン状に設置して、空気圧により膨張・収縮させて出口を塞ぐ方式を採用することで、空気圧制御部を分離し、デバイス交換と制御が容易な流体制御を実現した。次に、試料の流体制御をチェックする機構として、PCR 流路内の溶液の通過に伴う複数の電極間の通電を検討し、溶液の進入に伴い電極との接触量が増え電流が増加することから、電氣的に流速の確認を実現した。

【分野名】ライフサイエンス/ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】バイオテロ、溶媒抽出、枯草菌、芽胞、PCR、遺伝子鑑定

【研究題目】FEL 励起反応追跡のための電子・イオン運動量多重計測（高速デジタイザを用いた計測技術の開発）

【研究代表者】齋藤 則生（計測標準研究部門）

【研究担当者】齋藤 則生、黒澤 忠弘、加藤 昌弘、森下 雄一郎、本村 幸治  
（常勤職員4名、非常勤1名）

【研究内容】

電子用およびイオン用の六角形型のディレーライン検出器から得られるそれぞれ7チャンネルのアナログ信号をミキシングし、デジタイザを用いて、コンピュータにデータをストアするために、これらのシステムを組み上げ、データを取り込むプログラムを構築した。EUVFEL 実験施設において、50 nm と 60 nm の EUVFEL 光を用いて、東北大学グループとともに、電子・イオン多重計測装置を用いて本システムの装置の動作テストを行い、正常に動作していることを確認した。取り込んだ電子・イオン信号から時間情報を得るプログラムを開発した。これらのシステムをプログラムによって得られた時間情報を解析して、電子及びイオンの検出器上で得られた検出時間と検出位置を得る技術開発を開発した。検出時間と検出位置から運動量分布を得る技術に着手し、プログラムを試作した。

これらのプログラムが動作することを、EUVFEL 光を用いて、テストを行った。その結果、大きな Xe クラスタから高い運動エネルギーをもった Xe イオンが生成することを見出した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】自由電子レーザ、デジタイザ、計測技術

【大項目名】次世代の電子顕微鏡要素技術の開発

【研究題目】自己整合型四極子収差補正光学システムの開発（多段自己整合型球面収差補正光学系の開発）

【研究代表者】岡山 重夫

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】岡山 重夫（常勤職員1名）

【研究内容】

20年度は、前年度に引き続き、6段の球面収差補正光学系用の高精度部品と組立用の高精度ジグを試作した。高精度な測定器を駆使して、レンズケーシング内に3段の四極子電極と開口電極を組立て、Z 軸位置決め誤差<0.5ミクロンを達成した。また、次年度の特性評価実験に使用する補正光学系後段に配置する八極子偏向・非点補正器を試作した。6段球面収差補正光学系の励起制御に必要な四極子レンズ用±1.2 kV 高精度電源2台を整備する共に、4つの開口電極の励起制御に使用する出力電圧+5 kV、2チャンネルの高電圧制御電源と-7 kV、2チャンネル高電圧制御電源を開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】球面収差補正、集束イオンビーム装置、電子顕微鏡、自己整合型四極子補正レンズ、四極子レンズ

【研究題目】発癌性物質や酸化ストレスに応答する生体防御系センサーの構造基盤

【研究代表者】佐藤 主税（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】佐藤 主税、小椋 俊彦、三尾 和弘（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

目標：

我々はタンパク質によって体を守っている。酸素および親電子性分子と総称される一群の毒性化学物質は空気・食物などから体内に取り込まれ、癌、動脈硬化、糖尿病などの原因となる。一方、動物細胞は酸素毒性や親電子性分子を感知する仕組み備えており、細胞内に活性酸素や親電子性分子が出現すると、抗酸化応答系や解毒代謝酵素群が働き、これらのストレスは速やかに消去される。このような適応・応答機構は、Keap1が分子センサーとして親電子性分子や酸化ストレスを感知し、転写因子 Nrf2を活性化することで、生体防御酵素群の発現を制御していることによる。本研究では、Keap1の構造を解明して、これらの機構に迫る。

研究計画：

代表機関と連携し Keap1たんぱく質の大量発現・精製を行い、ネガティブステイン法による電子顕微鏡像の測定と低分解能電子線単粒子解析を行う。

年度進捗状況：

代表機関と連携して、発現・精製された全長 Keap1を負染色電子顕微鏡撮影した。このタンパク質は可溶性タンパク質ではあるが、その負染色は極めて難しい。ミクロレベルでの様々な工夫によってその染色・電子顕微鏡撮影に成功した。さらに電子線単粒子解析を行っている。現在、投稿準備中である。

【分野名】生物物理学

【キーワード】タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、酸化ストレス、発癌機構

【研究題目】アルツハイマー病治療薬創出に向けたγセクレターゼの構造解析と機能制御（γセクレターゼ複合体の機能解析と活性制御にかかわる研究）

【研究代表者】佐藤 主税（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】佐藤 主税、小椋 俊彦、三尾 宗代（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

目標：

日本は超高齢化社会を迎え、認知症対策の研究、特にアルツハイマー病研究に対する社会の要求は高まってきている。脳においてβ-アミロイド沈着を生産する膜タンパク質γ-secretaseの構造を解明する。そこからアルツハイマー症の治療法開発に貢献する。

研究計画：

γ-secretaseは一回膜貫通型タンパク質を細胞膜内で切断する酵素であり、部分的に疎水的な配列を含むペプチド断片を細胞外に放出する。これらの切断産物にはβ-アミロイドも含まれる。これはアルツハイマー症の原因と考えられている脳血管中の蓄積物の主成分である。このγ-secretaseの3次元構造を決定する。

年度進捗状況：

γ-secretaseの負染色電顕像からの低分解能での3次元構造の決定に、東大の岩坪・富田・浜窪等との共同研究により成功した。さらに構成サブユニットであるpresenilin等の位置を抗体によって特定した。さらにクライオ電子顕微鏡で撮影に成功した。さらに類縁タンパク質の構造にもアプローチしている。

【分野名】生物物理学

【キーワード】タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、アルツハイマー症、γ-secretase

【研究題目】ナノプロセッシング・パートナーシップ・



## プログラム (NPPP)

【研究代表者】 秋永 広幸

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 金澤 朋実、増田 賢一、大塚 照久、  
佐藤 平道、飯竹 昌則、長 志保、  
原田 善之、原 安寛、風間 茂雄、  
三谷 みどり、唐澤 しのぶ、  
大山 育子 (常勤職員1名、他12名)

## 【研究内容】

目的：

独立行政法人産業技術総合研究所のもつ基盤技術から先端技術までの多様で幅広い研究開発資源を組織内部で機動的に連携させ、「技術支援による学界及び産業界への貢献」、「技術革新を担う人材の育成」という社会ニーズに応えるためのアクションプランとして、有限の資源で成果を最大化し、研究分野の融合、産学官の広範囲な研究者・研究機関のネットワーク、事業内外における人材育成を推進するプラットフォームの実現を当委託業務の目的とする。より具体的には、

- ①技術相談：研究開発上のボトルネック抽出、プロセス設計などのコンサルティング
  - ②装置利用：当該施設の装置を利用する機会の提供
  - ③技術支援：産総研の最先端技術を用いた研究成果創出の支援
  - ④成果創出支援：得られた成果を、学術論文、特許実施例などに活用するための支援
  - ⑤実地訓練：装置利用に際して必要な要素技術のガイダンス
  - ⑥人材育成：超微細加工・分析・評価技術等を習得するスクールを開催
  - ⑦情報発信：当該分野における最新情報、ノウハウなどを発信
  - ⑧ネットワーク：利用者の利便を高め、関連施設との連携を図る
- からなるサービスの提供を行う。

年度進捗状況：

## ①技術相談サービス：

施設・装置を適切に利用するためのガイダンスはもちろんのこと、支援依頼元の研究開発上のボトルネックを明確化し、それに対するプロセス設計などのコンサルティングを、産総研の経験豊富な専門家が実施した。尚、本技術相談を実施した後、装置利用、技術代行あるいは共同研究として支援を行った案件は、それぞれ実施した件数に計上し、それ以外でかつそれらのどの支援にも至らなかった案件を技術相談の件数として計上した。さらに、研究支援効率を上げるために必要とあれば、ナノテクノロジー・ネットワーク参画他機関等への紹介などもこのサービスの一環として行った。

## ②装置利用サービス：

産総研外部研究者に、47件の当該施設の装置を利用す

る機会を提供した。そのために必要な要素技術習得トレーニングなども、あわせて実施した。得られた研究成果はユーザーあるいはユーザーの派遣元が100%保有することになるが、規程で定める成果報告書をご提出いただいた。また委託事業でのサービスであることを鑑み、プロセスノウハウの産総研側への提供を、機会を捉えて推奨した。

## ③技術支援サービス：条件付技術代行支援と条件付共同研究型支援サービス

装置利用ユーザーとのバランスを考慮しつつ、合計で50件を越える技術代行および共同研究サービスを行った。尚、技術支援員が支援依頼元の要望に沿った試作、分析を行う場合には、産総研独自の技術ノウハウを必要とする場合に限りその依頼を引き受けた。また、産総研の知的財産、研究開発資源を一つの支援に対して50%を超える寄与度で投入しなければならない場合には、共同研究による研究支援とする方針をとった。これらの支援に対しても、規程で定める成果報告書をご提出いただいた。テクニカルセンター分析セッションでは、分析技術代行サービスを中心に実施した。技術代行では、元素分析、質量分析、ICP、SEM、イオンクロマトの分析サービスを提供、XRD ではデータ解析までを実施する共同研究的なサービスを実施し、登録する研究テーマごとに成果報告書をご提出いただいた。

## ④成果創出支援サービス：

得られた成果を、学術論文、特許実施例作成、あるいはベンチャー設立に向けた準備などに活用するための支援を行った。①のサービスとあわせ、当事業が民間の有料サービスと最も大きく差別化される項目である。

## ⑤実地訓練サービス：

昨年度までと同様に、装置の使用法や注意事項、装置予約の仕方を伝えるために、ユーザーが新たに装置を使い始める際には、個々の装置について、必ず操作法のガイダンス(実地訓練)を行った。今年度の実施訓練件数は196件であった。また、不連続に期間をあけて装置を利用するユーザーに対しては、初回だけでなくその都度、技術支援員による手厚いガイダンスを実施した。このようなサービスを行う目的は、装置利用の効率化、装置故障率の低減、安全性の向上を図ることにある。本サービスの充実により、今年度も多数のユーザーが積極的に施設を活用できる環境を提供することができた。(産：53、学：138、公：5、合計：196)

## ⑥人材育成サービス：

「ナノテクノロジー・ネットワーク」参画機関である物質・材料研究機構および東京工業大学との共催で、「超微細加工・ナノ計測・分析スクール」を企画・開催した。このスクールは、受講生に多彩な要素技術を習得して頂くことを目的とし、カリキュラムは、大きく分けて講義と実習からなる。具体的には、9月19日に産総研つくばセンターで6つの講義をまとめて行った後、合計

13件の実習をそれぞれの機関で実施した。電子ビーム描画装置の実習は、産総研と東京工業大学の両機関にて行い、集束イオンビーム加工観察装置の実習は産総研にて、透過型電子顕微鏡の実習は物質・材料研究機構にてそれぞれ実施した。さらには、特定の要素技術に特化した人材育成サービスとして、走査型プローブ顕微鏡技術およびレーザー顕微鏡技術に関するスクールも開催した。また、インターンシップとして、1名の大学生を短期で受け入れ、微細加工の初歩技術を学んで頂いた。これらのスクールの参加者は150名（内、講義のみの参加者が95名）で、内訳を見てみると、産：49名、学：24名、官：77名であった。その他、高校生のための先進的科学技术体験合宿プログラムである「サマー・サイエンスキャンプ」を実施した。本年度は、「ナノテクノロジーに触れてみよう」というテーマに対して4名の高校生を受け入れ、クリーンルーム内での微細加工プロセスをご体験いただいた。

#### ⑦情報発信サービス：

当該分野における最新情報、当事業で開発され公開可能なノウハウなどを、産総研外部研究者に向けてニュースとして発信した。より具体的には、産総研ナノプロセス施設（NPF）発行の電子メール配信方式のニュースであり、平成17年度から開始したサービスである。また、設置されている装置でどのような研究開発が可能かなどを、より直感的にユーザーに感じて頂けるよう、当事業のホームページの改善にも務めた。具体的には、各装置を用いて実施された、開示可能な支援成果例をホームページ上で紹介するなどを行った。

#### ⑧ネットワークサービス：

産総研外部研究者の利便性を高め、安全に上記研究支援活動を行うために、装置予約、利用時間管理、ユーザーによる支援進捗状況の確認などを、インターネットを介して実現するネットワーク環境を管理し、年間を通じてこのサービスの提供を行った。また、先端研究施設共用イノベーション創出事業に参画するつくば市内の4機関（高エネルギー加速器研究機構、産業技術総合研究所、筑波大学、物質・材料研究機構）は、ネットワークを加速するためのワークショップ「イノベーションつくば2008－創る技術と観る・測る技術の融合－」を2008年12月2日に開催し、さらに、これら機関の連携を強化するためのポータルサイト「イノベーションつくば」を立ち上げた。

#### ⑨先端共用施設の整備と管理：

先端共用施設を効率的に稼働させるためには、消耗品の欠品を防止し、日常点検および定期点検で装置の故障を事前に察知し対応することが肝要である。共通消耗品の管理に加えて、専任担当者による NPF の日常点検・監視を行い、さらには、装置予約・使用状況の管理も年間を通して実施した。また、酸素濃度計など各種モニターによる作業環境の監視サービスに加え、クリーンルー

ム内に設置した6台のネットワークカメラによる監視により、ドラフトでの薬剤使用等、危険作業での事故を防止できるよう務めた。また、利用初期のユーザーに対しては、装置の原理や操作手順などが記載された装置マニュアルを以前から提供しているが、この装置マニュアルがより実践的かつ実用的なものとなるよう、技術支援員が度々受ける質問の内容を装置マニュアルに反映するなど、随時改訂を推進した。さらに、テクニカルセンター・分析セクションでは、サービス提供に必要な各種分析機器を日常的に点検して早期に問題点を把握、運転中止を最小限にするよう努め、常に一定水準の分析精度を提供できるように関連装置を整備した。

#### ⑩プロジェクトの総合的推進：

プロジェクト全体のより円滑な運営が実現するよう、拠点内外における技術検討会等を開催し、中核機関内および先端研究施設共用イノベーション創出事業に参画する各機関との連携を強化した。より具体的には、当事業の運営委員会等において、超微細加工領域参画機関より集約した支援進捗状況等に関する課題を整理し、関係者に再配布することにより、プロジェクト全体の相互理解、連携の促進を図った。また、課金制度に関する意見交換を実施し、当該制度導入に関するプロジェクト内の見解の統一を図った。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 極微細加工、ナノ造形、リソグラフィー

【研究題目】 重度先天性骨代謝疾患に対する遺伝子改変間葉系幹細胞移植治療法の開発

【研究代表者】 大串 始

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 大串 始、服部 耕治、藤森 一浩

（常勤職員3名）

#### 【研究内容】

組織非特異型アルカリホスファターゼ（ALP）遺伝子変異による遺伝性疾患である周産期型低ホスファターゼ症に代表される重度先天性骨代謝疾患に対する根治治療技術の実現を目指し、患者本人由来の間葉系幹細胞に正常 ALP 遺伝子を導入した治療用遺伝子改変細胞培養技術を開発し、賦活化間葉系幹細胞もしくは iPS 細胞に正常 ALP 遺伝子を導入した治療用遺伝子改変細胞の培養技術の開発を目指す。さらに導入遺伝子のゲノム挿入部位の安全性を確認するゲノム安全性評価法の開発、重度先天性骨代謝疾患に対する細胞移植治療の臨床応用を確立することを目的とする。

このため、独立行政法人産業技術総合研究所及び国立大学法人島根大学と共同で業務を行う。独立行政法人産業技術総合研究所では、治療用遺伝子改変細胞の培養技術の開発及びゲノム安全性評価法の開発に関わる研究開発を実施する。

なお、文部科学省の策定した「iPS 細胞研究等の加速

に向けた総合戦略（平成19年12月22日付）」及びこれに基づき講じられる施策等に協力して業務を実施するとともに、文部科学省科学技術・学術審議会及びプログラムディレクター等の指示に基づき効率的に業務を実施する。また、再生医療の実現化プロジェクトヒト iPS 細胞等研究拠点整備事業により整備される各拠点、個別研究事業の実施機関等とよく連携し、知的財産権の取扱等について協調を図る。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】間葉系幹細胞（移植）、再生医療、骨代謝疾患

【研究題目】重要課題解決型研究等の推進「統合化地下構造データベースの構築」

【研究代表者】木村 克己（地質情報研究部門）

【研究担当者】木村 克己、尾崎 正紀、水野 清秀、高橋 学、村田 泰章、小松原 純子、根本 達也、納谷 友規、本郷 美佐緒、山口 正秋、長谷川 功、川上 源太郎（北海道立地質研）、廣瀬 亘（北海道立地質研）、大津 直（北海道立地質研）、石原 与四郎（福岡大）（常勤職員6名、他9名）

【研究内容】

本課題は①地質情報データベースと地質モデルの構築と②地質情報データベースネットワーク化に関する研究の二つのサブ課題から構成される。①は国土の地質情報に関してこれまでに整備した各種のデータベース、地質図類や地質モデルを基礎に、新たに地下地質情報を系統的に収集・編纂することによって、幅広く活用できる地質情報データベースと地質モデルを構築すること、そして、地質モデル構築の上で基準となる深度500 m 程度までの地質層序の標準を構築し、地震波速度・比抵抗特性との関係を明らかにすることを目的としている。②は、インターネットを通して3次元地質構造モデルの配信を含めた地質情報を高度に利活用が行える環境を開発することを目的としている。今年度は以下の成果を得た。

① 地質情報データベースと地質モデルの構築

- ・1/5万東京西南部・横浜地域にあたる1/2.5万シームレス地質図の数値地質図をシェープファイル形式で作成した。新潟平野の1/20万シームレス地質図を作成し、それを基図として沖積層基底深度分布図、浅層地盤断面図線、ボーリング地点の各データ・モデルを電子化し重ね合わせた。
- ・関東平野・石狩平野について、新たにボーリング資料を収集・整備し、2000本のボーリングデータを収集・整理し、データベースに加えた。自治体で独自に公開しているボーリングデータの利活用を進めることを目的に、東京都で WEB 公開しているボーリ

ングデータ7400本のメタデータを作成し、統合化地下構造データベースのシステムに登録した。

- ・地質標準構築では、埼玉県菖蒲町でボーリング調査を実施して得た350 m 長コアの層相記載、火山灰・珪藻・花粉分析などを行い、基本層序を構築した。さらに埼玉県環境科学国際センター及び東京都土木技術センターの協力を得て、その周辺の既存コア（埼玉県下では川島、深作 A-1など6本、東京都では舎人など2本）の分析を進め、相互の対比を行った。各地点の下総層群（深度150 m 前後まで）の範囲では、珪藻分析によると海成層と非海成層の繰り返しが比較的明瞭であり、それらは層相の変化と対応していて、およそ10万年周期で繰り返される汎世界的な海進・海退（温暖・寒冷）期を反映していることが判明した。
- ・昨年度の成果である S 波速度の深度依存性が、原位置計測結果と比較して過小評価する結果が得られたため、今年度は間隙水圧挙動を組み込んだより正確な有効応力条件下における計測を実施した。その結果、コアの深度レベルに相当する間隙水圧を考慮した静水圧実験から、有効封圧の増加（深度の増加に相当）に伴い、S 波速度の増加現象は間隙水圧挙動を考慮しない場合よりも数%大きくなることが判明した。依然として原位置計測結果との整合性が得られていないものの、計測対象とするスケールの違いを考慮すると妥当な値と考えられる。
- ② 地質情報データベースネットワーク化に関する研究
  - ・地質情報インデックス検索システムのサーバとして、ウェブサーバとデータベースサーバを新たに導入して、大量のデータの公開に対応できるようにした。そして、同システムの本格稼働に向けて、表示速度とメンテナンス性を向上させる改良、管理用クライアントで使用する登録ツールの改良、検証サーバの設置等を行った。
  - ・ボーリングデータの入力・編集、xml データの bor/csv 形式への変換と編集、土質名コード変換の3つの機能を担うフリーオープンソフトについて、平成21年度の公開を目標に、動作・機能テストと機能改良、マニュアルの編集を行った。
  - ・ボーリングデータベースを利用して、地質地盤特性を理解し高度に利活用するためには、1次元情報であるボーリングデータを地下地質構造の2次元および3次元モデルと統合的に表現することが有用である。そこで、我々は、防災科研が開発した地下構造データベース管理サーバを基礎に、3次元地質モデルをデータベースで管理し、ボーリングデータ等の地質情報と統合的に検索・表示・解析が可能な3次元統合表示システムを試作した。この3次元統合表示システムは、インデックスマップサイト、2次元表示サイト、3次元表示サイト、解析サイトから構

成されている。インデックスマップサイトは本システムのトップページであり、地図上にモデル領域が表示され、各サイトへのリンク情報が含まれる。2次元表示では、3次元地質モデルの水平断面図や鉛直断面図を表示する。また、WMS (Web Map Service) や WFS (Web Feature Service) 形式で配信される地質図やボーリング情報とのオーバーレイ表示が可能である。3次元表示サイトでは、VRML (Virtual Reality Modeling Language) を用いて、サーフェスモデルを3次元表示する。解析サイトでは、空間解析を実行しその結果を地図上に表示し、ダウンロード可能にする。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕地下地質、基準層序、ボーリングデータ、データベース、シームレス地質図、3次元モデル、WMS、WFS、VRML、ウェブサーバ

〔研究題目〕研究コミュニティ形成のための資源連携技術に関する研究 (データベース連携技術に関する研究)

〔研究代表者〕関口 智嗣 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕関口 智嗣、田中 良夫、小島 功、山本 直孝、的野 晃整  
(常勤職員5名)

〔研究内容〕

E-サイエンスに重要な、複数の異種分散データベースを容易にかつ安全に連携・統合する技術は確立されておらず、E-サイエンスの実現に向けて大きな障害となっている。本研究では、複数の組織により提供される計算能力やデータ、データベース、アプリケーションを必要性に応じて柔軟に共有または連携させ、これにユーザを含めた仮想研究コミュニティを形成かつ運用するための技術として、データベース連携・統合技術とユーザ認証情報管理技術の研究開発を行う。平成20年度は、データベース連携・統合技術の開発においてはデータベース連携・統合ミドルウェアの外部仕様の設計を行なうとともに、内部仕様について基本方針を定めた。外部仕様の設計については、従来産総研で開発中の OGSA-DQP/XML と OGSA-DAI-RDF と互換性のある基本設計方針を定め、これに基づいて情報検索の統合機能の基本設計を行った。ユーザ認証情報管理技術の開発においては、ユーザ認証情報の生成・管理を行う既存ツールの調査および評価を進めながら、ユーザ認証情報管理ツールの外部仕様および内部仕様の設計を行ない、プロトタイプツールを実装した。本研究で開発を行うユーザ認証情報管理ツールは、バックエンドのサーバに対しては公開鍵暗号 (PKI) と X.509証明書をを用いた認証および仮想組織 (Virtual Organization, VO) の属性情報を用いた認証を実現しつつ、証明書の取り扱いに不慣れたユー

ザやアプリケーション開発者に対して簡便なインターフェースを提供する外部仕様とした。ユーザ名パスワードだけでなく、OpenID 等の外部認証サービスに基づいた認証機能を備えるプロトタイプを開発した。また、ユーザ証明書を自前で管理するユーザに対しては、各ユーザの所有するユーザ証明書をを用いた認証・認可を実現した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕E-サイエンス、グリッド、データベース連携、セキュリティ

〔研究題目〕住民・行政協働ユビキタス減災情報システム

〔研究代表者〕野田 五十樹 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕野田 五十樹、下羅 弘樹、山本 直孝、田中 良夫、小島 功  
(常勤職員4名、他1名)

〔研究内容〕

本研究は、住民・行政協働ユビキタス減災情報システムのプロトタイプを開発し、そのプロトタイプを試験フィールドへ適用することによって、地域防災力向上を実証するとともに、開発成果をオープンソースとして公開し実証フィールドへの実装と他地域への展開を目的とする。また、地域コミュニティと行政が協働して、我が国のすべての地域に共通する課題である災害情報の共有化を向上させ、減災を実現するための体制とそれを支援する情報システムを構築することを目的とする。産総研では、データベースの構築に関する研究開発を担当する。すなわち、既開発の情報共有データベース/減災情報共有プロトコル (DaRuMa/MISP) を拡張するとともに、VO (Virtual Organization) の概念に基づく認証認可機構を統合し、セキュリティ機能を兼ね備えた災害情報共有システムの枠組みを設計し、そのプロトタイプを実装していく。

平成20年度は、セキュリティ機能の強化とオントロジに基づく連携機能についての調査と設計を行った。また、サービス提供の際に重要となるコンテンツについて、一般にインターネットに公開されているデータより取得する仕組みを検討した。具体的には、情報共有システムのセキュリティ機能で最も重要な認証機構を、DaRuMaに組み込む方法について検討を行い、設計および実装を進めた。また、より効率的に減災に寄与するアプリケーションソフトウェアをビジネスとして開発する人への提供を想定し、分散したデータベース上に存在する情報の一元的利用を可能とする接続ツールの要件について検討を進めた。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕減災情報システム、ユビキタス、データベース、WebGIS

〔研究題目〕革新的原子力エレクトロニクス技術を活

### 用した原子炉制御・保全システムに関する基盤研究

【研究代表者】 田中 保宣（エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ）

【研究担当者】 田中 保宣、加藤 真  
（常勤職員 1名、他1名）

#### 【研究内容】

##### ○目標

高い耐熱性・耐放射線性を有する炭化珪素半導体素子を用いた駆動回路を開発することにより、従来高温・高線量率放射線区域から隔離していたモータ駆動回路を、制御棒駆動用モータや作業用ロボット等の駆動モータなど高温・高線量率放射線に晒される各種モータに近接して設置することを可能とし、原子炉システムの小型化・高効率化を実現するための基盤技術を確立する事を目的とする。

##### ○研究計画

#### (1) SiC 静電誘導型トランジスタの試作・性能評価

SiC 静電誘導型トランジスタ (SiC-SIT) について、制御棒駆動用モータや原子炉内蔵型再循環ポンプ等、実際の応用範囲（数百 W から1 kW）を見据えた上で素子設計し、素子を試作する。第1次試作では既存の作製プロセスを用いて試作し、第2次試作では第1次試作の評価結果を元に必要に応じて改良した作製プロセスを取り入れて試作する。

#### (2) モータ駆動回路の設計・試作

試作した SiC-SIT 及び市販の SiC-SBD（ショットキーバリアダイオード）を用いた耐放射線性モータ駆動用インバータ、若しくはチョッパ回路を設計し、一部試作を開始する。

#### (3) SiC 半導体素子及び駆動回路の耐熱性・耐放射線性評価（再委託先：原子力機構）

第一次試作した SiC-SIT 素子単体の耐熱性・耐放射線性を評価する。実際には、原子力機構が所有する $\gamma$ 線照射施設（60Co 線源）を利用し、 $\gamma$ 線等による耐放射線性を評価する。

##### ○年度進捗状況

(1) 優れた耐熱性・耐放射線性を有すると期待される SiC 静電誘導型トランジスタ (SiC-SIT) を設計・試作し（第1次試作）、その性能評価を行った。その結果、当初の設計目標であった耐圧900 V 以上、オン抵抗0.2 $\Omega$ 以下の特性を持つ SiC-SIT の試作に成功した。現在、第1次試作の設計、プロセス変更は行わず第2次試作を実施中である。

(2) 試作した SiC-SIT を用いた耐放射線性モータ駆動回路としてインバータ回路、及びチョッパ回路の検討を行った結果、耐放射線性評価用回路としてチョッパ回路を選択することに決定した。更に、SiC-SIT を駆動するためのゲートドライブ回路の試作を開始した。

(3) 試作した SiC-SIT の耐放射線性について評価を行った。Si 素子では放射線照射後（10 MGy）に致命的な素子特性劣化が観察されたが、SiC-SIT では放射線照射後にも安定した電気特性が得られており、同素子の優れた耐放射線性が確認された。更に、同素子は、200℃という高温環境においても安定した動作が可能であることが確認された。

##### 【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 シリコンカーバイド、静電誘導型トランジスタ、耐放射線性、チョッパ回路

### ③【環境省】

#### ・地球環境保全等試験研究費

【研究題目】 CO<sub>2</sub>排出低減に資するバイオディーゼル燃料の高品質化技術

【研究代表者】 鳥羽 誠

（新燃料自動車技術研究センター）

【研究担当者】 葭村 雄二、阿部 容子、八坂 加津江  
（常勤職員2名、他2名）

#### 【研究内容】

目標、研究計画、年度進捗状況

本研究では、植物油脂や廃食用油から生産されるバイオディーゼル燃料（BDF）の高品質化を目指し、欧州規格を満たす BDF の製造が可能な固体触媒技術を開発するとともに、水素化精製触媒による低品位 BDF の酸化安定性向上技術を開発する。研究は、(1) 原料油脂中の不純物として含まれる遊離脂肪酸による失活抑制やバイオエタノールを用いた場合など水による失活を抑制することが可能な BDF 製造用固体触媒の探索とプロトタイプ触媒の提案、(2) BDF 中に含まれる酸化安定性が低い多不飽和脂肪酸エステルを選択的水素化による BDF の酸化安定性向上用触媒の開発および BDF の石油系軽油混合上限率のさらなる向上につながる次世代型 BDF 燃料の製造技術の検討、(3) 燃料評価による BDF 高品質化技術の有用性の検証の三課題について検討を行う。本年度の進捗状況は以下の通り。(1) 固体触媒によるトランスエステル化において、単純にスケールアップした場合はアルコール量を増やすことにより、残存グリセリド量を規格値内に収めることが可能であった。各種油脂を用いて調製した脂肪酸エステルは、組成によりメチルエステルとエチルエステルの低温流動性が変わることがわかった。(2) 高度不飽和脂肪酸を含有する魚油 FAME 混合油の貴金属触媒による水素化処理により、軽油並みの酸化安定性を有する混合軽油を得ることが可能であることがわかった。バイオディーゼル燃料混合軽油の酸化安定性向上の検討から、水素化処理と少量の酸化防止剤の添加により酸化安定性は著しく向上し、相乗効果が得られた。(3) 酸化前後の魚油 FAME の組成解析から酸化によるスラッジ生成の要因の解明を試みた。不飽和度の高い脂肪酸メチルエステルほど酸化されやす

く、スラッジは高次元架橋構造を有する多種の含酸素官能基を有する重合体である可能性が高いことがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオディーゼル、選択的水素化、固体触媒、酸化安定性

〔研究題目〕 難透水性汚染地盤を対象とする音波一動電ハイブリッド原位置方式による汚染浄化技術の研究開発

〔研究代表者〕 張 銘（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 張 銘、駒井 武、杉田 創、丸茂 克美（地質情報研究部門）、澤田 章（環境管理研究部門）（常勤職員5名、他2名）

〔研究内容〕

難透水性地盤から重金属及び有機化合物を原位置で短期間かつ経済的に除去できるよう、動電学的手法の除去効率を促進するためのハイブリッド技術の確立が急務である。アメリカ EPA の SITE プログラムによって、動電的手法に音波の脱着効果を組み合わせる技術（EASD）はその可能性が提示されたものの、実際の設計に必要な不可欠な基礎データは殆ど取得されていない。本研究は、難透水性地盤から重金属と有機化合物を原位置除去できる処理技術としての EASD 手法の実行可能性を検討することを目的とし、音波特性がもたらす除去効率、及び地盤変位への影響を、室内要素試験や土槽試験などを通して取得し、これらの結果に基づいて設計する EASD システムを原位置での実証試験より検証し、実用性の評価を目指している。

動電及び音波付与の複合効果を適切に評価するためには、まず、それぞれの要素が汚染土壌の浄化率や流体の流れ特性などに及ぼす影響を明確に評価しておく必要がある。最終年度である平成20年度には、研究計画及びこれまでの研究成果を踏まえ、主に1) オンサイト簡易マッピング法のフィービリティ検証、2) 原位置試験サイトの三次元比抵抗分布調査、3) 実地盤での原位置浄化実証試験、及び4) 動電浄化法に関する総合的な評価などを実施し以下の結論を得た。

1) 携帯型 GPS 及び蛍光 X 線分析を併用した簡易マッピング法は非常に有効であり、調査コストを低減できるだけでなく、必要対策範囲の特定や原位置浄化効果の確認などにも利用できる。2) 三次元比抵抗分布は汚染サイトの地質構造の把握や汚染範囲の推測及び動電浄化設計の有用情報として利用することができる。3) 太陽電池などの自然エネルギーを利用した自律型動電浄化システムは原位置試験に適しており、浄化過程における二酸化酸素の発生の抑制など低環境負荷の観点からも優位性がある。4) スメクタイト、カオリン、イライト、石膏及び黄鉄鉱などを含む極めて難透水性汚染地盤であっても、動電浄化手法よりカドミウムや鉛などの金属類を

環境基準値以下に浄化することが可能であると実証された。5) 電極槽内の溶液を連続的に処理せず、重金属類をできるだけ電極板に附着させる方法はランニングコスト低減及び有価資源回収の両面から有望である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 土壌汚染、重金属等、原位置浄化、EASD 法

〔研究題目〕 外部振動源による家屋内環境振動の人体感覚評価・予測に関する研究

〔研究代表者〕 国松 直（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 国松 直（常勤職員1名）

〔研究内容〕

従来の調査検討結果によれば、敷地境界での排出源規制の考え方に基づく振動規制法では、家屋内振動の環境実態との整合性が十分ではないことが指摘されている。本研究は、家屋内環境振動の実態把握および人体感覚評価・予測精度向上のために、家屋が立地している地盤、家屋の基礎構造、家屋構造に基づく振動特性および家屋内振動暴露に関わる人体感覚特性を明らかにすることを目的とする。研究内容は、(1) 標準加振装置の開発、(2) 家屋内外振動計測システムの開発、(3) ランダム振動に対する人体感覚特性の解明、の3項目である。

20年度は以下の研究を実施した。

- (1) 低振動数範囲（1～30 Hz 程度）を対象とする水平方向標準加振装置を試作した。発生させた振動により、S/N 比が十分な家屋内振動が計測できるように、装置の設計（装置の大きさ、発生させる振動の大きさ等）、設置方法等を検討した。また、地盤状況を確認するため、地盤の深度方向の硬さの測定方法についても検討した。
- (2) センサ感度、温度特性などを考慮したセンサの選択を行い、S/N 比などを検討した。また、センサ計測された信号をデジタル変換し、データ伝送系とのマッチングを検討した。伝送系として、データ通信の安定性を検討した。主として、家屋内振動計測システムを開発した。
- (3) 外部振動源による家屋内環境振動の人体感覚評価・予測に関する研究のうち、人体感覚評価に関する研究において、水平方向の実振動および合成振動に対する被験者官能実験を実施し、水平振動に対する振動感覚の評価法に関して、基礎的知見の収集とその応用について検討した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 環境振動、標準加振装置、感覚評価

〔研究題目〕 都市環境騒音対策の最適選択手法と数値地図を活用した騒音場の簡易推計技術に関する研究

〔研究代表者〕 今泉 博之（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 今泉 博之、高橋 保盛、藤本 一寿  
 (九州大学)、穴井 謙 (九州大学)  
 (常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

本研究は、環境騒音の管理者である国や自治体が環境騒音低減のために行う施策を支援するシステムを構築することを目的とする。すなわち、個々の騒音対策による低減効果を広域的に考慮しながら最適な騒音対策を選択するためのソフトコンピューティング手法を開発し、都市域の数値地図を活用した騒音マッピング技術に適用することによって、都市広域の環境騒音を面的に把握・推計し、環境騒音管理者が効率的な騒音対策の施策を立案するための支援システムを開発することを目指す。本年度は、沿道の建物群による道路交通騒音減衰量の簡易予測法の拡張と騒音場の簡易推計システムの検証を進め、数値地図データや騒音対策実施の有無を取り扱う「データベースの操作」と、騒音に係る環境基準の評価のための「環境省マニュアルによる騒音推計」、市街地全域を短時間で騒音推計するための「簡易騒音予測」、環境アセスメントや環境コンサルティングの際に必要な「詳細騒音予測」、騒音推計結果のコンター表示や自治体等の報告書のテンプレートを備える「出力機能」、GAによる騒音対策最適選択手法や騒音曝露人口の割り付け機能とリンクする「オプション機能」で構成される、環境騒音 GIS システムを確立した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 騒音制御、環境騒音、騒音マッピング、GIS

〔研究題目〕 電子機器用ガラス廃棄時における有害元素の長期浸出評価

〔研究代表者〕 川辺 能成 (地圏資源環境研究部門)

〔研究担当者〕 川辺 能成、杉田 創、井本 由香利、  
 駒井 武、赤井 智子、山下 勝  
 (環境化学技術研究部門)  
 肴倉 宏史 (国立環境研究所)  
 (常勤職員6名、他2名)

〔研究内容〕

土壤環境における浸出特性および拡散特性の評価に関して、実験的、解析的な種々の検討を実施した。埋立地等の土壤環境で暴露された際の CRT ガラスの浸出特性および拡散特性を明らかにするための試験・評価方法を確立することを目的とし、本年度は、(a) 溶出試験を行なう際の前処理洗浄時のガラス溶出の有無、(b) 前処理洗浄による試料粒子に付着した微粉除去の影響、(c) 前処理洗浄液の種類の違いによる溶出量の差異、および(d) 有害成分の溶出濃度のレンジを確認することを主目的とした研究を行ない、以下の成果を得た。CRT ガラスの前処理洗浄 (洗浄液はイオン交換水) 時に回収した洗浄液中の溶存成分を分析した結果、粒径

125  $\mu\text{m}$  以下の鉛ガラス試料からの溶出量は、Pb、Al、Mg、Ca、Sr については、1~2 mm での溶出量の3.4~4.0倍高く、Si、Sb については、さらに高い溶出量比 (7.1~31.6倍) となった。この結果から、土壤環境下において CRT ガラスが雨水・地下水等に接触した場合、有害物質である Sb が他の成分と比較して溶出しやすく、水の移動に沿って汚染範囲を広げる可能性が高いと考えられる。特に、粒径が小さいほど総表面積が大きくなるので、溶出速度が高くなることに留意する必要がある。また、続く溶出試験の結果から、酸性土壤あるいは埋立資材であるセメント存在下では、CRT ガラスからの Pb 溶出量が増加することが予想される。また、溶出試験のための洗浄液としては水よりもアルコールが望ましいが、粉碎程度を粒径1 mm 以上に止めた場合は、いずれの洗浄液を使用しても溶出試験結果に大きな差異はないことを明らかにした。特に、CRT ガラス粉碎処理時の粉碎機からの混入物および微粉の生成を抑制させるためにも、粉碎程度は粒径1 mm 以上に止めることが望ましいと思われる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 土壤汚染、リスク評価、鉛ガラス、浸出特性

〔研究題目〕 低周波騒音と苦情者感覚特性の現場同時計測・評価法の開発に関する研究

〔研究代表者〕 佐藤 洋 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 佐藤 洋、倉片 憲治、蘆原 郁  
 (人間福祉医工学研究部門)、  
 堀内 竜三 (計測標準研究部門)  
 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

本研究は、低周波騒音問題の解決手法を提案するため、以下の4つのサブテーマに分けて研究を行った。テーマごとの研究成果は以下の通りである。

- (1) 現場における低周波騒音の多点同時計測及び苦情者の反応の長時間モニタリングシステムの開発：これまでの開発装置の改良として、苦情反応記録装置について携帯端末 PDA を用いて作成した。また、低周波音を含む騒音計測に関しては可搬型の簡易システムを作成し、測定を実施した。今年度は、苦情者に協力を得ることに諸般の事情から困難を生じたため、数値計算により室内における低周波音の伝搬もあわせて解析した。その結果、騒音源近傍で計測されるよりも室内の方が、高い音圧レベルが観測される可能性があることが明らかになった。
- (2) 現場における聴覚特性の簡易測定手法及び測定システムの開発、並びに(3) 現場における騒音特性の操作による苦情原因の特定手法及びシステムの開発：耳覆い型ヘッドホンとプローブマイクロホンを用いる可搬型聴覚閾値測定システムを作製し、20 Hz から100 Hz の閾値測定を6耳に対して実施した。また、音圧校正方法とし

て、音圧校正済みのプローブチューブマイクロホンを取取者の外耳道内に挿入する方法について検討した。(4) 実験室実験による低周波複合音及び低周波成分を含む広帯域音に対する評価方法の開発：低周波複合音（うなり音）の聴覚閾値及び許容度の測定を実施し、うなり音の聴覚閾値は純音と大きく異なること、及びうなり音に対する許容度の著しく低い者がいることを確認した。また、聴覚フィルタ計測システムを導入し、聴覚フィルタの加齢変化と聴覚閾値との関係を検討した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 低周波騒音、苦情感覚、音響計測

【研究題目】 石油流出事故等海洋の汚染や浄化に係わる環境微生物の分子遺伝学的解析・評価に関する研究

【研究代表者】 丸山 明彦（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 北村 恵子、布施 博之、丸山 明彦  
（常勤職員2名、他4名）

【研究内容】

日本周辺海域における環境汚染や環境変動の把握、油濁環境修復技術の開発や評価等に資するため、日本沿岸域の6調査点において2年間にわたって実施した環境微生物の現存量や多様性、石油分解菌群集の多様性、環境要因等についての解析を進めた。東京湾は、他の海域に比べ高い全菌数レベルにあったが多様性にあまり明確な特徴はなかった。一方、その他の海域では、多様性に一部明確な地域差や季節差が認められた。この特徴は、放線菌群集にも見られた。これら指標性の高い微生物系統群については、分子マーカーの開発やモニタリングの自動化に向けた検討を進めた。総じて、日本沿岸域の微生物菌群集は、広く海洋に優占的に分布する微生物菌群集と海域・季節特性を反映した固有の微生物菌群集の双方が混じり合っており構成されていると推定された。石油を人為的に添加した模擬石油汚染実験下では、前者の微生物菌群集が激減するとともに、後者も大きく変化し、海域や季節によらずある特定のプロテオバクテリアが優占することを見出した。この中には、既知の石油分解菌の他、新規な系統群も数多く見出された。しかし、分離可能な微生物は全体の一部でしかなく、その出現傾向に特定の地域差や季節差を見出すことは困難であった。次年度に向け、石油分解の非破壊モニタリング手法や簡便で迅速な多検体処理実験系の検討を進めた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 微生物、遺伝子、多様性、モニタリング、海洋、石油

【研究題目】 生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関する研究

【研究代表者】 相羽 誠一（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 相羽 誠一、平栗 洋一

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

生分解性マルチフィルムなどの生分解性資材の使用量拡大が予測される。長期間、局所的に投入した場合、分解菌の増大が土壌微生物の種類と割合のバランスを崩し、生態系への負の影響が懸念される。そこで、本課題では安全で安定的な自然環境を維持しつつ、循環型社会の中で生分解性資材を効率的に活用していくことを目的に、生分解性資材を投入した土壌の健全性を維持するための指針の確立を目標とする。

土壌の生分解性プラスチック分解能を高感度に評価するため、プラスチック分解能の誘導が期待できる基質として昨年の酪酸メチルと DL-ヒドロキシ酪酸について追試を行った。これらを添加した培養基に土壌を加えて30℃で7日間培養し、その培養濾過液の生分解性プラスチック分解能を評価した。生分解性プラスチックの分解能の評価は培養濾過液中で生成する可溶性の有機物量を全有機体炭素計（TOC アナライザー）で求めることにより行った。しかし、同様に分解活性の増強効果は認められなかった。また、新たに乳酸メチと乳酸エチルを検討したが、いずれの基質を使用した場合も培養濾過液にはポリカプロラクトンなどに対する分解活性は認められなかった。また、土壌中における生分解性プラスチックの分解過程を解明するため、畑地やプランターでマルチフィルムを土壌中に埋め込み、3ヶ月後取り出したフィルムを走査型電子顕微鏡（SEM）で観察すると、フィルム表面に多くの窪みや穴が確認できた。それらは素材によって程度が異なっていた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生分解性プラスチック、分解菌、土壌微生物、マルチフィルム

【研究題目】 海洋ゴミ対策の確立に向けた情報支援システムの構築に関する研究

【研究代表者】 橋本 英資（地質情報研究部門）

【研究担当者】 橋本 英資、谷本 照己  
（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

瀬戸内海における海洋ごみの分布状況・漂流経路・漂着場所の解明および発生地域の推定は、海洋ごみ対策の政策提案を行うためには重要である。このため海洋ごみの漂流・漂着モデル実験により、海洋ごみの漂流経路と漂着場所を明らかにする。

昨年度まで実施してきた東部・西部瀬戸内海に続いて、今年度は中央部瀬戸内海を対象とした3次元粒子追跡数値モデルと瀬戸内海大型水理模型による浮標追跡実験を行った。浮遊ごみに見立てた浮標を一級河川である高梁川と芦田川の河口より放出し、30日間その移動を追跡し分布状況を明らかにした。また実験結果の検証のため、現地調査として GPS を搭載した漂流ブイの追跡実験を



芦田川河口域で実施した。その結果、各河川から流出した浮遊ごみの漂流経路と漂着場所および各湾内で浮遊ごみ量が最も卓越する河川名を明らかにした。

【分野名】地質

【キーワード】瀬戸内海、海洋ごみ、漂流経路、粒子追跡数値モデル

【研究題目】有害元素等の全国規模の分布と移動・拡散挙動の解明と環境汚染評価システムの開発に関する研究

【研究代表者】今井 登（地質情報研究部門）

【研究担当者】今井 登、岡井 貴司、御子柴 真澄、太田 充恒、久保田 蘭、立花 好子、寺島 滋、（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

本研究では、日本全国の土壌、河川堆積物、沿岸域海底堆積物中の有害元素等の広域分布特性を把握し、存在形態別分析等により自然バックグラウンドと人為汚染を判別して全国規模のデータベースを構築する。本年度は主に北海道および九州から表層土壌試料を採取した。得られた土壌試料は広げて自然乾燥し、めう粉砕機で約100メッシュ以下に粉砕し分析試料として使用した。採取した土壌は ICP 発光分析法で主成分元素の分析を ICP 質量分析法で微量成分元素の分析を行った。試料処理は、0.2 g の試料をテフロンビーカーにはかりとり、硝酸、過塩素酸、フッ化水素酸を加えて200℃以下で加熱して分解する。蒸発乾固後、硝酸を加えて溶解し、水を加えて100 ml に定容した。また、本研究では0.1 N 塩酸浸出法による可溶性元素の抽出法を用いた。溶出率は元素と試料によって大きく異なり、ほとんどの元素の溶出率は10%以下であったが、特に数十%以上の高い溶出率を持つ元素は Ce、Cu、La、Mo、P、Pb、Zn であり、これらの元素は溶出しやすいことが分かった。

土壌試料の分析で得られた元素濃度のメッシュデータを元に地理情報システムを用いて地球化学図を表示するシステムを作成した。土壌地球化学図は3種類の濃度分布図としてメッシュマップ、メッシュ補間マップ、コンターマップを作成し、表示範囲は全国と九州、四国、中国、近畿、北陸、東海、関東、東北、北海道の各地域とした。領域選択のボタンを押すと一次メッシュ（1/20万図画）、地方、全国の領域が選択できる。図面操作では地球化学図の作成、解析では距離計測、断面図作成等を行うことができる。編集では表示しているシンボルの割り当て色の変更を行うことができ、出力では印刷とファイル保存をすることができる。また、上記の地球化学図は2次元の平面図であるが、この他に3次元のメッシュマップ、メッシュ補間マップ、コンターマップを作成することができる。これは元素濃度データを高さ方向に表した図で、濃度の高いデータ（赤）は高く、濃度の低いデータ（青）は低く表されている。ピークは濃度のデータ

に比例して高くなっている。2次元の場合と同様に図面操作、図面作成・追加、編集、出力を行うことができる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】地球化学図、有害元素、バックグラウンド、環境汚染、元素分布

【研究題目】メガデルタ沿岸環境保全のための観測診断技術と管理手法の開発

【研究代表者】齋藤 文紀（地質情報研究部門）

【研究担当者】齋藤 文紀、村上 文敏、七山 太、田村 亨、西村 清和、田中 明子、金井 豊（地圏資源環境研究部門）、上原 克人（九州大学）（常勤職員7名、他1名）

【研究内容】

アジアに数多く分布するメガデルタ（大規模デルタ）の沿岸環境保全のために、河川データと、沿岸陸域調査、沿岸海域調査、衛星データ解析を統合して、観測診断技術と管理手法を開発することを目的としている。5ヶ年計画で、1-2年目が中国の黄河を主体に、3-5年目はベトナムとタイのメガデルタを対象に研究を行っている。平成20年度は研究初年度に当たり、黄河デルタを対象に、河川データの取得、沿岸海域の音波探査データの取得、海域における波浪のシミュレーションのための基礎データの取得、衛星画像の取得を行い、21年度の統合解析に向けて準備を行った。また海域の測深データと河川データとの統合解析を行った結果、おおよそ1998年以前と以降で、デルタの沿岸海域に堆積している土砂量がプラスからマイナスに移行しており、土砂収支がマイナスに転じていることが明らかとなった。これは運搬土砂量の減少に対応していると考えられ、海岸線保全のための閾値の検討が重要である事が示された。また浅海域における高分解能の音波探査を実施するために浅海用のチャープソナーを導入し、アジアのデルタ調査のための機器のテストを実施した。

【分野名】地質

【キーワード】黄河、長江、デルタ、環境変動、沿岸侵食

【研究題目】瀬戸内海における超長期的生態系・景観モニタリング手法に関する研究

【研究代表者】湯浅 一郎（地質情報研究部門）

【研究担当者】湯浅 一郎（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

瀬戸内海における生態系を超長期的な視点で把握するため、継続性と経済性を考慮した新たなモニタリングシステムの理念と手法の構築を目的として実施する。特に沿岸海域において長期的に実施可能な海域生物モニタリング手法を確立するため、日々、瀬戸内海を生活の場としている市民が主体的に関与している現状と可能性を把握するとともに、市民が関与できるモニタリング手法の

確立を目的として博物館・水族館、海運業者、NGO を対象としたアンケートを実施し、さらに回答者の中から、主要な団体を取りだし、直接訪問して聞き取り調査を行った。海運業者、水族館などの情報網を活用し、瀬戸内海全域におけるスナメリクジラの分布状況を把握できる可能性が見えてきた。フェリー会社数社に依頼し、目撃情報の記録を取る試行も行った。また過去の既存データを入手でき、環境の変遷が把握可能なことなどに留意しつつ、呉周辺の海岸生物調査を継続した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】瀬戸内海、沿岸生態系、超長期的モニタリング、漁業者、海運業者

【研究題目】高残留性人工フッ素化合物の環境動態メカニズムの解明と安全性評価に関する研究

【研究代表者】山下 信義（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】山下 信義、谷保 佐知、堀井 勇一（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

PFOS や PFOA は発生源から遠く離れた魚類や海洋ホ乳類から検出されているが、多数の製造および使用されているパーフルオロアルキルスルホン酸アミド、アルコール類（Perfluoroalkyl sulfonamidoalcohols）やフルオロテロマーアルコール（FTOHs、 $C_xF_{2x+1}CH_2CH_2OH$ ）などの前駆体が環境中や生物中で PFOS や PFOA 等に変換するため、PFCs の環境動態は複雑で、未だ解明されていない。PFCs の環境動態を把握するためには、短鎖から長鎖の PFCAs やフルオロテロマー等の前駆体に適用可能な抽出・測定方法が必要である。水試料および生物試料中の短鎖及び長鎖の PFCAs、PFASs、FTOHs および各種前駆体に適用可能な高精度高感度な抽出および LC-MS/MS を用いた測定方法を確立し、環境試料を用いて検証した。また水試料中テロマーアルコールなど揮発性の PFOS 関連物質の高感度分析法も開発し実試料を用いて検討した。昨年度に引き続き、数種の超高感度 PFCs 分析方法を開発し、現時点で C2-C18 のパーフルオロカルボン酸（PFCA）を一度に分析できる分析技術を開発した。この技術では、従来の C18 を基本とした固定相ではなく、イオン交換カラムを用いることで、従来は分析が不可能であった C2 および C3 の低分子成分を高感度で分析することが可能になった。本技術の特徴は C18 固定相の保持が弱い成分はイオン交換カラムでは逆に保持が強いことを利用し、短鎖から長鎖へ溶出する C18 とは全く逆の溶出パターンを作成し、短鎖の成分の確実な保持と高度分離を達成した。この分析法を用いることで従来は PFOS と PFOA しか議論されてこなかった環境残留・挙動解明についてより包括的な現状把握、発生源推定が可能になった。また、地球規模での PFCs 動態を把握するために昨年に引き

続き西部太平洋、インド洋東部、南極循環流における PFCs 外洋汚染状況調査を行った。また、現在まで、日本・中国・韓国・スリランカ・米国・ポーランド・ドイツ等、世界各国より採集した多様なマトリックス（河川水・沿岸水・外洋水・沿岸底質・魚介類・食品・人及び家畜）について検証実験を行い、2報を国際誌へ成果公表した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】PFOS、外洋汚染、地球規模モニタリング、長距離輸送

【研究題目】環境中での嫌気性アンモニア酸化活性の測定と廃水および自然浄化の最適条件の研究

【研究代表者】高橋 信行（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】高橋 信行、諏訪 裕一、山岸 昂夫、木村 由美子（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

ANAMMOX 活性の高感度測定法の開発では、基質親和性定数（ $K_s$  値）の測定を可能とする、極めて低濃度の基質での活性を迅速に測定するための手順と機器の調整しプロトコルを確立した。本研究で確立した安定同位体  $^{15}N$  で標識した  $NH_4$  または  $NO_2$  をトレーサーとする嫌気性アンモニア酸化（ANAMMOX）活性の迅速・簡便な測定技術の感度と精度をさらにひと桁以上向上した。淡水湖沼堆積物の ANAMMOX 活性の再構築では、淡水湖沼（北浦）底泥の ANAMMOX 活性分布調査で、底泥の直上水に  $NO_3^-$ （ $NO_2^-$  の潜在的な供給源）が含まれる地点に限って ANAMMOX 活性が検出されたことから、 $NO_3^-$  の供給が淡水湖沼底泥の ANAMMOX 活性を増強させるかどうかを検討した。ANAMMOX 活性が検出されなかった地点から採取した底泥試料をメスリンダーに充填し、 $NO_3^-$  を添加した湖水を重層し、暗所で約3か月インキュベートした結果、表層に脱窒活性を上回る著しく高い ANAMMOX 活性が集積され、 $NO_3^-$  の供給が ANAMMOX 活性を増強することを示した。興味深いことに、集積された ANAMMOX 微生物は、インキュベーション当初の優占菌ではなかった。ANAMMOX 活性に対する基質（亜硝酸）濃度の影響についての検討では、高い ANAMMOX 活性が観察された淡水湖沼底泥、およびアンモニウム・亜硝酸系合成基質で活性を約1000倍に集積培養したバイオマスを試料として、改良した活性測定プロトコルによって、基質（亜硝酸）濃度と ANAMMOX 活性との関係を定量的に解析し、Kinetic parameter 値（ $K_s$ ,  $V_{max}$ ,  $K_i$ ）を求めた。いずれの試料においても、活性は亜硝酸濃度の上昇に伴い増加した後ピークに達し、それ以上の亜硝酸濃度では活性は阻害されて減少した。最大速度を与える亜硝酸濃度は極めて低く、ANAMMOX が基質である亜硝酸の濃度に感受性を持つこと、いずれの試料でも認められたこ

とから、それが一般的な性格であることが示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】窒素汚染、アンモニア、硝酸、亜硝酸、嫌気性、アンモニア酸化

【研究題目】高い分子移動拡散性を有するマイクロメソ多孔体を利用した VOC 処理技術の開発に関する研究

【研究代表者】竹内 浩士（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】竹内 浩士、菊川 伸行、小菅 勝典、竹森 信、久保 史織、松沢 貞夫、根岸 信彰、小淵 存（新燃料自動車技術研究センター 以下同）、内澤 潤子、難波 哲哉（常勤職員10名）

【研究内容】

VOC を捕捉できるマイクロメソ構造を有するシリカ系多孔体の開発を行う。その大量合成法やマクロ形態制御技術を開発する。さらにこの多孔体の高吸脱着性能と分子移動・拡散性能を利用し、高濃度 (>1000 ppm) 処理に適した吸着回収技術、中濃度 (50~1000 ppm) 処理に適した触媒燃焼処理技術、低濃度 (<50 ppm) 処理に適した光触媒分解技術の開発を行う。

平成20年度は、粘土鉱石を成型助剤として直径 3 mm φ の円柱状成型体を作製し、混合圧縮に伴うペレット化によるマイクロメソ多孔体の細孔特性と構造特性への影響を明らかにした。成型吸着剤のトルエンに対する吸脱着能評価を循環式反応装置により評価すると共に、製作した2塔式 VOC 吸着回収システムによる動的吸脱着能試験を行い、成型吸着剤の VOC 回収に対する実用性を評価するための真空脱離操作パラメータを検討した。

新規多孔体を利用した触媒燃焼処理技術の開発については、マイクロメソ多孔体に Pt あるいは Cu/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-TiO<sub>2</sub> を担持した触媒を調製した。それぞれトルエン、N,N-ジメチルホルムアミド (DMF) の分解を高空間速度 SV (55000 h<sup>-1</sup>以上) で検討し、実排ガス処理に対応できる性能が得られることを確認した。

ペルオキシチタンゾルを用いて光触媒をマイクロメソ多孔体に固定化することにより、トルエンガスに対する強い吸着能及び十分な光触媒活性の両立を達成した。ポリマー表面へのコーティング方法として、樹脂バインダーと溶剤を用いる方法の改良を試みた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロメソ多孔体、機能性ナノ材料、揮発性有機化合物、VOC、吸着、触媒燃焼、光触媒、繊維状シリカ、トルエン

【研究題目】生分解性資材の持続的投入を受ける土壌環境の健全性維持管理に関する研究

【研究代表者】相羽 誠一（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】相羽 誠一（生物機能工学研究部門）、中山 敦好、山野 尚子、伊田 小百合、大嶋 真紀（環境化学技術研究部門）（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

生分解性プラスチックは、微生物により分解され土壌に還元されるという点で社会に受け入れられ、使用量が年々増加している。その一方で、それらの分解過程において、土壌微生物への影響が指摘されている。とくに、農地においては、生分解性マルチなどを継続的に使用するため、長期間、局所的に投入した場合、分解菌の増大が土壌微生物叢のバランスを崩し、それが原因でヒトを含めた生態系へ負の影響を及ぼすことが懸念される。そこで、生分解性資材を使用した環境下での土壌微生物叢の経時変化、強力な生分解菌などの追跡を長期間に渡って行い、生分解性資材が土壌微生物組成の安定性に及ぼす環境負荷について明らかにする。

マルチ表面での土壌微生物叢の解析のため、管理された実環境としてプランターでのマルチの鋤き込みを行い、その微生物分析を行い、農地環境との比較検討を行った。生分解性マルチは PBSA 系の黒マルチを用い、小片に裁断後、農地土壌の入ったプランターに鋤き込んで試験を行った。10週間での埋設で重量残存率は約60%であった。マルチ表面の分解菌の一般細菌に対する相対値は30%近くと、バルク土壌での数%に比べてかなり分解菌数が多いことがわかった。また、土壌の樹脂分解活性もマルチ表面から採取した土壌の方がバルク土壌より高いという結果を得た。このバルク土壌及びマルチ表面の DGGE 分析を行ったところ、バルク土壌では10週目までの間、DGGE バンドの顕著な変化は認められなかったのに対し、マルチ表面では鋤き込み1週間目からバルク土壌には認められない強いバンドが複数出現した。これらのうちいくつかのバンドは時間の経過とともに消滅したが、別の一群のバンドは時間の経過とともに強くなった。これらのバンドを同定したところ、途中で出現し消えていくバンドは δ-プロテオバクテリアに多く、これらは分解菌ライブラリに見当たらず、分解菌でなく一般細菌の可能性が高い。一方で、長期間消えずに残るバンドは分解菌が数多く単離されている近縁種に多く、大半が分解菌ではないかと考えている。こうしたことから、マルチ表面に集積する菌は単なる物理的な吸着によるものも多数存在するが、マルチを好んで表面に存在する分解菌も数多く存在し、これがマルチ表面における分解菌数の存在割合が30%近くになった原因であることが推定される。

プランター試験結果からマルチ表面での分解菌の局所的な集積が確認されたが、この変化が土壌全体の土壌微生物叢にまで拡散し波及するののかについて検討した。その結果、短期的にはマルチ表面での微生物叢の変化はバルク土壌に波及しないことがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 生分解性プラスチック、分解菌、土壤微生物組成、マルチフィルム

〔研究題目〕 臭素系難燃剤の簡易迅速分析法の開発と放散過程の解析

〔研究代表者〕 佐藤 浩昭（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 佐藤 浩昭、田尾 博明、中里 哲也、加茂 徹、清水 美江  
（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

近年、臭素系難燃剤の一種であるポリプロモジフェニルエーテル（PBDE）の人体中濃度は着実に増加しており、暴露経路の解明と低減対策が喫緊の課題となっている。また、EUで2006年から施行されたRoHS指令に対応するために、PBDEの簡易スクリーニング法の開発が必須である。本研究では、PBDEの前処理及び分析に関する要素技術を確認し、各要素技術を融合してPBDEの簡易迅速分析法を開発する。各プラスチック中に含まれている難燃剤量や各使用環境下での放散量等の基礎的な物性データを体系的に取得し、PBDEによる人体への臭素系難燃剤の暴露量を推定するためのデータベースを構築する。

本年度は、高速分解抽出法の開発では、エポキシ樹脂の主鎖に結合している難燃剤を分解抽出するため、初めにTBBAポリマーをモデル化合物として実験を行って条件を最適化し、さらに実際のエポキシ樹脂板から約40%のTBBAを回収した。ソフトイオン化質量分析法の開発では、プラスチック中に含まれる臭素系難燃剤を液体クロマトグラフィーで分離し、オンラインでイオン化基板に塗布することによって、臭素系難燃剤を迅速簡便に検出する手法を開発した。GC/ICP-MSの開発および臭素系難燃剤放散過程の解析では、昨年度開発した、ヘッドスペース多検体オートサンプラーをGC/ICP-MSシステムにより、臭素系難燃剤の揮発性、熱分解性、光分解性を測定する方法を開発した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 臭素系難燃剤、ポリプロモジフェニルエーテル、簡易迅速分析、高速分解抽出、誘導結合プラズマ質量分析、ソフトイオン化質量分析

〔研究題目〕 有害試薬フリー・オンサイト水質モニタリング装置の開発

〔研究代表者〕 長縄 竜一（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 長縄 竜一、中里 哲也、鳥村 政基、田尾 博明、加戸 ゆき子  
（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

現場で簡便に水質を監視するため、光反応前処理法と

水銀フリー電気化学検出法をマイクロ流体システム化することにより、エネルギー消費量が少なく且つ有害試薬を使用しない、重金属等有害物質の連続監視装置を開発する。このため、独自に開発した高効率光反応装置を用い、有害試薬を必要としない前処理技術を開発するとともに、水銀の代わりに高機能炭素材料を用いる高感度電気化学センサの開発を目指す。また、マイクロ流体デバイス技術によるダウンサイジングを行い、緩衝液等無害な試薬に関してもその使用量や必要エネルギー量の大幅な削減を実現し、オンサイト・メンテナンスフリーの低エネルギー消費・自立型連続監視装置を構築することを目的とする。

本研究ではヒ素の検出に重点を置き、20年度は電極反応を妨害する環境水等中の有機物等の共存物質を分解するための連続前処理法に関して、検出妨害となる溶存有機物の分解を無試薬・短時間条件で行える光反応前処理法を、実際の環境水条件で適用できるように光反応条件の検討を行った。その結果、高濃度共存物質が存在する海水試料条件で溶存有機物を30分以内で分解できる光反応条件を見いだした。水銀フリー電気化学検出法については、高感度かつ連続測定が可能な電気化学測定法であるアノードックストリップングボルタンメトリーと、カーボンあるいは白金を主体とする小型電極により、高い再現性で極低濃度のヒ素（10 ppb以下）の検出を達成した。また、本法ではAs(III)とAs(V)の識別が可能であるため、ヒ素の簡便な化学形態別分析が可能である。また、マイクロ流体技術によるダウンサイジングに関して、赤外線によるガラス製マイクロチップ接合法を改良し、高融点ガラスである石英についても接合精度及び効率の向上を実現することにより、参照電極を含む電極システムのマイクロ化を行った。また、これらの結果を踏まえ分析機器メーカーや外部研究機関等の情報交換を行い、システムのマイクロ化に必要な要件を明らかにした。

ヒ素はわが国公共用水域での超過率が高いだけでなく、ベトナムやインドなど国際的にも汚染が深刻な問題となっており、これらの地域における地下水の常時監視技術としても発展が期待できる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ヒ素、連続監視、水銀フリー、電気化学検出、マイクロ流体

〔研究題目〕 1価銅イオンを利用した銅リサイクルプロセスの実用化へ向けた研究

〔研究代表者〕 大石 哲雄（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 田中 幹也、小山 和也、成田 弘一、大石 哲雄、矢口 未季、市村 聡子、匂坂 正幸（安全科学研究部門 以下同）、田原 聖隆、布施 正暁、尾上 俊雄（常勤職員7名、他3名）

### 【研究内容】

我々は新規な銅リサイクルプロセスの開発に取り組んでいる。これは、(a) 2価銅イオンを酸化剤として廃棄物中の銅を1価銅イオンとして酸化溶解する浸出工程、(b) 溶液中の不純物を溶媒抽出法により除去する浄液工程、(c) 電解により銅を回収するとともに2価銅イオンを再生する電解採取工程からなる湿式プロセスであり、消費電力が低く、高純度の銅回収が見込めるなどの特徴があり、廃棄物からの効率的な銅回収方法として期待できる。本研究テーマでは、実廃棄物を用いた連続試験やライフサイクルアセスメント (LCA)、経済性評価等、本プロセスの実用化へ向けた研究を行っている。

平成20年度においては、連続運転に適した実験装置を試作するとともに、その試作装置と実廃棄物を用いた連続試験を行い、溶液内への亜鉛や鉛等不純物の蓄積、得られる銅析出物の純度の変化、電解液中の銅イオン濃度の変化等について把握した。また、LCA において比較対象となる銅の乾式製錬に関して、ライフサイクルインベントリデータ (銅鉱山開発、採掘、輸送から製錬に投入される資源・エネルギーデータ) を諸統計、ヒアリング調査により収集した。そのデータを基に、二酸化炭素排出のライフサイクル分析を行うとともに、評価に必要な環境項目について明らかにし、その評価実施に必要なデータ収集の可能性を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リサイクル、銅、省エネルギー、電解、ライフサイクルアセスメント

【研究題目】大気汚染モデル高精度化のための沈着過程組込みに必要な物理化学定数の測定に関する研究

【研究代表者】忽那 周三 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】忽那 周三、小池 和英、瀬戸口 修、堀 久男、村山 美沙子 (常勤職員4名、他1名)

### 【研究内容】

沈着過程は光化学大気汚染等において未解明な点が多く残されている。本研究では、沈着の評価が必要な大気成分、特に実測データが不足している大気中光化学二次生成物について、蒸気圧やヘンリー定数等の物理化学定数や沈着表面抵抗等を測定する方法を開発して実測データを提供することにより、都市大気汚染モデルの高精度化に資することを目的とする。

本年度は、詳細な化学反応過程 (MCM ver. 3.1) を組込んだモデルを用いて、沈着過程が光化学オゾン生成等に与える影響を検討した。また、3種類の測定装置 (①ガスクロ試料精製分取装置、②蒸気圧測定装置、③乾性沈着表面抵抗測定装置) を試作し、その性能評価を行った。装置①は、大気中二次生成物などの室内実験用高純度試料の調製に使用し、ガスクロマトグラフ部、流

路切替六方コック部及び試料捕集部から構成される。ガスクロマトグラフ部にはステンレス製パッドカラムを用いて下流側をおよそ50:1の割合で切替コック側と検出器 (FID) 側に分岐することにより、分取する試料成分の保持時間をモニターしながら分取を行う構造とした。長鎖アルデヒド類のうち大気濃度が高いノナールを用いて性能評価を行い、酸化反応を抑制しながら分取できることを確認した。装置②は、高純度試料の蒸気圧測定に使用し、VCR 接続 SUS316配管と絶対圧圧力計 (パラトロン690 A、測定圧力範囲 $10^{-10}$  Torr) 等を用いることにより、 $10^{-3}$  Torr 以下の蒸気圧を測定できる見通しを得た。装置③は、乾性沈着過程の表面抵抗の推定に用いられる、二酸化硫黄またはオゾンの表面抵抗に対する相対値 (スケーリング係数) の妥当性を調べるために試作し、完全混合型反応器、ガス導入系、及び差動排気質量分析計から構成される。装置③による測定は、パルス法等の測定と比較して、試料の形状等の制約が少なく、またガス圧が大気圧で一定なため解析が容易である。腐植物質に対して数種類の VOC を用いて性能評価を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】光化学大気汚染、沈着、二次生成物、蒸気圧、ヘンリー定数

【研究題目】親生物気体の同時連続測定による生態系監視技術の開発

【研究代表者】村山 昌平 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】近藤 裕昭、村山 昌平、宇佐美 哲之、松枝 秀和 (気象研究所 以下同)、澤 庸介 (常勤職員2名、他3名)

### 【研究内容】

本研究では、環境汚染や森林破壊等の人間活動により陸域生態系が受ける影響を監視するために、生態系内の大気・植生・土壌の間で循環する  $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{CH}_4$ 等の親生物気体の動態変化を指標とした評価手法の確立を目指して、(1)多種類の気体濃度を同時連続測定できる安価な分析計を開発し、(2)周辺機器部も含んだ測定システムを構築して、システム全体の性能試験を行い、(3)長期モニタリング観測への適用化を図る。遠隔地においても長期間自動で計測できるように装置開発を行い、飛騨高山等のモニタリングサイトにおいて既存装置との比較観測を実施して、生態系総合モニタリングシステムとしての有効性を調べる。

平成20年度は、多成分濃度連続測定装置の分析計部の設計を行い、 $\text{CO}_2$ 濃度分析部を試作した。多成分濃度連続装置の開発のために、複数の手法について検討を行ったが、最終的に多成分濃度の測定への適用性に優れた冷却型赤外発光ダイオードを用いた分散型赤外分光法を採用した。また、生態系における大気及び土壌中空気試料を採取する予備的調査を、飛騨高山の冷温帯落葉広葉樹

林長期生態系モニタリングサイト（高山サイト）で行って、各成分濃度変動範囲の情報を収集した。高山サイトにおける予備的調査より、CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>O の森林内外の大気中濃度および土壌空气中濃度の鉛直分布、およびその日変動、季節変動に関する情報を得ることができた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 多成分濃度連続測定装置、生態系監視技術、炭素・窒素循環

【研究 題目】 電子機器用ガラス廃棄時における有害元素の長期浸出評価

【研究代表者】 山下 勝（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 山下 勝、松本 佐智子、

WANNAGON Anucha

（常勤職員1名、他2名）

【研究 内容】

家電リサイクル法の施行によって廃棄ブラウン管のリサイクルが行われているが、平面ディスプレイへの置き換えに伴いブラウン管の需要が大きく減少している。さらに地上デジタル放送の開始によって大量のブラウン管が排出される見込みであり、代替処理方法が必要になってきている。この方法の一つとして、金属ストックを前提とした埋立処分の可能性があるが、ブラウン管には鉛等の有害元素が含まれているため、埋立地からの有害元素の溶出における健全性を評価する必要がある。産業廃棄物からの溶出試験としては「環境省告示13号溶出試験」等があるが、長期にわたっての溶出量の変化を把握するためには溶出メカニズムを検討する必要がある。

本研究では、酸性・中性・アルカリ性条件下で加速試験を行い、溶出量の時間変化、溶出イオン量、表面状態変化などを調べた。その結果から、ブラウン管ガラスと水との反応がどのようなモデルで示されるかを明らかにし、長期の溶出挙動の推定に資することを目的とした。

本年度はブラウン管のファンネル用ガラスを対象とした。表面を研磨したブロック状のガラスをテフロン容器内で蒸留水、pH3の希塩酸、又は pH11の水酸化ナトリウム溶液に浸せきして90℃で所定時間処理した。これは放射性廃棄物ガラス耐水性試験 MCC-1に準拠したものである。浸せき後のガラスの重量減少測定と ICP 発光分析による溶出イオン量の測定を行い、SEM 等によるガラス表面観察の結果と合わせて、水との反応による表面変質メカニズムを調べた。酸性条件下では鉛溶出量は多く、重量減少量及び溶出イオン量は処理時間の平方根に比例し、拡散モデルで示される挙動を示した。一方アルカリ性条件下では鉛溶出量は少なめであり、短時間で多めの重量減少量を示した後は処理時間の増加による溶出は少なくなった。表面観察の結果、ガラス表面に付着物がみられ、不溶性イオンによるガラス表面の保護層の形成が示唆された。中性条件では溶出量が少なめであること以外はアルカリ性条件下の結果に近かった。これら

の結果から、各条件下での鉛の最大溶出量の見積もりが可能となった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 電子機器用ガラス、廃棄物、埋立処分、鉛、溶出

【研究 題目】 アジア陸域炭素循環観測のための長期生態系モニタリングとデータのネットワーク化促進に関する研究

【研究代表者】 村山 昌平（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 近藤 裕昭、村山 昌平、前田 高尚、谷田部 裕美、宇佐美 哲之、蒲生 稔三枝 信子（国立環境研究所）

（常勤職員3名、他4名）

【研究 内容】

本研究では、これまでに各研究機関で運営されてきたタワーフラックス観測サイトを長期生態系モニタリングサイトとして整備・運営する。観測手法の標準化を図ることによって、観測サイト群総体としての効率化・合理化を図るとともに、アジア地域の多様な立地条件に適用可能な標準観測手法を構築・提示する。また、CO<sub>2</sub>フラックスに関して、移動が容易な基準観測システムを開発して比較観測を実施し、モニタリングサイト群としての精度確保を図る。アジアの地域基幹サイトにおいて比較観測を行い、データ共有化、アジア地域からのデータ提供を促す。産総研では、これらのうち、国内山岳遠隔サイトおよび海外森林サイトの観測を継続し、長期連続観測手法の標準化およびデータの共有化を目指す。

平成20年度は、産総研飛騨高山サイトにおいて、タワー観測を継続して実施した。2008年6月前半は比較的晴天が続いたこと、梅雨明けの時期が早く7月中旬～8月前半は晴天であったことにより、これらの期間、活発な光合成活動による正味の CO<sub>2</sub>吸収が観測された。その結果、年間の正味 CO<sub>2</sub>吸収量は2007年を上回った。タイの熱帯林サイトにおいては、現地研究機関と協力して、長期観測維持のために測器の整備を行って観測を継続した。長期観測研究の維持のために、現地機関や関連研究機関と今後の情報交換、連携についての協議を行った。また、タイで開催された国際ワークショップを通して、地上観測、衛星観測、シミュレーションモデルなどの関連研究の連携の可能性について議論を行った。当研究課題の共同研究機関と協力して、フラックス観測及び関連する気象観測に関するマニュアルの作成を進めた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 炭素循環、森林生態系、フラックス観測、長期生態系モニタリング、ネットワーク

【研究 題目】 吸着濃縮機能を持つ光分解法による極微量な残留性有機汚染物質（POPs）の高効率無害化処理技術に関する研究

【研究代表者】王 正明（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】王 正明、彭 文琴、劉 勇軍、  
相澤 麻実（常勤職員1名、他4名）

#### 【研究内容】

本研究は、極低濃度領域に於いて、代表的な吸着剤・光触媒等の、典型的な残留性有機汚染物質（POPs）に対する吸着濃縮挙動及び光分解挙動を解明する上で、独自のナノプロセッシング技術を駆使して、吸着濃縮効果及び光分解能を併せ持つ新型の多孔質炭素/TiO<sub>2</sub>ナノコンポジットを開発し、省エネ的で極低濃度においても顕著な効果を有する無害化技術を提供することを目的とする。この研究によって環境基準設定のための基盤知見を提供すると共に、限定水域や特殊な超高度処理に応用することを目指す。

平成20年度において引続きチタニアナノチューブ二次元沈着炭素ナノシート複合体の合成条件を検討し、低温窒素吸着等温線、赤外/ラマン分光法、走査型/透過型電子顕微鏡などの手法から合成の各過程のサンプルの細孔性、炭素及びチタニアの構造/モルフォロジの変化を詳細に調べ、複合体の形成メカニズムを解明した。その結果、複合体のポア構造より、絨緞のような下地の炭素のナノシートの吸着親和作用と炭素ナノシートの上にあるアナターゼナノロッド結晶の優れた光触媒活性の協同作用の方が、有機汚染物質の除去無害化を大きく促進させたことを明らかにした。また、実用的な観点から炭素による光吸収率を抑える試みとして、交互積層法を適用し、複合体の透明薄層化ができることや、有機チタン前駆体を超臨界条件下でグラファイト酸化物の層間に均一に導入し、得られた複合体が高い吸着性能と光触媒活性を持つことも分かった。これらの結果に基づき、将来の応用を見据えて、実験室レベルでの循環流通式カラムシステムを検討し構築することができた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】吸着剤、光触媒、残留性有機汚染物質、炭素

#### ・地球環境研究総合推進費

【研究題目】衣服の影響に関する研究

【研究代表者】都築 和代（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】都築 和代、森 郁恵、佐古井 智紀、  
水野 統太（常勤職員2名、他2名）

#### 【研究内容】

本研究は、生産性・経済性、衣服の影響、パーソナル空調・省エネルギー、温熱・空気環境実測調査のサブテーマで構成されており、省エネルギー性に優れオフィス空間として最適な室内環境について調査することを目的とする。当所の目的は、COOL BIZ など衣服の温熱環境制御性能について詳細に調査する。初年度はサーマルマネキンを使用し、夏服49の単品衣服、97の組合せ衣服について、全9部位について衣服の有効熱抵抗 R<sub>cl</sub> デ

ータベースを作成した。次年度は立位のサーマルマネキンを風洞に設置し、着衣の部位有効熱抵抗が気流に応じてどのように変化するかを明らかにした。本年度は、発汗サーマルマネキンにより男性用アンサンブル着衣（トランクス、ランニング、半袖シャツ、スーツズボン、靴下、スーツ上着、ネクタイ）の透湿性を計測し、有効乾性熱抵抗値と有効湿性熱抵抗値の関係を比較したところ、有意な相関関係が認められた。中でも腹、大腿、背中、臀部で乾性熱抵抗値は湿性熱抵抗値とともに他の部位に比べて高くなった。衣服の重なりによる影響と考えられる。人体の発汗特性を調べるために、気温28℃、34℃、37℃の環境において人体の部位における蒸発量をエバポリにより測定したところ、前額、背中、大腿、足背で他の部位よりも多くなった。部位の汗腺密度と蒸発量との関係を調べると有意な相関関係が認められた。靴や靴下に足からの水分蒸発量を妨げない透湿性・通気性の良い断熱性の低い素材を選ぶとともに、衣服についても室温緩和による人体への熱負荷を軽減するような衣服の着方や素材などの選択が必要であることを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】衣服、クールビズ、着衣量

【研究題目】複合微生物解析による環境質評価のための迅速・網羅的微生物検出・定量技術の開発

【研究代表者】関口 勇地（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】関口 勇地、野田 尚宏、大橋 明子  
（常勤職員2名、他1名）

#### 【研究内容】

近年、遺伝子組換え微生物あるいは外来微生物を利用したバイオレメディエーションにおいて、特定の微生物群とそれを取り巻く複合微生物生態系を定量的に解析する必要性が生まれている。本研究では、複合微生物生態系を培養法に依存することなく、迅速、簡便かつ網羅的に定性・定量を行うための基盤技術整備を行い、その技術を環境質評価（遺伝子組み換え微生物導入後の環境試料、汚染水など）に活用することを目指す。具体的には、(1)迅速・網羅的微生物検出のための基盤技術の開発、(2)環境質評価のための微生物種検出 DNA プローブの設計・評価と検出技術の環境への適用の、二つのサブテーマを実施する。(1)においては、迅速かつ網羅的な特定微生物・複合微生物群の検出、定量技術を開発するための基盤技術を開発し、その実施可能性を検討する。(2)においては、バイオレメディエーションや環境質評価に利用可能な微生物検出プローブを整備し、様々な微生物分類群を検出するための基盤を整備すると共に、その検出と定量のための標準 rRNA ライブラリを整備する。また、(1)および(2)で整備した技術を実際の環境質評価に利用し、その有効性を確認する。平成20年度は、昨年度に引き続き微生物検出プローブと標準

rRNA ライブラリの整備を進め、70種の微生物種検出プローブ、170種の rRNA ライブラリを整備した。また、RNA の配列特異的3'蛍光ラベル化技術を確立した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 環境質評価、複合微生物、遺伝子定量技術、微生物定量技術

【研究 題目】 2050年 IT 社会における IT システムの環境負荷低減に関する研究

【研究代表者】 松本 光崇  
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 松本 光崇、増井 慶次郎、近藤 伸亮、高橋 由香里、李 賢映  
(常勤職員3名、他2名)

【研究 内容】

環境省「脱温暖化2050プロジェクト」のサブテーマである本研究では、IT 化進展にともない、IT 機器の製造・使用等に起因した直接的な環境負荷、および IT 化進展によるシステムの高度化等で間接的に削減される環境負荷について、その影響評価を行うことを目的としている。

平成20年度は、IT 化の進展が今日の世界の経済構造や産業構造に及ぼしている影響の内容について検討を行った。IT 化の進展は海外アウトソーシングや製造業務のオフショア化を促し、これらの動きは国際的な分業を促進し、今後は製造業だけでなく一部のサービス産業についても国際分業をもたらす。こうした国際分業の深化がエネルギー需要に及ぼす影響を分析するために、昨年度実施した国際産業関連表とマクロ経済指標を用いた分析に加えて、今年度は過去35年の世界、特に OECD 諸国の産業部門を対象にして、エネルギー消費量の推移を分析した。OECD 国の産業部門のエネルギー消費量は、1970年以降減少か横ばいの傾向にある。2006年の消費量は1971年比で1%減、ピークの1973年比では9%減である。この間実質 GDP は3倍近くに増加した。こうした傾向より今後 IT 化が国際分業を深化させ、先進国から途上国への生産の移転があって CO<sub>2</sub>排出の地理分布が変化するとしても、そのことによって CO<sub>2</sub>排出が増加するという可能性は低く、むしろ減少する可能性が高いことを、昨年度の検討と、関連する分析とともにまとめ学術論文とした。

以上の分析結果をもとに、2050年のサービス産業の形態や規模の可能性を検討した。また、プロジェクト全体で作成した「低炭素社会に向けた12の方策」の報告書において、低炭素社会ナビゲーションシステムによる「見える化」の効果と普及策を記述した。システムの開発と普及の時間チャートと、普及に伴う CO<sub>2</sub>削減効果、普及促進のための技術・制度的課題を議論し記述した。施策パッケージの内容については、本事業で連携している東京大学・先端科学技術研究センターや国立環境研究所・地球環境センター等と共に検討を行った。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 IT、国際分業、環境意識、LCS システム、施策パッケージ

【研究 題目】 空撮による漂着ゴミの収束域調査

【研究代表者】 馬込 伸哉 (地質情報研究部門)

【研究担当者】 馬込 伸哉、佐々木 晶子、高橋 暁、谷本 照己、山崎 宗広、湯浅 一郎  
(常勤職員4名、他2名)

【研究 内容】

海ゴミ予報の精度検証、漂流・漂着メカニズムの検証、そして漂流ゴミの洋上回収効率化のための洋上監視・定量化システムが提案される。洋上回収船への実用化に向け、バルーン空撮により漂流ゴミの定量化実験を行った。仮想漂流ゴミとして6色の GPS ブイを洋上に浮かべバルーン空撮した全74枚の画像を解析した。CIELUV 空間において MeanShift 法を用いた色-画素空間のクラスタリングを行い、画素座標と色座標の重心と分類画素数(大きさ)を持つ異常色塊を漂流ゴミ候補として抽出した。次に、全ての異常色塊の中から合計色差が最も小さい組み合わせにより、白色を除く5色の漂流ブイを判別した。これらの画素座標と GPS 信号を基準として、全74枚の画像全体の絶対位置を算出した。5個の GPS ブイの位置における誤差が GPS の機械誤差±3m 未満である画像は、全体の40%以上であった。また、各 GPS ブイの誤差の時間平均値(中央値)は5色全てのブイで±1m 未満であることが分かった。これらのことは、所定時間内に多数の撮影を行えば、GPS ブイ周辺の絶対位置が高精度で得られることを示す。つまり、所定時間内に消失しやすい白波等と、所定時間内に消失しにくい漂流ゴミの判別が、統計的に可能となる。また、離島の漁業者・海運業者へのアンケートにより漂流ゴミの被害等の実態を把握する。この10年間で海ゴミが増えたこと、流木や漁網による被害が特に深刻であること、漂流予報が求められているという回答を得た。また、夏季または大潮時に漂流ゴミをよく目撃するという回答が得られた。これらの結果は、今年度の海ゴミ予報の精度検証実験によって検証される。さらに、漂着ゴミについては、セスナ空撮により空間分布とその季節変動を調べ、WEB カメラ連続撮影により時間分解能の高い時間変動を調べている。特に奈留島大串海岸と福江島八朔海岸に設置された WEB カメラでは数日間の悪天候(北西の強風)後に漂着ゴミが急増する様子が捉えられている。これらの画像は今年度まで蓄積され、気象・海象・潮汐との関係や、漂流・漂着・再漂流のメカニズムとともに解析・考察される。

【分 野 名】 地質

【キーワード】 漂流ゴミ、洋上監視、Web カメラ、漂流ゴミ自動定量化手法、アンケート調査



**〔研究題目〕** アジア地域における緩和技術の統一的な評価手法の開発に関する研究

**〔研究代表者〕** 遠藤 栄一（エネルギー技術研究部門）

**〔研究担当者〕** 遠藤 栄一、村田 晃伸、李 哲松、時松 宏治（常勤職員2名、他2名）

**〔研究内容〕**

アジア地域におけるエネルギー供給技術によるクリーン開発メカニズム（CDM）を評価する方法の開発を進めている。

(1) 日本の CDM クレジット必要量の分析

日本 MARKAL モデルを用いた分析を実施し、対策費用別のエネルギー起源 CO<sub>2</sub>排出量や限界削減費用曲線を明らかにした。中期目標との差分から、森林吸収源による削減を除いたものが、共同実施、国際排出量取引を含む京都メカニズムによるものとなる。

(2) アジアにおける地域別・技術別 CDM クレジット供給可能量の評価

アジア GOAL モデルを用いて、中国における風力発電、砂漠太陽光発電を対象として、我が国に供給可能な地域別・技術別の CDM クレジット量を分析した。CDM を評価する際に基準となるベースラインでのグリッド排出係数は電力網ごとに評価する必要があるため、年負荷持続曲線を推定し、中国の主要6電力網の電源計画モデルを開発した。

(3) 中国における先進的火力発電技術による CDM のライフサイクル評価

中国・新疆ウイグル、山西、及び上海における風力発電、先進的火力発電（天然ガス複合発電、石炭ガス化複合発電、超々臨界圧石炭火力発電）による CDM に対して、エネルギーチェーン多層評価システムを用いてライフサイクルコスト及び CO<sub>2</sub>、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> のライフサイクル排出削減量を明らかにした。

(4) LIME（日本版被害算定型ライフサイクル影響評価手法）の拡張と費用便益分析

LIME を将来のアジアに適用するために、便益移転（一人当たり GDP の比率に基づいて、先進国での経済評価係数を発展途上国に援用する方法）の文献調査を進めた。中国・上海で在来型石炭火力発電を先進的火力発電で代替する CDM の費用便益分析を実施した。

**〔分野名〕** 環境・エネルギー

**〔キーワード〕** クリーン開発メカニズム、アジア、エネルギー供給技術、エネルギーシステム分析、ライフサイクル評価

**〔研究題目〕** 都市活動に伴う物質・エネルギーの地域の分布型環境フラックス解析システムの構築に関する研究

**〔研究代表者〕** 玄地 裕（安全科学研究部門）

**〔研究担当者〕** 玄地 裕、布施 正暁、李 一石（常勤職員2名、他1名）

**〔研究内容〕**

本研究では、持続可能な都市・地域システムの設計を支援する評価ツールの開発を目指している。具体的には、川崎市とその周辺一都三県を対象として、廃棄物リサイクルに関わる産業、行政、家計の間のモノのやり取り（マテリアルフロー）とその際に生じる CO<sub>2</sub>といった環境負荷量を予測するマテリアルフロー・環境影響解析モデルを構築する。さらにモデルを用いることで、川崎市内のリサイクル産業が新技術を導入した場合または周辺地域からの廃棄物を受け入れた場合に川崎市だけでなく周辺地域にも及ぼす環境影響を評価する。

以上の研究目標を達成するため、平成19年度にモデル構築に必要となる情報・データを収集し、平成20年度にモデルを開発し、最終の平成21年度にモデルを用いたケーススタディを行う計画である。

平成20年度では、モデル開発の一環として、都道府県単位の各自治体が公開する産業連関モデルの拡張を行なった。経済モデルである産業連関モデルは産業、行政、家計の間のマネーフローの評価には適しているが、廃棄物リサイクルのようなマテリアルフローの評価には限界がある。また廃棄物に関するマテリアルフローデータは十分に整備されておらず、そのデータの信頼性も低いのが現状である。そこで環境省に加えて鉄鋼業、建設業といった関連業界の複数の統計または調査値について優先順位を設けて有効利用することで、網羅性および信頼性を考慮した廃棄物に関わるマテリアルフローデータを推計した。さらに同データを活用することで、地域別のマネーフローおよびマテリアルフローを同時に扱うことのできるハイブリット型産業連関モデルの作成に成功した。

**〔分野名〕** 環境・エネルギー

**〔キーワード〕** 廃棄物リサイクル、マテリアルフロー、環境影響、産業連関モデル

**〔研究題目〕** 新技術・交通行動転換策の導入効果の評価と普及促進に関する研究

**〔研究代表者〕** 工藤 祐揮（安全科学研究部門）

**〔研究担当者〕** 工藤 祐揮、田原 聖隆、藤井 千陽、長澤 将大、石井 耕司、堂脇 清志（東京理科大学）（常勤職員2名、他4名）

**〔研究内容〕**

近年の CO<sub>2</sub>排出量の増加が著しい運輸部門では、移動体のエネルギー効率向上に伴う CO<sub>2</sub>削減が高齢化の進展や余暇交通などの生活の質の向上を求める交通需要の多様化・拡大などにより相殺され、今後とも CO<sub>2</sub>排出量が増加し続けることが予想されている。本研究では運輸部門の中で特に乗用車からの CO<sub>2</sub>排出量の大幅削減の可能性を、今後の自動車技術の開発の動向と交通需要予測を踏まえて検討した。

平成20年度は、平成17年度道路交通センサス自動車起終点調査データを解析し、電気自動車・プラグインハイブリッド車の電池走行可能距離の目標値の目安を算出するとともに、これら電動車両の普及策の検討を行うために電動車両に対する消費者の選好調査を実施し、コンジョイント分析を用いて設定した自動車の属性・性能に対する消費者の受容性を把握した。また自動車部門でその導入・使用によるCO<sub>2</sub>排出量削減が着目されているバイオエタノールの製造段階でのインベントリ分析を実施し、それぞれのプロセスへの投入物量のばらつきが製造段階のCO<sub>2</sub>排出量に与える不確実性分析を行った。さらに、乗用車へのディーゼル車およびバイオディーゼル燃料導入に伴うCO<sub>2</sub>排出削減ポテンシャルを分析し、ディーゼル車・バイオ燃料導入による自動車ユーザへのコストメリットが生じるためのディーゼル車の諸元および燃料製造コストに関する知見を得た。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】CO<sub>2</sub>排出量、自動車技術、電動車両、受容性、バイオ燃料

【研究題目】世代間・世代内のリスク解析と管理原則

【研究代表者】岸本 充生（安全科学研究部門）

【研究担当者】岸本 充生（常勤職員1名）

【研究内容】

持続可能性の問題は、世代内公平（途上国の公衆衛生問題や経済発展問題への支援を中心とする）と世代間公平（気候変動や枯渇性資源といった将来世代への関心を中心とする）が別々に論じられている状況であり、両者の統合的な検討が不可欠である。そのため、本研究の目的は、持続可能性問題を時間軸の問題と距離軸の問題に分けたうえで、両者に共通する問題を割引率（関心の減耗率）と捉えたうえで、再統合する試みを、経済学、心理学、生物学の知見を利用しながら実施することである。アンケート等を用いた実証的な研究のために欠かせない周辺分野の先行研究のレビューと、それらに基づくアンケートの実施と学際的な融合を試みることを目標としている。平成19年度に実施した既存研究のレビューに基づき、ヒトは時間軸と空間軸を同じように扱い、両場面において似たような割引を行っているのではないかという仮説を立て、途上国での貧困対策を例に、選択実験を用いたアンケート調査を実施した。回答者には、日本を100、全く聞いたこともない国を0として、各国の親しみ度合いを点数で示してもらった。この数字を100から引いたものを「社会的距離」と定義した。対象とする国の社会的距離が1単位遠くなることは、人数の限界効用に対して、効果の現れる時間が0.3年延びることと同程度の影響を及ぼすことが分かった。この結果を用いると、援助政策の比較に利用することができる。また、途上国の知名度をあげるためのキャンペーンの費用便益分析にも利用することができる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】持続可能性、割引率、次世代、途上国、支払意思額

【研究題目】日常生活における満足度向上とCO<sub>2</sub>削減を両立可能な消費者行動に関する研究

【研究代表者】工藤 祐揮（安全科学研究部門）

【研究担当者】工藤 祐揮、本田 智則、井原 智彦、本下 晶晴、大橋 貴宏、堂脇 清志（東京理科大学）  
（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

本研究課題では、生活形態によって異なる生活のニーズに応じた行動によるCO<sub>2</sub>排出量削減の可能性を検討し、日常生活の中で自発的に実践可能で、かつ温室効果ガス削減につながる可能性のある行動を抽出し明確にすることを目的とする。消費者の生活行動を規定する金銭支出や時間消費に着目し、居住地や年齢、性別等により異なる様々なライフスタイルの中で、現状の生活行動に対する環境配慮型生活行動による直接的な変化だけでなく、金銭支出・時間消費の変化によって生じる波及的な行動（リバウンド効果）も含めたCO<sub>2</sub>排出量を算出する。またこれらの生活行動に対する消費者の価値を分析し、消費者受容性の高い生活行動を提案するとともに、CO<sub>2</sub>削減効果が高いものの受容性の低い行動実施の阻害要因を明らかにする。さらに、環境配慮型生活行動に対する消費者の嗜好性を分析することにより、消費者の環境配慮型生活行動に対するニーズとCO<sub>2</sub>削減効果の阻害要因を把握し、これを解消するための情報提供のあり方について検討を行う。

平成20年度は、消費者の日常生活に伴う直接CO<sub>2</sub>排出量とその行動の波及的效果による間接CO<sub>2</sub>排出量を、統計データを用いて世帯属性別に算出するとともに、CO<sub>2</sub>排出量が多い行動からの具体的な排出削減可能性についてケーススタディを行った。また次年度以降に具体的に提案していく環境配慮型生活行動に対する消費者の受容性を測るため、テキストマイニングと呼ばれる手法を用い、インターネットブログのテキスト情報から消費者の潜在的なニーズを把握するための枠組みを構築した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】生活行動、CO<sub>2</sub>排出量、統計データ、受容性、テキストマイニング

・環境技術開発等推進事業

【研究題目】鉱物油等に起因する複合的な土壤汚染の環境リスク評価手法に関する研究

【研究代表者】駒井 武（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】駒井 武、川辺 能成、竹内 美緒、原 淳子、杉田 創、坂本 靖英、内田 利弘、光畑 裕司、横田 俊之、

神宮司 元治、中島 善人、上田 匠  
井上 千弘、須藤 孝一(東北大学)  
(常勤職員12名、他2名)

#### 【研究内容】

産業活動等による油土壌汚染が顕在化し、産業用地における環境リスク管理が急務の課題となっている。このため、鉱物油等に起因する土壌汚染の環境リスクを科学的かつ客観的に評価するための地圏環境リスク評価システムを開発し、石油系炭化水素による複合的な土壌汚染に起因する環境リスクを定量的に把握するための評価手法を確立する。また、このリスク評価システムの運用に必要な様々なデータベースを整備し、汚染現場におけるリスク評価を可能にする。

本年度は、1) 地圏環境リスク評価システムの開発に関する研究として、高精度のリスク評価システムの構築のために、鉱物油の地表下における動態ならびに移動現象を把握することを目的としてカラム試験を行い、ガソリンの不飽和土壌中における挙動と含まれる成分の移動性について検討した。その結果、ガソリンはある深度まで浸透すると土壌中に残留するが、毒性の高い炭素数の小さな成分は揮発等により減少しやすいことが分かった。2) 油分汚染土壌の微生物特性および評価手法に関する研究として、鉱物油として灯油を使用し、土壌として黒土および腐葉土に焼き砂を混合した植物栽培用の土壌を使用して灯油の割合を重量比10%となるように混合した。実験では、バミューダグラスを植栽した実験系を作成し、植物による微生物活性化についても検討を行った。その結果、土壌中の TPH (全石油系炭化水素) は、微生物の培養開始から2日間で約70%の急速な減少が観察された。その時の灯油中に含まれる脂肪族炭化水素 (C10-C16) の測定データに基づき、分解速度の基礎データが取得された。また、土壌微生物は、2日目までは上昇するものの、その後は油分低下によって減少した。この結果、生息する微生物のうち約80%が油分分解能を有する微生物であることが確認された。3) 油分汚染土壌の高精度調査手法に関する研究として、油汚染モデルフィールドにおいて、前年度に引き続き、汚染領域の詳細な把握および土質構造、地下水分布の調査を目的に、ダイレクトプッシュによる簡易ボーリング調査、3次元電気探査、土壌・地下水サンプル採取、採取サンプルの室内分析等を実施し、また、昨年度取得データの再解析結果と合わせて油分汚染土壌の物性分布の特徴を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】土壌汚染、地圏環境、鉱物油、環境リスク、リスク評価

【研究題目】CO<sub>2</sub>増加が造礁サンゴの石灰化に与える影響に関する研究

【研究代表者】鈴木 淳 (地質情報研究部門)

【研究担当者】鈴木 淳、川幡 穂高、外西 奈津美、

吉永 弓子、井上 麻夕里  
(常勤職員1名、他4名)

#### 【研究内容】

近年、大気中の二酸化炭素分圧の急激な上昇により、海水の酸性化が進み、この100年で表層水の水素イオン濃度は約30%上昇し、今世紀末までにはさらに100-150%の上昇が見込まれている。これに伴う海水の pH 低下により、海洋生物の炭酸カルシウムの殻形成が困難になることが、翼足類を使った実験から示唆されており、海洋生物の炭酸塩生産に多大な影響を及ぼすことが懸念される。有孔虫は、円石藻やサンゴと共に、海洋における炭酸カルシウム殻の主要な生産者であるが、pH が骨格の形成や成長にどのように影響を与えるかについては、これまでほとんど報告されていなかった。そこで、海水 pH、すなわち CO<sub>2</sub>濃度の調整機能を持つ水槽実験系を作成し、高 CO<sub>2</sub>濃度 (低 pH) 条件でサンゴを長期飼育する手法の開発を試みた。さらに有孔虫の飼育手法を検討した。サンゴ礁から採取した大型有孔虫 *Marginopora kudakajimensis* の無性生殖によるクローン個体を異なる pH 環境下 (pH7.7~8.3; NBS scale) において飼育したところ、この有孔虫の石灰化および成長率は pH に依存して変化し、高い pH ほど高い石灰化および成長率を示した。このトレンドは、今まで報告されている他の多くの炭酸塩生成生物の結果と一致する。

【分野名】地質

【キーワード】サンゴ、有孔虫、二酸化炭素、海洋酸性化、石灰化

【研究題目】外場援用システム触媒による持続可能な VOC 排出抑制技術に関する研究

【研究代表者】尾形 敦 (環境管理技術研究部門)

【研究分担者】尾形 敦、小菅 勝典、菅澤 正己、金 賢夏、和泉 博 (常勤職員5名)

#### 【研究内容】

中・長期的視野に立ち、脱レアメタルかつ環境に負荷が少ない材料を用いた新規触媒、並びに触媒機能を補強・増幅させる外場援用システムを用いて、従来型触媒と同等あるいはそれ以上の性能を持つ次世代型触媒の開発を行う。具体的には、シリカナノリアクターの探索・創製、活性酸素種の供給手段としてのプラズマ (含オゾン) の利用、吸着機能を利用した酸素プラズマサイクルシステムの開発と最適な利用法の確立について検討を行う。最終的には開発された触媒、外場援用システムを精査すると同時に、既存技術も含めて評価を行い、多様な排出形態の中小発生源に対し、個別にふさわしい技術の組み合わせ方法を示す。平成20年度は以下の成果を得た。シリカナノリアクターについては、ロッド長並びにメソチャンネル開口径とマイクロ及びメソ孔容量を制御するための合成方法を明らかにした。また、シリケート骨

格中の Si を他元素で置換することにより、細孔表面の酸性度を制御できる合成手法を見出した。

プラズマと触媒の複合方法を検討した結果、オゾン分解触媒を用いる場合、プラズマと触媒を二段で用いた方が同触媒の特徴を有効に引き出すことができることを明らかにした。

サイクルシステムに有効な触媒を探索し、触媒設計指針を明らかにするとともに、Ag-モルデナイト触媒を見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】触媒、VOC、シリカナノリアクター、プラズマ、オゾン、吸着、分解

#### ④【その他省庁】

【研究題目】サブバンド間遷移超高速光スイッチの研究開発

【研究代表者】秋本 良一（ネットワークフォトニクス研究センター）

【研究担当者】Cong Guangwei、秋田 一路  
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

大容量フォトニックネットワークシステムを実現するためのキーデバイスとなる小型の超高速半導体光スイッチの実現が望まれている。本研究では、これを実現するため1ピコ秒以下の超高速光応答が期待できる半導体量子井戸中のサブバンド間遷移を応用した光スイッチデバイスの研究開発を行っている。具体的には光通信波長帯においてサブバンド間遷移を実現するため、II-VI族化合物半導体材料ベースの大きな伝導帯不連続を有する半導体ヘテロ構造の結晶成長技術、およびその光導波路作製等のプロセス技術の開発を行い、1テラビット/秒級の動作が可能なサブバンド間遷移超高速光スイッチデバイスを開発することを研究目標としている。これまで開発してきた光導波路は、結晶成長により導波路コアおよびクラッド層を形成したウエハから作製してきたが、屈折率差がたかだか0.2であり、モード断面積縮小による低エネルギー動作化はこれ以上望めない。これと比較すると1桁程度の低エネルギー化が期待できる高屈折差光導波路の開発を行った。スイッチ活性層である半導体量子井戸層のみを異種基板に転写するウエハボンディング技術プロセスを開発し、光導波路コアを SiO<sub>2</sub>へ埋め込んだ屈折率差が約1の光導波路の作製に成功した。この埋め込み導波路のスイッチ特性を評価しサブピコ秒の応答を確認した。光導波路のモード断面積が小さくなることによるファイバとの光結合損が増大するという新たな課題が生じた。スポットサイズコンバーターの導入により結合損を抑えることにより、低エネルギー動作化を実現できるという見通しを得た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】光-光スイッチ、超高速160 Gb/s、化

合物半導体、サブバンド間遷移

【研究題目】Si/SOI 基板上への量子ドット・フォトニック結晶微小光源の集積

【研究代表者】岡野 誠（光技術研究部門）

【研究担当者】岡野 誠、天野 建  
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本研究は、ウエハ接合法による Si/SOI 基板上への量子ドット・フォトニック結晶微小光源の集積を目的とする。Si/SOI 基板上への量子ドット・フォトニック結晶微小光源（単一光子源、量子もつれ光子源）の集積化が達成されれば、超小型、高性能な量子暗号通信用光・電子集積回路の実現が可能となる。さらに、Si/SOI 基板上に形成された Si フォトニクスデバイスとの連携も可能であり、従来にはない革新的な光機能システムの構築が期待される。

本研究では、Si/SOI 基板上量子ドット・フォトニック結晶微小光源の実現を目指して、第一に、Si/SOI 基板上への化合物半導体フォトニック結晶集積化技術の研究開発を目標とする。次に、Si/SOI 基板上への集積に適した低屈折率材料クラッドを有する2次元フォトニック結晶の理論解析、設計を目標とする。

平成20年度は、ウエハ接合技術を用いて、Si 基板上への GaAs2次元フォトニック結晶アレイの集積を実現した。ここで、フォトニック結晶のコア層は、極薄膜 GaAs 層（190 nm）であり、ウエハ接合において真空加熱プロセスの導入等の改善を行うことにより実現が可能となった。さらに、低屈折率材料クラッドを有する2次元フォトニック結晶の理論解析を行い、クラッド層の屈折率が、空気の1から1.54に増加した場合でも、広い構造パラメータに対して、光の伝搬を禁止するフォトニックバンドギャップが形成されることを明らかとした。さらに、低屈折率材料クラッドを有する2次元フォトニック結晶光共振器の理論解析を行い、Q 値1万以上の実現が可能であることを明らかとした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】フォトニック結晶、微小共振器、量子ドット、光源技術、デバイス設計・製造プロセス

【研究題目】重度難聴者用の聴覚コミュニケーションツールの開発のための骨導超音波知覚現象の解明

【研究代表者】中川 誠司（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】中川 誠司、籠宮 隆之、藤崎 恵美子、大久保 裕子、神原文、飯塚 雅代、中川 あや（常勤職員1名、他6名）

【研究内容】

骨導超音波（骨伝導で呈示された周波数20 kHz 以上

の高周波音)が重度感音性難聴者にも知覚されることを利用した、新しい聴覚コミュニケーション・ツールの開発が試みられている。しかしながら、骨導超音波の知覚メカニズムの多くが未解明のままとなっており、効率的な開発に不可欠な理論的基盤が構築されていない。本課題では、ヒトを対象とした各種の感覚機能計測・推定手法を統合的・相補的に駆使して骨導超音波知覚メカニズムの解明を図り、応用機器開発に有用な知見を得るとともに、その理論的基盤を確立することを目的とする。

昨年度までの研究成果から、骨導超音波知覚に関して、受容器細胞が超音波そのものを知覚している可能性が高いこと、蝸牛メカニズムには気導可聴音との差異が存在することが推測された。本年度はこれらの仮説の妥当性の検証と深化を目標として、多角的なアプローチによる知覚メカニズム解明に取り組んだ。高周波可聴音知覚と骨導超音波に対する誘発脳磁界計測を実施し、両者に対する皮質活動を比較した。その結果、高周波可聴音に対する皮質内活動部位は周波数局在性 (tonotopicity) が観察されたが、骨導超音波の皮質内活動部位はその周波数局在性には全く沿わないものであった。一方、刺激音の立ち上がりは皮質活動に及ぼす効果については、骨導超音波と可聴音の間の差異はなかった。また、骨導超音波と可聴音によるうなり (beat) が発生しないことを確認した。これらの結果は、骨導超音波の末梢メカニズムには可聴音との差異が存在するものの、中枢メカニズムは同様であることを示唆している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】骨導超音波、知覚モデル、有毛細胞、聴覚神経路

【研究題目】超高感度広波長域量子細線フォトディテクタアレイの開発

【研究代表者】小倉 睦郎

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】王 学論、樋口博文、飯岡正行、

菅谷 武芳 (光技術研究部門)、

宮川 俊哉 (京セミ株式会社)、

磯村 尚友 (京セミ株式会社)、

本城 和彦 (電気通信大学)、

石川 亮 (電気通信大学)

(常勤職員3名、他6名)

【研究内容】

本研究では、高い感度と広範囲な波長域を持つ InGaAs/InP 系正孔注入型電界効果トランジスタ (HI-FET) と利得増強型ヘテロバイポーラフォトトランジスタ (GE-HPT) アレイを提案し、シミュレーションと実験結果を検証しながら開発した。これらのフォトトランジスタは、Zn 拡散を素子の端面に施すことで電流ブロック層を形成し、表面再結合電流を抑制することにより、室温において数十 fW レベル以下の高い検出感度と

6桁におよぶダイナミックレンジを有している。また、従来のシリコン素子や化合物半導体素子単体では対応不可能である 0.5  $\mu\text{m}$  から 1.6  $\mu\text{m}$  の広範囲な波長域を単一素子で検出可能である。HI-FET は、ゲートによるスイッチ機能を有するため、従来の化合物半導体撮像素子で用いられている FPA (Focal Plane Array) 構造で必要な、2次元フォトダイオードアレイと2次元シリコンチャージアンプアレイとの貼り合わせの工程が不要となる。更に、フォトトランジスタからの  $\mu\text{A}$  レンジの電流出力をシリコン IC 上の限られたキャパシタンスで積分するために、 $\Delta\Sigma$  型変調器を用いた電荷アンプアレイを試作した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】赤外光ディテクタ 化合物半導体

【研究題目】超高速ネットワークに対応した悪意ある通信の遮断技術の研究開発

【研究代表者】戸田 賢二 (情報技術研究部門)

【研究担当者】戸田 賢二、坂根 広史、片下 敏宏、

岩田 昌也、高橋 栄一

(常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

我々の生活に欠かせないものとなったインターネットは、今後ますます重要になると考えられる。一方で、DoS 攻撃によるサービスの停止、不正侵入による情報漏洩・Web サイトの改ざん・システムの乗っ取り、なりすましによって口座情報などを詐取するフィッシング、コンピュータウイルスへの感染被害などが発生し社会問題となっている。本研究ではこの対策の一環として、ネットワークにおける侵入や攻撃、有害情報の伝搬などの悪意のある通信を検知し遮断する技術の開発を行う。特に、近年の情報量の増大とネットワークの高速化を踏まえ、漏れのない検知・遮断を数十 Gbps の超高速ネットワークで行うことのできる小型かつ省電力なシステムの開発を行うことを目標とする。そのため、悪意のある通信の分析・検出方法の工夫により監視対象を拡大したり即時性の向上を行うためのアルゴリズムの改善とともに、論理プログラマブルデバイスなどのハードウェア技術を応用する。

今年度は、KDDI 研究所と共同で、フィッシングサイトの URL をリアルタイムで抽出し、その結果を直ちに反映する URL フィルタリング方式の開発、およびシステムへの侵入検知やウイルスチェックを高速化する開発を行った。これらの通信の監視や遮断には19年度に開発したネットワークセキュリティ装置用 FPGA ボードを活用した。同ボードは、10 GE ポート6個、SATA ポート8個、PCI-Express ポート等を備えており、来年度のセキュリティ装置の完成を目指し、各種のポートのドライバ開発を行い、数十 Gbps の通信に対応できることを確認した。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス  
 〔キーワード〕 サイバー攻撃、コンピュータウイルス、  
 URL フィルタリング、ネットワークセ  
 キュリティ、論理プログラマブルデバイ  
 ス (FPGA)

〔研究 題目〕 外来種由来因子を排除し品質保証された  
 ヒト幹細胞の樹立

〔研究代表者〕 大串 始  
 (セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 大串 始 (常勤職員1名)

〔研究 内容〕

多くのヒト細胞はその培養に血清を必要とする。通常用いられる血清は牛胎児血清である。また、継代を行う時には、主に豚由来のトリプシンを用いて細胞を剥離することが多い。さらに、種々のタンパク性因子を使用する場合もあり、この因子は動物由来タンパクであることがある。すなわち、ヒト細胞を培養する過程において、多くの外来種由来因子を必要としている。しかし、これらの外来種由来因子は未知あるいは既知の感染症を引き起こす可能性があり、排除することは、ヒト細胞培養の安全性を高めることになる。そこで、本研究では、これら動物由来因子を排除でき、なおかつ動物由来因子を用いた場合と遜色ない機能を維持しうる培養システムを構築することを目的とする。

平成20年度は、この培養システムを検証するために、間葉系幹細胞の培養後における生体内 (*in vivo*) での分化検証 (骨分化) を行うための標準化についての活動を行った。具体的にはドイツのベルリンで開かれた ISO TC150 の SC7 に参加して発表を行った。現在 NWIP として提案を考慮中である。

〔分 野 名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 間葉系幹細胞、再生医療、外来種由来因子

〔研究 題目〕 針尾島 (20) 保管庫移設解析業務

〔研究代表者〕 飯田 光明 (安全科学研究部門)

〔研究担当者〕 飯田 光明、中山 良男、松村 知治、  
 若林 邦彦、緒方 雄二、久保田士郎、  
 佐分利 禎 (常勤職員6名、他1名)

〔研究 内容〕

本研究課題では、地上覆土式およびトンネル式火薬庫 (保管庫) の設置に際して、火薬類取締法施行規則に基づく特則承認を得るに当たり、当該保管庫の安全性に関して、委員会による検討、および実験等による基礎的なデータの収集・解析を行う。概要を以下に示す。

1) 委員会による検討

平成20年度は、委員会の設置準備を行った。具体的には、委員会事務局業務委託先公募のための準備、委員会開催日程および委員候補の検討等である。

2) 実験等による基礎的なデータの収集・解析

平成20年度は、室内実験の概要検討・準備作業を行った。具体的には、実験装置の仕様検討、消耗品・役務作業・借用品の見積取得等である。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 地上覆土式火薬庫、トンネル式火薬庫、  
 爆風圧、庫間殉爆、ギャップ試験、爆発  
 飛散物、土堤、数値シミュレーション、  
 保安距離、地盤振動、爆薬、扉飛散

## 2) 国以外からの外部資金

## 一独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構一

〔研究題目〕 戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、ロボット搬送システム（サービロボット分野）、全方向移動自律搬送ロボット開発

〔研究代表者〕 堀 俊夫

（デジタルヒューマン研究センター）

〔研究担当者〕 堀 俊夫、西田 佳史

（常勤職員2名）

## 〔研究内容〕

本研究は、人と併存するオープン環境で安全に移動可能なロボット要素技術の開発を目指しており、このうち産総研は移動ロボット用超音波タグシステムの開発を担当している。

平成20年度は、以下の成果を得た。従来の超音波タグは外部から無線による発信要求があると常に応答する機構となっていた。しかし、タグが移動していない際には位置データを更新する必要が無い場合が多い。本研究では、加速度センサを内蔵した超音波タグを新たに開発し、前回の応答から移動していない場合には、要求があっても応答しない機構を導入した。これにより、タグが動いていない状態の場合、内蔵電池の消費を約70%程度削減することが可能となり、電池交換間隔を飛躍的に延ばす効果（約3倍）が期待できる。従来の超音波タグシステムを用いて広範囲をカバーする大規模なセンサネットワークを構築しようとした場合、タグをコントロールするユニットの電波到達範囲の限界により、電波が到達できない範囲が存在する。これを補うためには、コントロールユニットを複数配置する必要がある。この際に、互いに電波干渉することなく、タグをハンドオーバーするアルゴリズムが不可欠となる。本研究では、そのためのコントロールユニットと、タグ探索アルゴリズムを開発することで、タグハンドオーバー機能を実現した。既存の大規模センサネットワークを用いて、開発したコントローラとハンドオーバー機能の有効性を検証した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 自律移動ロボット、超音波タグシステム

## 〔研究題目〕 インテリジェント手術機器研究開発

〔研究代表者〕 持丸 正明

（デジタルヒューマン研究センター）

〔研究担当者〕 持丸 正明、西田 佳史、和泉 潔、奈良 温（常勤職員3名、他1名）

## 〔研究内容〕

本研究の目的は、センシングデータを用いたユーザー行動の解析技術の研究の一環として、センシングデバイスによりユーザの行動履歴データを取得し、そのデータから基本的な行動パターンの抽出や特異な行動パターンの検知を行い、現場で活動を行うユーザの支援を行うこ

とにある。平成20年度は、手術室内で超音波タグを装着した複数スタッフの移動を検出する予備的な性能調査を行った。その結果、10名程度までの複数スタッフが術室内で作業をしている実環境でも、空間的な精度でセンチメートル以下、時間分解能で秒以下の精度での位置測定が可能であることを確認した。上記の性能確認試験によって、手術室内のスタッフの移動行動分析による、移動パターンや重要点の抽出解析に必要な計測データが、本計測システムによって獲得できることを確認した。さらに、東京女子医科大学との共同により、実際の脳外科手術でスタッフの位置計測実験および計測データの蓄積を開始した。毎月2-3件のペースで計測実験を継続して行っており、今年度中で約100時間分のスタッフ位置情報計測データを蓄積することができた。術室統括ヘッドクォータの要素技術として、位置計測システムによって計測されたデータの基本的な統計量（位置・速度・加速度・相対位置）をリアルタイムまたはオフラインで可視化するプログラムを試作した。本プログラムでは、各基本統計量に閾値を設定することができ、閾値を超える特異な動きが生じた時に警告を出し統括監督者の注意を喚起することができる。これにより、ヘッドクォータが術室内の全体状況を考慮して、スタッフ間の連携・インテリジェント手術機器と周辺医療機器の間の連携を統括することの支援を行う。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス分野

〔キーワード〕 位置計測、超音波センサ、データマイニング、データ可視化

## 〔研究題目〕 ダイヤモンド系材料の技術開発と省エネ効果に関する調査

〔研究代表者〕 鹿田 真一

（ダイヤモンド研究センター）

〔研究担当者〕 鹿田 真一、茶谷原 昭義

## 〔研究内容〕

ダイヤモンド系材料は多くの物質中最高の数値を有し、機械、光学、電気化学、エレクトロニクス分野で多くの応用分野を有する。特に最近、技術の進展が著しく、新たな用途展開が進展している。今回産総研が中心になって、新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託を受け、各応用分野におけるニーズ、課題の明確化、各応用分野における技術課題、ボトルネックと解決策マップ、世界的開発競争を制し産業化する対応策の立案、達成時の環境・省エネ効果という内容で、委託研究調査を実施した。今回調査した内容は、既に各種部品に応用され始めている機械・工具応用、今後の省エネルギー推進に期待のかかるパワー半導体デバイス及び単結晶ウェハ、他に比類なき電気分解電極として期待のかかる電気化学応用、その他エレクトロニクスにおける用途の4つである。

〔分野名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 ダイヤモンド、半導体、デバイス、パワ

ーデバイス、電子源、MEMS、量子デバイス

【研究題目】 ナノテクノロジープログラム／ナノテク・先端部材実用化研究開発／ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発（外部資金）

【研究代表者】 藤森 直治  
（ダイヤモンド研究センター）

【研究担当者】 鹿田 真一、山田 貴壽、上塚 洋、ヤン ネンジョン

【研究内容】

開発したダイヤモンドナノ針加工技術開発成果を元に、モノリシックカンチレバー製造プロセスを踏まえたダイヤモンドナノ針のドライエッチング加工プロセスを開発し、基本技術を共同研究企業へ移転した。また、絶縁性ダイヤモンド薄膜、および、DLC 薄膜でコートされ、先端にのみ導電性開口部を有するダイヤモンドナノ針の新規製造プロセスの開発に成功した。絶縁膜の厚みは数十ナノメートル程度であるが、ギガオームレベルの絶縁性を有するものであった。ニトロフェニル基を電気化学的還元でアミノフェニル基に変換し、リンカー分子を介することにより、ダイヤモンド表面への DNA の固定化方法を確立した。この電気化学的表面修飾技術を用いて、導電性開口部にのみ生体分子を固定化できることを実証した。さらに、本研究開発で確立した導電性開口部製造プロセスを元に、細胞内で分子を放出する分子リザーバー機能を実現するための、ナノ針先端をホール形状に加工するプロセスを確立し、種々の容量を有するナノ針の製造に成功した。

【分野名】 ナノテク・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド、AFM、表面修飾、細胞操作、遺伝子導入

【研究題目】 超薄型ヘテロ構造シリコン太陽電池の研究開発（セルプロセス）

【研究代表者】 坂田 功（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】 高遠 秀尚、劉 正新、山中 光之  
（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

太陽電池モジュールの大幅な低コスト化を実現するため、多結晶界面制御型太陽電池の研究開発を行う。

基板厚さ100  $\mu\text{m}$  レベルの結晶シリコン太陽電池の作成プロセスを検討し、シリコン窒化膜形成工程の改善による短波長感度の向上と、アルミ BSF 工程の最適化による長波長感度の改善で、厚さ100  $\mu\text{m}$  の単結晶シリコンセル（2 cm 角）で、変換効率17.3%を達成した。XeF<sub>2</sub>を用いたプラズマレスガスエッチングにメタルマスクを併用することで用いて均一なテクスチャが形成できることを確認した。また、低温形成 BSF（Back-

surface-field）技術では、ボロンドープ p 型 a-Si:H 薄膜、ボロンドープ p 型微結晶シリコン ( $\mu\text{c-Si:H}$ ) 薄膜が多結晶シリコン基板の BSF 構造として有用であることを見出した。p 型 a-Si:H では1000 cm/s 以下、p 型  $\mu\text{c-Si:H}$  では最小で1500 cm/s の裏面再結合速度  $S_b$  をそれぞれ実現した。この値は従来用いられていたアルミペーストを使用した BSF 構造で報告されている値と遜色が無い。従来のアルミを用いた BSF 構造と異なり、低温形成 BSF は厚さ100  $\mu\text{m}$  の基板に形成しても反りが生じないことを確認した。薄型基板において有利と考えられる塗布拡散による n<sup>+</sup>層形成を検討した。PoCl<sub>3</sub>を用いた場合と遜色の無い変換効率が単結晶シリコンセル、多結晶シリコンセルどちらにおいても得られ、塗布拡散による n<sup>+</sup>エミッタ層形成が、薄型結晶シリコン太陽電池にとって有用な要素技術であることが明らかとなった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 太陽電池、結晶シリコン、超薄型基板

【研究題目】 省資源・低環境負荷型太陽光発電システムの開発

【研究代表者】 仁木 栄（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】 Kazaoui Said（ナノカーボン研究センター）、甲村 長利（光技術研究部門）、久保 利隆（ナノテクノロジー研究部門）、櫻井 啓一郎、石塚 尚吾、清水 由紀子、原 浩二郎、Ivan Turkevych、崔 彦、坂田 功、川浪 仁志、高遠 秀尚、布村 正太、Zhang Xue-Hua、加藤 俊一（以上太陽光発電研究センター）  
（常勤職員16名）

【研究内容】

1. フォトニックシリコン太陽電池の研究開発

フォトニックシリコン太陽電池作製プロセスを新たに確立し、デバイスの作製を行った。得られた電池特性は、フラット基板を用いた従来型微結晶シリコンシングルセルと比して、フォトニックシリコン微結晶シングルセルにて近赤外域（700–1100 nm）の感度（光電流）が69%向上し、短絡電流が12%増加することを実証した。また、光学シミュレーションを行い、部材粒子の配置、部材粒子の平均サイズ及びサイズ分散が光閉じ込め特性に及ぼす影響を調べ、構造最適化に関する指針を得た。

2. 構造制御ナノロッドによる省資源型有機太陽電池

① 構造制御酸化チタンナノロッド電極

陽極電解酸化法による酸化チタンナノロッド電極など、各種酸化チタンナノロッド電極を用いた色素増感太陽電池の光電変換特性、電子寿命や拡散係数等の物性を評価した。加えて、光電流と開放電圧の TBP 濃度依存性について評価した。その結果、酸



化チタンナノロッドを用いた場合、ナノ粒子電極に比べて開放電圧が高いという今後の高効率化への指針を得ることができた。

## ② 高度光吸収・有機色素の開発

ルテニウムなどの貴金属を含まず省資源で、かつ光吸収係数が大きく構造制御ナノロッド電極に適した有機色素光吸収剤の開発をおこなった。新規のドナー性部位の導入により、色素の吸収波長の長波長化ならびに吸収係数の増大に成功した。また、従来の有機色素に比べて酸化チタン中の電子寿命ならびに太陽電池の開放電圧を改善した MK-14を用いた太陽電池において、変換効率8.1% (AM1.5 G 条件下、遮光マスクあり、反射防止膜無し) を達成した。

## ③ カーボンナノチューブ電極ならびに太陽電池

従来の白金対極の代替電極として CNT 薄膜電極を作製し、それを色素増感太陽電池に応用した。その結果、6.3% (AM1.5 G 条件下、遮光マスクあり、反射防止膜無し) の変換効率を得ることができ、非ルテニウムならびに非白金の省資源型色素増感太陽電池の可能性を示すことができた。

## 3. 省資源型 CIGS 太陽電池の開発

CIGS 系太陽電池に用いられているインジウム (In) 等の希少金属や価格が高騰しているモリブデン (Mo) 等の資源の使用量を大幅に低減可能な技術の開発を目指している。

CIGS 薄膜化技術については、膜厚の異なる CIGS 光吸収層を有する CIGS 太陽電池を作製し、CIGS 光吸収層の膜厚と太陽電池特性の関係に関する検討を行った。CIGS 光吸収層を高品質化することで、Mo 使用量1/2以下 (400 nm)、In 使用量1/3以下 (CIGS 膜厚0.8 μm、Ga 組成0.42) で変換効率15.3%を達成した。Mo 裏面電極の薄膜化技術に関しては、Mo 膜厚が通常の1/4の200 nm で効率16.9%、1/10以下の70nm でも効率16.0%と、Mo 裏面電極を予想以上薄くできることを確認した。一方、III 族の In、Ga を Fe で置き換えた Fe 系の混晶材料の開発においては、Cu (GaFe) Se<sub>2</sub>薄膜で Fe 組成の増加に伴って、格子定数の連続的な変化、光吸収端のシフト、低エネルギー側での光吸収等、Fe の導入によって光吸収層の物性が大きく変化したことを確認した。Fe の占める原子位置に関する評価に着手した。

## 4. GaPN 系太陽電池用材料の探索と評価

GaPN 薄膜中の点欠陥の解析にフォトルミネセンス (PL) が有効であることを確認した。GaPN に特有なブロードな PL ピークが観測され、このピークは、膜中の窒素クラスターに起因している可能性が高いこと、膜成長後の熱アニールにより、窒素クラスターの解離と欠陥の低減が生じることが判明した。CBr<sub>4</sub>を炭素源として使用することで、GaPN への炭素導入

を実現し、GaPN 中で炭素がアクセプタとして働くことを確認した。正孔濃度を $10^{17}$ - $10^{19}$ cm<sup>-3</sup>の範囲で制御することに成功した。炭素の活性化率は、GaPN の中では炭素濃度の増加に伴い高くなることも明らかとなった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 太陽電池

## [研究題目] タンデム型高効率・高耐久性有機薄膜太陽電池の研究開発

[研究代表者] 吉田 郵司 (太陽光発電研究センター)

[研究担当者] 當摩 哲也、山成 敏広、小江 宏幸  
(常勤職員3名、他1名)

## [研究内容]

### (1) 高効率化セルの開発

将来のロールツーロール (R2R) 法による有機薄膜太陽電池の製造を目指す為には、現在セルの作製に用いられているスピコート法では溶液の利用効率が悪く実用化に問題が残る。R2R 法に向けた検討として、ブラシ法および引き上げ法による高効率の有機薄膜太陽電池の作製を行い、従来のスピコート法と比較した。セル構造は ITO/PEDOT:PSS/P3HT:PCBM/Al であり、活性層である P3HT:PCBM 層の作製をスピコート法の他、R2R 法に適用可能なブラシ法および引き上げ法で行った。引き上げ法ではクロロホルム溶液から引き上げることで製膜し、ブラシ法ではテフロン製のブラシを用いて、加熱した基板上にクロロベンゼン溶液を直接塗布した。

エネルギー変換効率 (PCE) は AM1.5 G (100 mW/cm<sup>2</sup>) の擬似太陽光を照射したときの電流-電圧特性 (J-V 特性) から評価した結果、引き上げ法及びブラシ法ともに、スピコート法で作製した素子と同等な3%を超える高い変換効率を有する素子を作製することができた。

### (2) 高耐久性セルの開発

有機薄膜太陽電池の実用化において高耐久化は不可欠の技術要素であるが、劣化機構そのものがまだ十分に解明されておらず、現状では高耐久化への明確な指針を示す事が困難である。そこで、典型的な P3HT:PCBM を活性層とする有機薄膜太陽電池の劣化挙動について詳細に調べた。

ITO / ガラス基板上にバッファ層として PEDOT:PSS を、活性層として P3HT と PCBM の混合溶液をスピコート製膜した後、Al を真空蒸着することによりセルを作製した。Al 電極蒸着後に、窒素雰囲気中で熱アニール処理を行ったセルの変換効率・安定性の評価を封止無しで行った。また光照射下での安定性試験は擬似太陽光を50時間連続照射することで行った。また、セルの部分的な発電特性を観測するためにレーザービーム起電流 (LBIC) 法を用いた。

まず、大気中の酸素や水分など雰囲気の影響を排除するために、窒素ガス中で連続光照射下安定性試験を行った。50時間の試験で、変換効率は初期効率の約40%まで大きく低下した。太陽電池パラメータのうち、開放電圧 (Voc) と曲線因子 (FF) の低下が顕著で、短絡電流 (Jsc) の低下は軽微であった。また安定性試験の後に、セルを再度、熱アニール処理すると PCE がほぼ試験開始時の値まで回復した。光照射による劣化は熱アニール処理によって回復可能なことから、劣化というよりは発電機能の一時的な低下と考えられる。要因としては、残存する酸素や水分によるキャリアトラップ、または電極までのキャリア輸送ネットワークを上手く形成できなかった孤立した部位での何らかのキャリアトラップが予想される。

次に、大気中で行った連続光照射下安定性試験の結果、窒素ガス中での試験よりも Jsc が大きく低下した。また、試験後の熱アニール処理を行ったところ Voc は初期値まで回復したが、Jsc はあまり回復が見られなかった。そこで LBIC 測定法によりセル中の光電流の2次元分布を観察したところ、大気中で安定性試験を行うとスポット状に劣化が現れることがわかった。このスポット状の劣化は、安定性試験後の熱アニール処理によっても回復しなかった。このスポット状の劣化は窒素ガス中での試験ではほとんど見られなかったため、大気中の酸素・水分によって引き起こされる劣化であると言える。

光照射による効率低下とは別途、大気中の酸素・水分による劣化が生じていると考えられる。そこで、大気中で暗所に保存したときのセルの安定性、即ち経時変化について調べた。大気中暗所保存した場合、VOC は変化せず、JSC が低下していた。LBIC 測定によると大気中光照射下での劣化と同様のスポット状の劣化が観察された。従って、Al 電極の酸化によって実効的なセルの面積が減少して、Jsc が低下しているのだと考えられる。

一般に、高い変換効率が得られているセルではバッファ層として PEDOT:PSS が用いられているが、高い吸湿性をもつことから大気中では水分を吸収してバッファ層が高抵抗層になることでセル特性を低下させるとの報告がある。また、PSS は酸性材料であるため、Al 電極を酸化させている可能性もある。そこで、PEDOT:PSS の代わりに酸化モリブデンをバッファ層として用いたセルと、バッファ層を持たないセルを作製して、大気中暗所下での安定性を比較した。どのセルでも Voc は変化せずに Jsc が低下する傾向が同様に見られ、Jsc の低下に伴って PCE が低下した。バッファ層が PEDOT:PSS であるセルの劣化は他と比べて顕著に早かった。LBIC 像からも、バッファ層が PEDOT:PSS であるセルでは発電領域が端から縮小している様子が観測され、大気中の水分を吸湿する

ことで Al 電極の劣化を促進していると考えられる。Al 電極の酸化状態を調べるために Ar イオンエッチングによる深さ方向の XPS 分析を行った結果、セルの劣化に伴って、Al 電極と光電変換層との界面で Al の酸化が進行している事を確認した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 有機薄膜太陽電池、有機太陽電池、有機半導体、バルクヘテロ接合、フラーレン太陽電池、太陽光発電、発電量

[研究題目] 発電量評価技術の研究開発

[研究代表者] 菱川 善博 (太陽光発電研究センター)

[研究担当者] 加藤 和彦、高島 工、大谷 謙仁、  
Adiyabat Amarbayar、河合 信次  
(常勤職員6名)

[研究内容]

太陽電池の性能を表す場合、従来では標準条件 (STC) での性能評価として出力定格 (W) で対応してきたが、この方法では温度や日射量、スペクトル等の異なる環境下での発電量を評価できない欠点がある。このため、発電量定格 (Wh) による評価法が求められている。また国際的にも発電量定格の標準化が進められつつあり、対応が必須となっている。

そこで、屋外計測で得られた I-V 特性値を STC 等の環境条件で得られる値に換算するための方式の開発を行い、屋外実測データに基づく線形内挿方式の精度検証および適合範囲の確認を行った。また、発電量定格技術として有効な気象モードの設定と任意期間の積算発電量を計算する方式の開発を行っている。併せて、IEC/TC82/WG2の60891改訂審議において IEC61853等の国際標準の規格決定に向けた活動を行っている。

太陽電池モジュールの I-V 特性換算方式 (発電出力定格技術) を検証するために、複数地域における分光日射量実測データと太陽電池モジュールの I-V 特性データを太陽電池モジュールの屋外測定ラウンドロビン実験によって取得した。ラウンドロビン実験は、得られたデータが標準規格策定に資する共有情報となるよう、光産業技術振興協会新型太陽電池標準化委員会ラウンドロビン小WGとの協同で実施し、国内メーカー6社の賛同を得て、国内メーカー5社の提供する敷地内でそれぞれ約1ヶ月程度の計測を行った。日本気象協会との協同では、日射気候区 I (札幌) と日射気候区 V (沖永良部) の2個所でラウンドロビン実験を実施した。最終的に、平成20年12月までに約1年をかけて10個所での測定を行った。平成20年11月からは新型太陽電池モジュール (タンデム型と CIS 型) のラウンドロビン実験を開始し3地点での測定を行った。

沖永良部島 (OKE) における春と夏の実験の前後に行われた鳥栖 (TOS) における実験データを用いて重回帰式のモデルパラメータを決定し、これを用いて

OKE での日発電量を推定した結果、c-Si については推定精度に影響はないものの、a-Si については OKE の夏季における恐らくアニール効果と思われる性能改善の効果が取り込めていないために、10数%程度の過小評価をすることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、太陽光発電、発電量

#### 【研究題目】大面積 CIGS 太陽電池の高性能化技術の研究開発

【研究代表者】仁木 栄（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】石塚 尚吾、小牧 弘典、水越 一路、吉山 孝志（常勤職員5名）

#### 【研究内容】

##### 最終目標

CIGS 太陽電池の革新的な高効率化技術の確立と CIGS のプロセスの高度化によって、10 cm 角の CIGS 太陽電池で変換効率18%を得ることを目標とする。軽量基板上的サブモジュール（10 cm 角程度）で変換効率16%の実現を目指す。

##### 研究開発の成果

#### 1. 大面積高品質製膜技術の開発

集積型モジュールを作製するためのプロセスを改良し、10 cm 角の集積型サブモジュールで変換効率15.9%を達成した。また、インライン CIGS 製膜において、製膜プロセスの高度化を図ることで、小面積セルで17.3%、10cm 角の集積型モジュールで14.5%と固定製膜と同等の性能を実現した。

#### 2. 高効率化技術の開発

ドーピングによって CIGS 光吸収層の電気伝導性の制御技術を開発し、開放電圧の向上を図ることを目的に水蒸気照射効果のメカニズムの解明と新しいドーパントの探索を行った。水蒸気照射によってホール濃度が向上するのはセレン空孔のパッシベーション効果にあることを明らかにした。また、この手法を用いてワイドギャップ CIGS 太陽電池の高性能化に取り組み、禁制帯幅1.4 eV で $\eta=15.3\%$ （反射防止膜無）、1.3 eV で $\eta=18.1\%$ 、1.2 eV で $\eta=18.6\%$ を達成した。

#### 3. フレキシブル太陽電池の開発

CIGS 太陽電池の機能性を向上するために、フレキシブル太陽電池の高効率化技術の開発に取り組んだ。新しい Na 制御法を開発し、セラミクス基板上で変換効率17.7%、金属ホイル基板上で変換効率17.4%、ポリイミド基板上でも14.7%という高効率を実現した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、化合物薄膜、高効率化

#### 【研究題目】高電流型高効率薄膜シリコン太陽電池の研究開発（ボトムセル）

【研究代表者】増田 淳（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】鈴木 淳（計測フロンティア研究部門）、松井 卓矢、布村 正太、賈 海軍、齋 均、柄澤 稔（以上太陽光発電研究センター）、浅草 剛一（常勤職員6名、他2名）

#### 【研究内容】

高赤外感度を有するボトムセルを開発し、16%以上の安定化効率を有する薄膜シリコン系3接合太陽電池を実現するとともに、チャンバークリーニング技術を開発する。

#### 1. 微結晶シリコンゲルマニウムボトムセルの開発

より広範囲な波長領域の光を有効に利用できるナローギャップ新材料として微結晶シリコンゲルマニウム太陽電池の開発を行い、高電流型3接合太陽電池のボトムセルへ適用することを目的とする。微結晶シリコンゲルマニウムは、VHF プラズマ CVD 法を用いて製膜し、ゲルマニウム組成は約10%とした。本年度は微結晶シリコンゲルマニウム i 層の製膜条件の最適化を行い、p-i-n 型単接合太陽電池および2接合太陽電池を作製して特性評価を行った。また、受光面側電極の最適化や n-i-p 構造の検討を行い、単接合太陽電池の高電流化を図った。

最適化された微結晶シリコンゲルマニウムとアモルファスシリコンを組み合わせた2接合太陽電池を作製した。その結果、初期変換効率11.2%（短絡電流密度：11.1 mA/cm<sup>2</sup>、開放電圧：1.38 V、曲線因子：0.727、面積：1 cm<sup>2</sup>）が得られ、従来の微結晶シリコンをボトムセルに用いた2接合太陽電池と遜色のない性能を膜厚1/2以下のボトムセル膜厚で達成した。

微結晶シリコンゲルマニウム太陽電池でより高い短絡電流密度を得るためには、表面透明電極の光学吸収ロスを広帯域に渡って低減する必要がある。これまで表面透明電極として用いてきたガリウム添加酸化亜鉛（GZO）膜の膜質向上の手法について検討した結果、真空下での500℃以上の急速熱処理（RTA）が有効であることを見出した。5分間の RTA 処理により、キャリア濃度が10<sup>20</sup> cm<sup>-3</sup>台前半まで低減し、移動度が16 cm<sup>2</sup>/Vs から26 cm<sup>2</sup>/Vs まで向上することにより、シート抵抗を大きく変化させることなく赤外領域の透過率が大幅に向上した。塩酸エッチングにより得られるテクスチャ GZO 基板に対して500℃以上の RTA 処理を行うことにより、高ヘイズで赤外透過率の高い GZO 基板の作製に成功した。当該透明導電膜を受光面側電極として使用することにより、ゲルマニウム組成が10 at.%と低いにもかかわらず、i 層膜厚1.1 μm で高い短絡電流密度（J<sub>sc</sub>=25.5 mA/cm<sup>2</sup>）と8.2%の変換効率を得られた。同じ膜厚の微結晶シリコン太陽電池と比較すると、近赤外領域の量子効率の増大により短絡電流密度は2-3 mA/cm<sup>2</sup>大きいことが確認され

ている。上記太陽電池の膜厚を2.2  $\mu\text{m}$  とした場合には、長波長感度が大幅に向上し、さらに-1 V の負バイアスを印加した場合には、約28  $\text{mA}/\text{cm}^2$  の電流密度が観測され、微結晶シリコンゲルマニウムの高電流型薄膜シリコン太陽電池材料としての潜在能力が確認できた。

## 2. チャンバークリーニング技術の開発

前年度までにフッ素プラズマクリーニング前後でアモルファスシリコン太陽電池特性に変化が生じないことを明らかにしてきた。今年度は、フッ素を用いたチャンバークリーニング技術が、アモルファスシリコン太陽電池のみならず、微結晶シリコン太陽電池にも適用できるか否かを検証した。検証に用いたプラズマ化学気相成長装置の周波数は27.12 MHz であり、対応可能な基板サイズは、310 mm×410 mm である。フッ素プラズマもしくは三フッ化窒素プラズマを用いてチャンバークリーニングを行った場合の微結晶シリコン単接合太陽電池の特性を評価したところ、フッ素プラズマを用いた場合においても、三フッ化窒素プラズマを用いた場合と概ね遜色ない特性が得られることが明らかとなった。このことより、フッ素プラズマを用いたチャンバークリーニングは、アモルファスシリコン太陽電池のみならず、微結晶シリコン太陽電池にも適用可能であることを実証できた。フッ素プラズマを用いた場合、本試験時の微結晶シリコン膜のエッチング速度は43 nm/s であった。さらに条件によっては、最大速度71 nm/s で微結晶シリコン膜がエッチング可能であることも明らかになり、本手法が高速クリーニング技術として有効であることも確認できた。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 多接合薄膜シリコン太陽電池、チャンバークリーニング技術

[研究題目] 高度秩序構造を有する薄膜多接合太陽電池の研究開発

[研究代表者] 近藤 道雄 (太陽光発電研究センター)

[研究担当者] 仁木 栄、松原 浩司、坂田 功、高遠 秀尚、鯉田 崇、齋 均、Svrcek Vladimir、Turkevych Ivan、石塚 尚吾、吉田 郵司、原 浩二郎、菱川 善博、大谷 謙仁、永井 武彦、増田 淳、西 大輔、大橋 昇 (以上、太陽光発電研究センター)、菅谷 武芳、橘 浩昭、長谷川 達生 (以上、光技術研究部門)、加藤 隆二、古部 昭広 (以上、計測フロンティア研究部門)、大古 善久 (環境管理技術研究部門)、柴田 肇、永崎 洋、吉田 良行 (エレクトロニクス研究部門)、

Kazaoui Said (ナノチューブ応用センター) (常勤職員26名、他2名)

## [研究内容]

40%を超える高効率のために最適な複数のバンドギャップを有する高度秩序薄膜材料を新たに設計・創製する。それら新材料をシリコン系3接合および化合物系4接合デバイスに適用し、波長選択型導電層を介して2端子メカニカルスタック太陽電池を形成する。また光マネジメント技術、多重エキシトン生成、二光子利用技術などの新原理検証についても検討を行う。シリコン系3接合デバイスと化合物系4接合デバイスのテーマで開発された新材料は最終的に最適なものを選択して相互に利用する。本研究開発は計14機関で共同実施するものであり、産業技術総合研究所は以下のサブテーマを実施する。

### ①-1: 高配向性平面ポリシラン材料の開発

平面ポリシラン薄膜を用いて高効率多接合太陽電池に適したシリコン系トップセルを開発する。平成20年度は、空气中で安定な架橋ポリシランをトルエンなどの汎用溶媒に溶かした溶液から基板の上に塗布した塗布膜を真空下400℃以上で加熱するだけで、近赤外光を吸収するポリシラン薄膜を簡便に作製できることを見出した。また、加熱温度と加熱時間を制御することにより、ポリシラン薄膜のバンドギャップを紫外光から近赤外光まで連続的に変化させることができることも明らかにした。

### ①-3-A: 結晶系ナローギャップ材料太陽電池の開発

高効率多接合太陽電池に用いるシリコン系ボトムセルの高効率化を目指して、高品質結晶系ナローギャップ材料の開発、精密制御ヘテロ接合の開発を行い、太陽電池試作を通じて開発した技術を実証する。平成20年度は、マイクロ波光伝導減衰法による少数キャリア寿命測定が、シリコンゲルマニウム薄膜にも適用可能であることを検討するため、本手法をゲルマニウム基板にも適用した。シリコン基板で用いたキンヒドロノ/メタノール溶液がゲルマニウム基板の表面不活性化にも有効であり、マイクロ波光伝導減衰法による少数キャリア寿命測定が可能であることが明らかとなった。

### ①-3-B: シリコンゲルマニウムスズ低温エピタキシャル新技術の開発

シリコンゲルマニウムスズを用いた高効率多接合太陽電池に適したシリコン系ボトムセルの開発を目的として、シリコンゲルマニウムスズ系擬単結晶作製技術開発とそれを用いた太陽電池作製によるデバイス実証を行う。平成20年度は、どの程度のスズ濃度で間接遷移型半導体から直接遷移型半導体への転移が発生するかについてベガーズ則を用いた基礎検討を行った。その結果、シリコンスズではスズ濃度が32 at. %程度、ゲルマニウムスズではスズ濃度が15 at. %程度で光学遷移する可能性が示唆された。

### ①-4: ヘテロ接合デバイス化技術の開発

サブテーマ①-1もしくは①-2で開発する単接合トップセル、サブテーマ①-3-A~Fで開発する単接合ミドルセルならびに単接合ボトムセルを組み合わせることで、メカニカルスタックシリコン系3接合太陽電池を実現する。このための要素技術として、高温でも発電効率の低下を防ぐヘテロ接合を有する太陽電池デバイスを開発する。平成20年度は、ヘテロ接合における界面特性を明らかにすることを目的に、アモルファス層と単結晶基板との間のバンドオフセットの定量的検討を試みた。

#### ②-1：ワイドギャップカルコゲナイド系太陽電池の開発

Cu(In<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>)(SySe<sub>1-y</sub>)<sub>2</sub>系材料(CIGSSe)を用いて効率多接合太陽電池に適した化合物系トップセルを開発する。平成20年度は、硫黄原料を供給する硫黄クラッキングセルの設計・導入を行った。硫黄のクラッキング効果について基礎的な検討に着手した。また、CuInSeS系化合物半導体のバルク単結晶を育成するための単結晶育成装置を構築し、また単結晶育成のための原料化合物を合成する実験に着手した。この原料化合物は、最終的な単結晶と同一の組成を持つ多結晶であり、高純度な原料を石英アンブル内部で混合した後融解・固化して合成を行っている。

#### ②-3：革新的ワイドギャップ材料太陽電池の開発

ワイドギャップ材料として有望なインジウムガリウムリン系等のエピタキシャル薄膜成長技術を開発し、高効率多接合太陽電池に適したトップセルを開発する。これまでに報告例の無いインジウムガリウムリン/ガリウムリン量子ナノ構造太陽電池を開発し、その動作を実証する。また、量子ドット太陽電池の吸収波長帯を長波長帯に大幅に拡大するとともに、ドット中のサブバンド間エネルギーを制御し中間バンドの設計技術を高度化することにより、太陽電池の高効率化を目指す。平成20年度は、多層量子ドットの均一成長を目的として、インジウムガリウム砒素(インジウム組成40 at.%)量子ドットに着目したところ、バリア層20 nmで20層積層しても、良好な光学特性を示すことを明らかにした。さらに、インジウムガリウム砒素(インジウム組成40 at.%)量子ドットを10層積層した太陽電池構造を試作し、量子ドット太陽電池の効率としては世界トップレベルの8.0%を得た。

#### ②-6：化合物系タンデムセルの開発

メカニカルスタック型及びモノリシック型の化合物系多接合太陽電池の作製技術を開発し、太陽電池の高性能化を図ることで、全体目標の達成を目指す。平成20年度は、Ge基板上へのCIGSe光吸収層の製膜を行うための基礎的な検討を行った。透明導電膜上太陽電池の高効率化に関して、Naの導入法の検討を行い、Naの拡散を促進する手法を見いだした。

#### ③-1-A：ナノシリコン/ナノカーボンを用いた新概念太陽電池の検討

ナノシリコン結晶と高分子の混合体を用いた太陽電池で多重励起子の生成による超高効率太陽電池の作製を目的として、ナノシリコン/ナノカーボン複合材料における多重励起子生成の原理検証と本材料を用いた新概念太陽電池開発によるデバイス実証を行う。平成20年度は、電気化学的エッチングと液中のレーザアブレーションにより、バンドギャップが2 eV程度ならびに3 eV程度のナノシリコン結晶が得られることを明らかにした。このようなナノシリコン結晶は、室温で光感度があることも見出した。

#### ③-1-B：ナノシリコン/ナノカーボンを用いた新概念太陽電池の検討

半導体単層カーボンナノチューブの特異な形状・構造・光・電子特性を利用して広い波長範囲で光電変換機能を実現する。さらに、半導体単層カーボンナノチューブを用いた太陽電池で多重励起子の生成を検証し、将来の超高効率太陽電池に寄与が可能であるか検討する。平成20年度は、分散や遠心分離機の条件最適化により、純度90%以上の半導体単層カーボンナノチューブの抽出率が3%から10%に向上することを明らかにした。また、半導体単層カーボンナノチューブのバンドギャップを評価したところ、原料あるいは分散・分離の条件によって、バンドギャップを0.7~1.2 eVの範囲で制御することに成功した。さらに、半導体カーボンナノチューブの濃度を増やすことで、P3HT-PCBM[C61]太陽電池の短絡電流密度や変換効率を向上させることに成功した。

#### ③-2-A：単結晶有機半導体を用いた新概念太陽電池の検討

有機半導体単結晶薄膜の形成技術を開発し、不純物や欠陥の少ない有機単結晶薄膜でヘテロ接合を形成することにより、従来値を覆す高い変換効率の有機太陽電池の創出の可能性を検討する。そのために、まず不純物・欠陥の極めて少ない有機単結晶薄膜を超高真空中で成長させる技術を開発する。また、有機単結晶薄膜を太陽電池へ実装するために、有機単結晶薄膜の無機基板へのヘテロ接合の形成技術を開発する。平成20年度は、フラーレンに対するドーパントとして期待されるマグネシウムを電極界面のバッファ層として用いた太陽電池を作製した。マグネシウムを電極界面に挿入することで良好なオーミック接合が形成され、アルミニウムのみ電極に比べて優れた太陽電池特性が得られていることを確認した。更に、熱処理により開放電圧が向上し直列接続が低減した結果、変換効率が1.42%から1.64%へと向上した。このことは、亜鉛フタロシアニンの結晶性の向上によりバルク抵抗が低減したことを表している。

#### ③-3-A：強相関材料を用いた新概念太陽電池の検討

1 eV以下のバンドギャップを有する分子化合物半導体を用いた太陽電池において低エネルギーフォトン

の有効利用と、高エネルギーフォトンによる多重励起子生成の検証により、将来の超高効率太陽電池に寄与が可能であるか検討することを目的として、ショットキー接合型／ヘテロ接合型セルの開発と広帯域フォトン有効利用の実証を行う。平成20年度は、ドナー・アクセプター型分子化合物 DBTTF-TCNQ 単結晶上に、それぞれ正孔と電子を選択的に注入する陽極と陰極を作製し光起電力素子を作製した。暗電流と照射下における電流-電圧特性を測定した結果、1.4 eV 以下の低エネルギーフォトンにおいて光起電力効果を確認することに成功した。

#### ③-3-C：構造制御ナノ材料を用いた太陽電池

金属ナノ材料とナノ半導体材料を組み合わせ、構造制御した金属ナノ粒子の光学非線形特性に着目した新概念太陽電池を開発することを目的に、高効率太陽電池としての要素技術開発とプラズモン電荷分離技術の実証を行う。平成20年度は、新規構造制御半導体電極材料として、酸化タングステンナノチューブ電極を作製し、光電変換特性を評価した。酸化タングステンナノロッド電極は、紫外から可視領域の光電変換特性を示した。さらには、ナノ粒子に比べて表面積が大きいことから、色素分子を吸着させた際に高い変換効率を示した。これらのことから、金コロイド系の電極や光半導体電極として利用可能であることを明らかにした。さらには、電極中の電子拡散係数や電子寿命を評価した。

#### ④-1-A：メカニカルスタック技術の開発

異なる太陽電池のメカニカルスタックを目的として、接合技術の開発と接合による二端子型太陽電池の製造技術の開発を行う。平成20年度は、簡易陽極接合装置を用いて、ガラス／透明導電膜／シリコン基板からなる接合体を形成できることを確認した。接合に必要な温度・電界の関係を把握するとともに、透明導電膜の抵抗率は、陽極接合後においても $1 \times 10^{-3} \Omega \text{cm}$  以下と低抵抗率であることを確認した。また、スマートスタック太陽電池におけるセル間接合技術の開発を目的に、簡易熱圧着装置を用いて透明導電膜を介した異種基材の接合を検討した。熱酸化膜付きシリコン基板とガラス基板とを水素添加酸化インジウム薄膜を介して熱圧着させたところ、電気・光学的な接続が確認できた。また、透明導電膜での電気・光学損失は少ないことを確認した。

#### ④-2-A：高度光閉じ込め技術の開発

薄膜多接合太陽電池の高効率化にとって重要な光マネジメント技術の改善を目的として、多接合太陽電池の最裏面に用いる光散乱基板（フォトリック基板）と、個別の発電層間を繋ぐための波長弁別機能を有した中間層（フォトリック導電膜）を開発する。平成20年度は、フォトリック基板について rigorous coupled-wave analysis (RCWA) 法に基づく数値計算を実施

し、構造・材料パラメータと光散乱効果の対応を把握した。

#### ④-3-A：高性能透明導電膜の開発

幅広い波長領域に感度を有する高効率太陽電池に必要な窓電極の開発を目的として、透明導電膜の移動度の支配的要因の明確化と、高い透明性と高い導電性を兼ね備えた低エネルギー損失窓電極の材料開発を行う。平成20年度は、水素添加酸化インジウム透明導電膜の移動度支配要因を検討し、固相結晶化時の表面構造の変化およびホール移動度の温度依存性より、キャリアの粒界・不純物散乱が一般的な透明導電膜に比べ著しく抑制されていることを確認した。また、アモルファスシリコン／結晶シリコンヘテロ接合太陽電池の窓電極として水素添加酸化インジウム透明導電膜を適用し、窓電極としてスズ添加酸化インジウム透明導電膜を用いた太陽電池に比べ、透明導電膜での吸収損失と空気／透明導電膜／アモルファスシリコン界面での反射損失が低減することを明らかにした。その結果、可視～近赤外領域の分光感度が増加し、短絡電流密度と変換効率が向上した。

#### 【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 薄膜多接合太陽電池、高度秩序構造、メカニカルスタック太陽電池、波長選択型導電層、光マネジメント技術、多重エキシトン生成、二光子利用技術

#### 【研究題目】 太陽光発電システム等に係る設計支援ツール開発

【研究代表者】 菱川 善博（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】 加藤 和彦、高島 工、大谷 謙仁、Adiyabat Amarbayar（常勤職員5名）

#### 【研究内容】

本開発では、わが国の経験を生かした標準的な技術として、太陽光発電ハイブリッドシステムの設計支援ツールを広く提供することを目的としている。本設計支援ツールを活用することによって技術者の作業上の効率化と設計精度の向上が図れる。これにより、地域レベル EMS や ESP 事業の推進において、計画立案や設計の支援を行うことが可能となる。わが国の太陽光発電産業界がアジア地域で村落電化の事業展開を行う際に、本ツールが事業可能性分析を補助することにより、関連の製品を日本から輸出する（あるいは現地生産化する）事業を展開することの一助となる。また、設計支援ツールの標準化を推し進めることで、引いては関連技術の標準化が日本主導で行われていく可能性がある。

平成19年度に続き、NEDO がこれまでに実施してきた太陽光発電システム等国際共同実証開発事業の個別事業（以下、個別事業）の成果を活用し、本開発事業において最大限の取り込みを図るため、計測データを用いて、ハイブリッドシステムの設計に不可欠である村落等の電

力需要パターンを分類し、そのパターン出現に影響を与えたと思われる気象等の環境因子について相関分析および類型分析を行った。

個別事業の成果を活用し、本開発事業において最大限の取り込みを図るために、計測値に基づく定量評価と社会的受容等の定性評価の両面からフォローアップ調査を行うため、平成20年度には、ラオス国・ホイセ村（PV＋揚水力ハイブリッドシステムの個別事業サイト）とタイ王国・リボン島（PV＋DEG ハイブリッドシステムサイト）へ現地調査を実施した。その主な結果を以下に記す。

PV ハイブリッド電源システムを検討する際に PV 出力変動に対する出力調整が可能な補完電源として DEG は有望な選択肢である。PV＋DEG ハイブリッドシステムでは、DEG のランニングコストが経済性評価の主要パラメータとなる。DEG のランニングコストに含まれる DEG 保守点検の費用や周期について参考データが少ないため、詳細検討が困難である。そこで、リボン島のサイトにおける DEG のランニングコスト割合等を明確にすることを現地調査の主目的とし、2006年から2008年度までの関連データを入手した。

太陽光発電ハイブリッドシステム設計支援ツールの開発については、平成18年度～19年度に行った過去の各事業の実施概要および成果の集約、個別事業者へのヒヤリング、及び既存ソフトの特性把握と課題の整理において得られた知見から、本ツールが太陽光発電ハイブリッドシステムの設計を支援する項目について検討した。始めに、プロジェクト開発者は対象とする地域を選定するにあたり、当該地域の気象データや電力需要データを入手する必要がある。本ツールは、過去の事業から得られた実測データや統計値から、必要に応じて時系列のデータを出力することにより、設計を支援するものとした。

地域選択後の電源構成の決定においては、経済性・電力品質・環境性のバランスを考慮して電源を選択する必要がある。本ツールは、プロジェクト開発者に対しては、目的に応じた標準的な電源構成を提示するとともに、プロジェクト実施者にはより自由度の高い電源構成の選択機能を提供する。例えば、プロジェクト開発者向けには、電源の種類を選択により当該地域の気象条件・負荷特性を考慮した各電源の容量構成を、経済性重視・電力品質重視といった設計の基本方針に沿う形で提示することができる簡易モードを用意するものとする。

一方、プロジェクト実施者等のより詳細な評価が必要な利用者は、個々の電源容量を個別に設定し時系列運転シミュレーションを行う詳細モードにより、選択した電源構成における経済性・電力品質・環境性の評価結果を得ることができるものとした。

本事業は、実施期間の中間時点に来たため、これまでに検討してきた設計支援ツールの仕様とそれに基づいて作成されたプロトタイプに対して専門家およびツール利

用者の意見を反映する必要があった。その具体的な方策として、ワークショップを開催し、設計支援ツールを紹介して、有識者から意見及び改善案を頂くこととした。ワークショップの前半では、設計支援ツール開発事業の概要を紹介し、ツールの要求仕様と仕組みについて説明を行い、後半には、開発中の設計支援ツールのプロトタイプを実演し、参加者がツールを実際に使用する実習時間を設けた。参加者は、ハイブリッド電源システムの設計と導入の実績を持つ、NEDO の過去国際共同実証開発事業の委託先担当者を中心であった。参加者数は14名であった。アンケート票への意見および改善案を集計して分析を行った。分析結果から、開発中の設計支援ツールの要求機能は、国内の設計者や専門家のニーズをほぼ満たしており、今後は対象の利用者を絞り、操作性と利便性を向上させて、設計精度と実測データの正確さ等を明確していく必要があることが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、太陽光発電、最適設計、ハイブリッド電源システム

【研究題目】太陽電池評価技術の研究開発

【研究代表者】菱川 善博（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】菱川 善博、土井 卓也、猪狩 真一、河合 信次、飛田 博美、原 由希子、志村 陽哉、新道 一弘、山田 隆夫、高久 清（常勤職員10名）

【研究内容】

#### 1. 新型太陽電池性能評価技術

##### ① 各種新型太陽電池性能評価技術

太陽電池メーカー等で研究・開発された各種新型太陽電池セル・モジュールの測定技術開発および測定を行った。大型太陽電池モジュール内の任意のセルの分光感度を高精度に測定するモジュール分光感度評価の技術を高度化し、多接合モジュールの各セル中の要素セル分光感度の高精度測定を可能とし、測定精度を検証した。各種新型太陽電池の測定を実施した。

##### ② 可変条件性能評価技術

幅広い温度条件における太陽電池特性を正確に評価するためにも昨年度開発のモジュール加熱装置に冷却機能を加え、10℃以下～65℃以上の高温域における太陽電池性能の屋内評価技術を開発した。モジュール温度を約10℃～65℃の範囲で様々な温度に制御した状態での温度均一性が±1.5℃～2℃以内と、温度依存性の高精度な屋内測定が可能であることを確認した。これらのデータを基に、3～4組の温度・照度における少数の実験データから、直線補間・補外法を用いた IV 特性の温度補正、照度補正技術を用いて、任意の照度・温度における IV 特性を計算するアルゴリズムを改良し、従来3～4ステップが必

要であった計算を1ステップで完了できることを明らかにした。

## 2. 校正技術高度化

### ① 一次基準セル校正技術高度化

結晶性の良い基準太陽電池の一次校正を最も高精度に実現できる絶対分光感度法による一次校正方法の実現を目標に、絶対分光感度測定用プローブ光の照射光学系の開発を行った。プローブ光（単色光）の高強度化・高均一化、照射面積の拡大が技術的課題である。マルチインテグレート方式を開発することにより、従来のシングルインテグレート方式に比べて有効照射面積および均一性を20 mm 角から60 mm 角に、±5%から±1%に改善した。一次基準太陽電池の校正を実施した。

### ② 二次基準モジュール校正技術高度化

二次基準モジュールの校正値とソーラシミュレータ設定照度の不確かさ、及びセルの特性バラツキに関して、モンテカルロ法による解析を実施した。基準モジュール方式を採用することにより、基準セル方式に比べて、モジュール測定時における測定値偏り等を解消できることを明らかにした。

## 3. 信頼性評価技術

### ① 複合加速試験技術開発

3SUN 条件下でのサイクル試験が可能な複合加速劣化試験を実施し、デラミネーションや裏面ふくらみといった屋外の主要な劣化症状に対する加速試験の検討を実施した。高温時光照射・温度サイクル試験を実施し、モジュール A（国内 A 社製、多結晶150 mm 角セル12枚）でのデラミネーション発生、モジュール C（国内 B 社製、多結晶125 mm 角セル16枚）での裏面ふくらみの発生とそれぞれの症状の成長を確認した。

### ② 要素技術開発

信頼性評価技術の基礎となる、各種 PV システムにおける不具合事例の不具合事例調査を実施した。例えば宮古島で暴露中のモジュール A では、1年経過のものにはデラミが見られないが、2年経過のものにはデラミが多数見られ、温度サイクル試験のストレスを考慮するときの参考となる知見が得られた。産総研メガソーラーの結晶系モジュールを対象に全数外観検査を開始した。約2割程度の調査。システムにより差はあるが不具合事例としては、デラミネーションがもっとも多くみられ、そのほかにコゲ、クラック、変色などが観察された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、太陽光発電、エネルギー、環境、性能評価、信頼性評価、システム

【研究題目】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクターリゼーション・暴露評価・有害性

## 評価・リスク評価手法の開発

【研究代表者】岩橋 均（健康工学研究センター）

【研究担当者】岩橋 均、吉田 康一、高橋 淳子、堀江 祐範、藤田 克英、西尾 敬子、福井 浩子、石田 規子、早川 三恵子（常勤職員3名、他5名）

### 【研究内容】

in vitro 試験においては、実施計画による6種類の金属酸化物のほか、新たに24種類の金属酸化物ナノ粒子の検討を行い、今年度末までに30種類の金属酸化物の検討を終了した。また、フラーレン C60及び単層カーボンナノチューブ（産総研スーパーグロス）の検討を実施した。その結果、毒性メカニズムについて一定の知見を得、ナノ粒子の毒性要因を推定するに至った。次年度以降、本年度の知見と基に仮説を補強しつつ in vivo との関連についても考察を進める。同時に、炭素系化合物および金属などその他工業ナノ粒子の検討を進めデータの蓄積を行う。in vivo 試験においては、NiO 気管内注入試験、低用量フラーレン気管内注入試験、高用量フラーレン気管内注入試験、多層カーボンナノチューブ気管内注入試験、多層カーボンナノチューブ（MWCNT）吸入暴露試験、フラーレン吸入暴露試験について、20年度内における経時的な試験を実施した。試験内容として、生物学的特徴の観察、酸化ストレスマーカーの計測、網羅的遺伝子発現を行っている。次年度においても新たな試験を開始すると共に上記試験の経時変化の観察を継続する。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】工業ナノ粒子、酸化金属ナノ粒子、フラーレン、カーボンナノチューブ、酸化ストレス、網羅的遺伝子発現解析

【研究題目】有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／革新的塗装装置の開発／二酸化炭素塗装装置の研究開発

【研究代表者】鈴木 明（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】鈴木 明、川崎 慎一郎、南條 弘、相澤 崇史、相田 努、稲 克彦、神位 りえ子、早坂 裕、雪下 勝三、早坂 宜晃、佐藤 勲征、千代窪 毅、中塚 朝夫（常勤職員4名、他9名）

### 【研究内容】

本研究では、従来の主要な塗装方法である有機溶剤系塗料によるスプレー塗装において大量に使用される希釈溶剤（VOC）を、極少量の二酸化炭素に替えることにより低粘性化を図り、同等の塗装仕上げ品質（塗膜均一性、平滑性、鮮映性など）を確保したまま、VOC 排出量を大幅に低減させる革新的塗装法の開発を目的とする。

20年度は、前年度に製作した流通式塗装試験装置を用いて、プラスチック板に紫外線硬化型塗料、一液硬化型



塗料、二液硬化型塗料を希釈溶剤なしで（或いは大幅に低減して）塗装を行い、現在の有機溶剤系塗装での塗装仕上げ品質以上であることを確認した。本塗装結果は、VOC 排出量が2/3以上削減できたことを意味する。次いで、紫外線硬化型塗料を対象として、共同研究社内の実塗装ラインに実用化塗装装置を設置し、携帯電話部品（ボタン部分）18台分を一度に塗装した結果、非常に良好な塗膜であり18台全てが問題なく塗装されていることなどを確認した。その後、本塗装品はユーザーにサンプル出荷を行い合格の評価を得た。また、上記装置での運転結果などに基づき、装置コスト、ランニングコストの低減に関して検討を行った。以上の結果より、本研究開発において、二酸化炭素を用いた流通式塗装法（二酸化炭素塗装）の基本技術を確立した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、塗装、VOC 削減

【研究題目】有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／革新的塗装装置の開発／二酸化炭素塗装装置の研究開発

【研究代表者】鈴木 明（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】鈴木 明、川崎 慎一郎、南條 弘、相澤 崇史、相田 努、稲 克彦、神位 りえ子、早坂 裕、雪下 勝三、早坂 宜晃、佐藤 勲征、千代窪 毅、中塚 朝夫（常勤職員4名、他9名）

【研究内容】

本研究では、従来の主要な塗装方法である有機溶剤系塗料によるスプレー塗装において大量に使用される希釈溶剤（VOC）を、極少量の二酸化炭素に替えることにより低粘性化を図り、同等の塗装仕上げ品質（塗膜均一性、平滑性、鮮映性など）を確保したまま、VOC 排出量を大幅に低減させる革新的塗装法の開発を目的とする。

20年度は、前年度に製作した流通式塗装試験装置を用いて、プラスチック板に紫外線硬化型塗料、一液硬化型塗料、二液硬化型塗料を希釈溶剤なしで（或いは大幅に低減して）塗装を行い、現在の有機溶剤系塗装での塗装仕上げ品質以上であることを確認した。本塗装結果は、VOC 排出量が2/3以上削減できたことを意味する。次いで、紫外線硬化型塗料を対象として、共同研究社内の実塗装ラインに実用化塗装装置を設置し、携帯電話部品（ボタン部分）18台分を一度に塗装した結果、非常に良好な塗膜であり18台全てが問題なく塗装されていることなどを確認した。その後、本塗装品はユーザーにサンプル出荷を行い合格の評価を得た。また、上記装置での運転結果などに基づき、装置コスト、ランニングコストの低減に関して検討を行った。以上の結果より、本研究開発において、二酸化炭素を用いた流通式塗装法（二酸化炭素塗装）の基本技術を確立した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、塗装、VOC 削減

【研究題目】中小企業基盤技術継承支援事業

【研究代表者】松木 則夫

（デジタルものづくり研究センター）

【研究担当者】岡根 利光、廣瀬 伸吾、梶野 知史、石川 純、遠藤 博史、黒須 隆行、梅村 浩之、澤田 浩之、徳永 仁史、古川 慈之、手嶋 吉法、山内 真、Ryabov Oleg、岩本 和世、尾崎 浩一、碓井 雄一、藤瀬 健領、伊藤 哲、花田 康行、今村 聡、松田 五明、塚原 園子、藤木 榮、岩田 一明、城門 由人、篠崎 吉太郎、大谷 成子、住田 雅樹、阿部 健太郎、近藤 孝之、盛 真由美、正島 香央里、篠崎 三千代、江端 幹夫、木塚 優子（常勤職員20名、他15名）

【研究内容】

本研究テーマでは、「①技術・技能の継承・共有化ツール（加工テンプレート）の開発」と「②工程・製造設計支援アプリケーション構築技術開発」の二つの開発課題（サブテーマ）を実施している。前者は鍛造、鍛造、めっき、熱処理という基盤的な加工技術を対象に、技能の抽出と継承のための加工現象の解明と体系化に関する研究と高度技能分析技術の研究を行い、加工テンプレートという形で利用者に提供する。後者は製造業の従事者が自身の持つ業務知識に基づいてアプリケーションソフトウェアを独自に開発するのみならず、それらの改良・保守・運用を可能とするソフトウェア開発技術の研究を実施する。

① 技術・技能の継承・共有化ツール（加工テンプレート）の開発

本事業では鍛造、鍛造、めっき、熱処理の4加工技術を対象に「技能抽出機能」と「技能継承機能」を有し、加工法に関する構造化された知識としての加工テンプレートと、その根拠となる「加工現象に関する共通知識」からなるツールの研究開発を進めた。

鍛造では、昨年度までに開発した7種類のテンプレート（鍛造案の概略設計技能、注湯技能、押湯案設計、湯口系案設計、銅合金溶解技能、鋳鉄溶解技能、欠陥判別・対策）に加えアルミ青銅溶解、片状黒鉛鋳鉄溶解、球状黒鉛鋳鉄溶解の3種類の鍛造テンプレートを開発した。

鍛造では、昨年度までに開発した8種類のテンプレート（据込み、前方押し、後方押し加工圧力計算、パンチ設計、カウンターパンチ設計、ダイ設計、組合せ押し金型設計、多段軸押し金型設計）に加え、容器押し中の温度計算、軸の前方押し中の温度計

算の2種類の鍛造テンプレートを開発した。

めっきでは昨年度までに開発した7種類のテンプレート（欠陥判別、欠陥要因、欠陥対策、機械特性推奨条件提示、光学特性推奨条件提示、磁気特性推奨条件提示、作業工程）に加えの腐食特性・電気特性推奨条件提示、治具作業軌跡の3種類のめっきテンプレートを開発した。

熱処理では、昨年度までに作成した7種類のテンプレート（ガス浸炭焼入変形予測、ガス浸炭欠陥対策、平板タイプ処理品の浸炭時間条件設計、丸棒タイプ処理品の浸炭時間条件設計、窒化・軟窒化時間条件設計、窒化・軟窒化欠陥対策、高周波焼入欠陥対策）に加え、焼入焼戻しとガス浸炭焼入の残留オーステナイト量予測、赤外線分析法と酸素センサー法によるガス浸炭温度雰囲気設計、ガス浸炭技術管理データベースの3種類の熱処理テンプレートを開発した。

それぞれの加工テンプレートについて、2社以上での企業利用評価により、熟練技能の蓄積や継承に効果的であることを確認した。

高度技能分析技術の開発では分析対象の技能として、ガラスの火加工、および砂かけ作業を取り上げ、それぞれ経験の浅い技能者、中堅の技能者、および熟練者を対象に作業の計測を行った。火加工に関しては複数のビデオカメラによる3D計測、サーモビジョンによる加工温度計測、および吹込の圧力計測を実施した。砂かけ作業に関しては、フォースプレートによる作業力計測を、高速度撮影と同期させて実施した。作業結果から、経験の差による作業の差が明確となったが、それに加えて熟練者の間でも各人の作業に個性の存在することが明らかとなった。

## ② 工程・製造設計支援アプリケーション構築技術の開発

業務分析&アプリケーション設計支援ツールの開発および次世代 MZ Platform の開発の2項目について、企業現場での利用を想定した機能の検討とソフトウェアの実装を行った。

### (1) 業務分析&アプリケーション設計支援ツールの開発

業務処理手順を記述するタスクフロー図とシステム分散化情報を示すタスク配置図を開発した。アプリケーションを構築する際には、まずタスクフロー図に基づいてスタンドアロンシステムが生成され、次にタスク配置図に基づいて企業内のネットワーク環境で動作する分散システムへ展開されることになる。

### (2) 次世代 MZ Platform の開発

タスク配置図による分散システム展開を MZ Platform のネットワーク連携機能で実現するための基幹機能整備を行った。ここでは、アプリケーション構成要素の展開形態をコピーと移動の2種類、

展開された各構成要素間の通信形態を一方向と双方向の2種類に分類し、これらの組み合わせによる計4形態の展開方式に対応できるようにしたほか、認証、アクセス制御、整合性チェック機能を作成した。

### (3) アプリケーション自動構築のためのモジュールプログラム群の作成

工程管理システムおよび加工テンプレート構築用のフロー図を作成し、基本要素モジュールを整備した。

[分野名] ナノテク・材料・製造

[キーワード] 技能継承、鋳造、鍛造、めっき、熱処理、コンポーネント技術、XML、業務モデル

[研究題目] 水素先端科学基礎研究事業

[研究代表者] 村上 敬宜

(水素材料先端科学研究センター)

[研究担当者] 高田 保之、藤井 丕夫、藤井 賢一、新里 寛英、Peter Woodfield、城田 農、Elin Yusibani、赤坂 亮、小川 邦康、深井 潤、伊藤 衡平、河野 正道、久保田 裕巳、迫田 直也、日高 彩子、滝田 千夏、桃木 悟、山口 朝彦、Jambal Odgerel、小清水 孝夫、門出 政則、光武 雄一、石田 賢治、野口 博司、松岡 三郎、東田 賢二、濱田 繁、井藤賀 久岳、高橋 可昌、大西 勝、尾田 安司、青野 雄太、田中 将己、齋藤 翼、堤 紀子、藤原 広匡、近藤 良之、高木 節雄、土山 聡宏、福島 良博、峯 洋二、久保田 祐信、Jean-Marc Olive、Sergiy M. Stepanyuk、金崎 俊彦、西村 伸、山辺 純一郎、安達 隆文、Gary B.Marquis、Niclas Saintier、水口 健吾、安永 幸司、野尻 千佳、谷口 隆夫、泉 義徳、高井 健一、早川 正夫、松永 久生、徳光 英之、中山 純一、古賀 敦、大塚 雅也、Brian Somerday、Petros Sofronis、Robert O.Ritchie、Richard P. Gangloff、Ian M.Robertson、Roderick A. Smith、Ali Erdemir、John S. Vetrano、堀田 敏弘、畠山 和久、有永 伸行、綾香 りつこ、高津 須嘉生、杉村 丈一、間野 大樹、村上 敬、三室 日朗、山神 成正、金田 克夫、斉藤 慶子、宮越 栄一、村上 輝夫、和泉 直志、澤江 義則、森田 健敬、

田中 宏昌、中嶋 和弘、坂井 伸朗、  
 福田 応夫、八木 和行、権藤 誠吾、  
 黒野 好恵、佐々木 信也、奥村 哲也、  
 金山 寛、柿本 浩一、塩谷 隆二、  
 荻野 正雄、西村 憲治、宮崎 則幸、  
 松本 龍介、武富 紳也

(常勤職員5名、他99名)

#### [研究内容]

水素と材料に関わる種々の現象を科学的に解明して各種データを産業界に提供するとともに、経済性を考慮しつつ安全に水素を利用するための技術指針を確立することを目標として、①高压水素物性、②金属材料の水素脆化の基本原理解、③金属、非金属材料の長時間使用と加工の影響、④高压水素トライボロジー特性、⑤水素の挙動シミュレーションについて研究を行います。

今年度は、以下の成果が得られました。

- ・バーネット式 PVT 測定装置、水素粘性係数測定装置、溶解度測定装置を各々高压仕様 (~100 Mpa) に改造し、高压下での水素の特性や挙動を調査しました。非定常短細線式熱伝導率測定装置の開発、露点測定装置の設計及び取得データとの相関を確認しました。2種類の水素物性データベース (All in 1 CD と EXCEL 用ライブラリ) を開発しました。
- ・高压水素ガス環境下における疲労き裂発生・進展試験や分析等による疲労き裂先端での転位状態の映像化、マイクロ破面観察を行い、高压水素ガス環境下における水素脆化は、水素によるき裂先端でのすべり局在化による延性破壊であることを実証しました。
- ・金属材料等の特殊熱処理で水素を除去すると、疲労き裂進展が減速することを明らかにしていくとともに、フレッティング疲労、切欠き材・溶接継手の疲労等部品・接合部材に関する研究を実施し、得られた基礎研究成果をトラブル解析や実証済み部品の調査に活用しました。
- ・高压水素ガスシールに用いられる O リング用ゴム材料について、高压水素曝露時のブリスタ現象をモデル化し、発生した気泡からき裂が発生する際の気泡内圧を、ブリスタ発生限界内圧として定量的に把握しました。高压水素ガスシール用ゴム材料の設計指針としてブリスタ発生限界内圧が高く、水素溶解量が低いゴム組成が望ましいことを見いだしました。候補材として EPDM-WC95部材を選定し、O リング試作の上、高压水素加減圧試験を実施しました。本評価法を活用し、材料特性と実際の使用環境におけるシール性能の相関が検討可能となりました。
- ・水素環境下で作動する機器の摩擦摺動部では、材料表面で起こる諸現象が大気中とは異なり、摩擦係数、摩擦耗量、転がり疲れ寿命などに大きく影響する場合があります。高压水素曝露の影響、水素純度の影響などに着目してトライボロジー特性のデータを取得すると

もに、そのメカニズムの解明を進めました。

- ・水素用高压タンクの高耐圧化、軽量化を目的として、FRP 層の複雑な巻付手法と材料異方性を考慮した、3次元複雑形状のアセンブリモデリングによる応力解析を可能にしました。
- ・高压水素蓄圧器の健全性評価を実施し、35 MPa 蓄圧器 (霞ヶ関水素ステーション) や、20 MPa 蓄圧器 (民間企業) における鏡部内面のしわや胴部表面の腐食状況などを検査しました。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 水素エネルギー、水素脆化、水素物性、トライボロジー、シミュレーション

#### [研究題目] 健康安心プログラム／糖鎖機能活用技術開発

[研究代表者] 成松 久 (糖鎖医工学研究センター)

[研究担当者] 成松 久、平林 淳、亀山 昭彦、池原 譲、梶 裕之、新聞 陽一、久野 敦、梅谷内 晶、久保田 智己、佐藤 隆、千葉 靖典、安形 高志、館野 浩章、伊藤 浩美、天野 仰、尾崎 秀徳、清原 克恵、豊田 雅哲、曾我部 万紀、平野 朋子、板谷 純、角田 由紀、助川 昌子、萩原 梢、松浦 ナナ、松田 厚志、松崎 秀樹、村上 仁子、中川 知美、久保 嘉子、古泉 幸子、小園 裕子、高崎 延佳、大西 弘恵、白川 彩弓、松野 裕樹、澤木 弘道、野々村 智尋、大道 信子、光永 佳奈枝、成松 由規  
(常勤職員14名、他27名)

#### [研究内容]

産総研糖鎖医工学研究センターは、ヒト糖鎖関連遺伝子ライブラリーおよび糖鎖構造解析技術という世界に秀でた遺伝子資産と技術・装置・データベースを保有している。この優位性をいち早く医療分野において産業応用するためには、糖鎖関連バイオマーカーをヒトの健康に関わる重要な病気・疾患に役立てることがもっとも有効であり、健康、長寿に大きく貢献する診断技術の開発に繋がると考えられる。そのために、臨床機関との連携で入手した臨床試料から、疾患を反映して構造が変化している糖鎖を濃縮し、質量分析計やレクチンマイクロアレイによる方法で構造解析する技術の開発、糖鎖改変動物や改変細胞を作製して、糖鎖の機能解析・検証技術の開発、ならびに疾患糖鎖に特異的親和性を示す糖鎖抗体やレクチンなどの糖鎖認識プローブの作製技術の開発を掲げ、この重要課題に取り組んでいる。特に、上皮性粘液中の主要な成分であるムチンは、腫瘍マーカー開発における重要なターゲット分子である。プロテオミクスなど従来の分析技術では解析できない巨大タンパク質である

ムチンを解析するため、分子マトリクス電気泳動法 (SMME) という分離分析簡便な手法を開発した。分離されたムチンは質量分析計やキャピラリー電気泳動による糖鎖解析のほか、膜上で抗体による染色を施すことも可能であり、ムチンを多く含む生体試料、例えば膵液、胆汁などを分析対象とする糖鎖バイオマーカー探索に利用している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖、グライコプロテオミクス、糖タンパク質、がん、バイオマーカー、糖鎖構造解析、血清、臨床試料、診断

【研究題目】 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／糖鎖プロファイリングによる幹細胞品質管理、安全評価システムの研究開発

【研究代表者】 平林 淳 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】 平林 淳 (常勤職員4名、他5名)

【研究内容】

本研究開発は再生医療における幹細胞群の評価システム構築のため、糖鎖の構造に着目した糖鎖プロファイリングと言う新たなアプローチを産業界、医療界にいち早く位置づけるため TR (Translational Research: 橋渡し研究) として行うものである。産総研が原理開発し、(株) モリテックスが製品化したレクチンマイクロアレイによる糖鎖プロファイリング技術を、国立成育医療センターにいち早く移転し、再生医療に供する各種幹細胞 (間葉系幹細胞、ES 細胞) 相互の識別、および分化前後における細胞表層糖鎖の比較プロファイリングを3者の共同研究体制下で行う。本プロジェクト (平成19年度下期～平成20年度末) の実施期間は比較的短期間であるが、開発研究の成果を最終的に市販プロファイラー装置、GlycoStation™ に装着することを想定し、解析ソフトの開発を行う。このことで糖鎖プロファイリングの細胞評価法としての途を拓くことが本プロジェクトの目的となる。

上記目的を達成するため、平成20年度においては以下の研究項目を遂行した。i) (株) モリテックスが製造する市販レクチンチップ LecChip™ の性能評価、ならびに ii) 国立成育医療センターが調製した各種幹細胞、間葉系幹細胞ならびに ES 細胞 (ハーバード大学経由) を解析すべく、関連プロトコルの最適化をおこなった。その結果、細胞糖鎖プロファイルを生分化前後、ならびに細胞相互で明確に識別することができた。また、専門の研究者の判断を仰ぐ必要性を省いたデータ解析用のソフト開発をモリテックス社と共同で開発し、その成果を GlycoStation™ に搭載すべく、専用解析ソフト (GlycoStation™ Tools 2.0) として完成させた。一方、従来の解析法 (細胞膜を溶解させて蛍光標識) とは別に、生細胞をそのまま壊さずに解析することが可能な

生細胞プロファイル法についても産総研グループで鋭利改良し、細胞回収から糖鎖プロファイリングまでの全工程を1時間で完成させるプロトコル開発に成功した。本成果も成育医療センターへと技術移転を果たした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖鎖プロファイリング、再生医療、レクチンマイクロアレイ、幹細胞

【研究題目】 バイオ燃料の品質規格及び計量標準に関する研究開発 (新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発 (先導技術開発))

【研究代表者】 後藤 新一

(新燃料自動車技術研究センター)

【研究担当者】 古谷 博秀、広津 敏博、小熊 光晴、佐々木 利幸、高本 正樹、土井原 良次、小淵 存、内澤 潤子、難波 哲哉、羽田 政明、鈴木 邦夫 (常勤職員10名、他1名)

【研究内容】

本研究開発では、2015～2020年頃に実用化されるであろうエタノールおよびバイオディーゼル燃料に対し、品質規格と計量標準を策定し、JIS 規格および国際規格策定に貢献することを目的とする。具體的には、1) ガソリン混合用エタノールの品質規格に関する研究開発、2) エタノール混合ガソリンの計量標準規格に関する研究開発、3) バイオディーゼル燃料の品質規格とエンジン排出ガス特性に関する研究開発の3テーマを実施している。

平成20年度の成果の成果を以下に示す。

1) ガソリン混合用エタノールの品質規格に関する研究開発

ガソリン混合用エタノールの規格は、自動車技術会の JASO 規格として、自動車燃料-混合用エタノール JASO M361:2006 (委員長: 後藤) が制定されている。これをベースに、JIS 原案を作成する。これまで、アルコール協会が、各国の燃料エタノール規格の比較表を取りまとめていることから、その中で重要項目の精査を行った。また、重要項目の測定方法の検証を行った。

2) エタノール混合ガソリンの計量標準規格に関する研究開発

液物性がエタノール用流量計の特性に対して与える影響を調査するため、特性評価用流量計を、高精度な産総研の水、灯油、軽油の装置によって校正することで特性変化を調査し、今後のエタノール実液での簡易標準装置による校正結果と比較を行う上での基礎データを取得することができた。また、洗浄による影響や液変換時の混合の問題点などが抽出された。

3) バイオディーゼル燃料の品質規格とエンジン排出ガ

ス特性に関する研究開発

BDF の品質規格については、BDF の酸化安定性について、新規 BDF の酸化安定性試験を実施すると同時に、新規測定方法についても従来方法との比較を行い、その検証を行った。

エンジン試験および排ガス特性に関しては、ジャーク式の単気筒エンジンを用いて BDF 燃料成分が排出ガス排出特性に与える影響を調べると共に、酸化触媒や尿素 SCR 触媒において触媒性能に及ぼす有機成分（未燃 BDF、アルデヒドなど）の影響把握を行った。さらに、国連傘下の技術標準国際フォーラムにおける粒子状物質計測プログラム：PMP が推奨する粒子状物質個数計測装置を導入し、バイオ燃料を用いてこれまで計測を行ってきた粒子状物質計測手法との比較を開始した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] バイオマスエネルギー、バイオエタノール、バイオディーゼル、品質規格、計量標準

[研究題目] 革新的次世代低公害車総合技術開発（新燃焼方式の研究開発及び燃料の最適化・革新的後処理システムの研究開発）

[研究代表者] 後藤 新一

（新燃料自動車技術研究センター）

[研究担当者] 小熊 光晴、辻村 拓、佐藤 謙一、岩品 智也、葭村 雄二、小渕 存、内澤 潤子、難波 哲哉、飯島 則夫、浜田 秀昭、佐々木 基、羽田 政明、Asima Sultana、千葉 晃嗣  
（常勤職員10名、その他5名）

[研究内容]

本プロジェクトは平成16年度に開始され、本年度は最終年度に当たる。企業との共同研究開発体制において当研究所は、主に、1)新燃焼技術開発および燃料設計、2)高効率 DeNOx 反応プロセスの探索、3)熱回収型コンバータの開発を担当した。研究期間全般を通してのこれら各課題の研究結果概要は以下の通りである。

1) ディーゼルエンジンにおいて、窒素酸化物（NOx）および粒子状物質（PM）の排出量がトレードオフの関係にあることを打開する策として、予混合圧縮着火燃焼方式（PCI 燃焼方式）等の新燃焼方式に注目した。その中で、従来型燃焼方式および新燃焼方式に対する燃料性状の影響を明確にし、最適燃料性状の提案および最適燃料の JE05モードによる実証評価を目標とした。燃料の影響度を明確化するため、燃料着火性（セタン価）、芳香族炭化水素、揮発性がエンジン性能に及ぼす影響を、従来型エンジンおよび先進的要素技術を搭載した単気筒エンジンにより評価した。単気筒エンジン評価から、燃料噴霧による混合気

形成が不十分な場合には燃料性状の影響が強く現れ、燃料着火性の低下による予混合期間の長期化および揮発性向上による蒸発促進により燃焼性能が改善された。また、超高压噴射を適用し十分な混合状態を確保した場合でも、着火性の低下および芳香族分の削減は Soot 低減をはじめとする燃焼改善に寄与することを明らかにした。以上より、最適燃料性状として、従来の JIS2号軽油と比べて低着火性（セタン価<45）であること、90%留出温度が100℃程度低いこと、芳香族分を含まないことの3点がディーゼル燃焼改善に貢献することを提言し、これらを満たす新燃料を多気筒エンジン評価に用いることとした。JIS2号軽油および最適燃料について、本事業で企業により開発されたシーケンシャル型3段過給システムを搭載した多気筒エンジンにおいて、過給および EGR の強化、燃料噴射時期の最適化、PCI 燃焼の適用等により研究目標の達成を目指した。JE05モードの高頻度点における定常評価を行った結果を基に、排気・燃費性能を向上するエンジン燃焼制御コンセプトを提案した。JE05モードによる過渡運転性能の評価ではディーゼルパーティキュレートフィルタ（DPF）および試作 NOx 後処理装置等を装着し、JIS2号軽油および最適燃料について、エンジン燃焼制御を最適化することにより、NOx 排出量0.2 g/kWh 以下、PM 排出量0.01 g/kWh 以下等の研究目標を達成した。

2) 高効率 DeNOx 触媒の開発について、CO による NO 選択還元反応に活性を示す Ir/SiO<sub>2</sub>触媒の性能改良を検討した。Ir/SiO<sub>2</sub>への第2成分の添加効果を検討したところ、アルカリやアルカリ土類金属、特にバリウム（Ba）の添加が効果的なこと、シリカ担体に Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>や WO<sub>3</sub>を複合させることにより活性が向上することを見出した。Ir/SiO<sub>2</sub>に Ba と WO<sub>3</sub>を複合させた Ba/Ir/WO<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>では NO 還元活性が更に大きく向上し、300℃付近で90%を超える NOx 除去率を示す触媒を開発した。このようにして開発した有望な触媒についてモノリス触媒の作製・模擬排ガスによる性能評価を行い、モノリス化しても粉体触媒と同様の触媒特性を示すことを明らかにした。活性および耐久性の点からみて、本研究で開発した触媒の中では Ba/Ir/WO<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>触媒が最も有望であった。さらに、中間評価で受けた意見を基に研究方針の見直しを行い、「90%以上の活性」、「低温活性」を両立できる触媒システムの検討を行った。これまでの CO-SCR 触媒の技術を活かしつつ、高性能化を図るために、広範囲温度域で高い NOx 浄化性能を示す NH<sub>3</sub>-SCR とのハイブリッド化を検討した。その結果、前段に NH<sub>3</sub>-SCR 触媒として Cu/Beta、後段に CO-SCR 触媒として WO<sub>3</sub>/Ir/SiO<sub>2</sub>を配置した触媒システムを有望な高効率 DeNOx 触媒システムとして提案した。これについて、さらにハニカム触媒の作製・実排ガス評価を行い、後

処理触媒システムとしての有効性を確認した。一方、プロジェクトの最終目標を達成するために熱回収型コンバータには尿素 SCR 触媒を搭載することを決定したことから、尿素 SCR の基本触媒である  $\text{NH}_3$ -SCR 触媒の改良研究も実施した。実使用条件で問題となる炭化水素による性能劣化を抑制した触媒の検討を行い、炭化水素が共存する条件でも高い  $\text{NO}_x$  浄化率を示す Cu-Na-ZSM-5、炭化水素による活性低下がほとんどない Cu-H-FER を見出し、候補触媒として提案した。

- 3) 熱回収型コンバータについては、燃費向上技術が進み排ガス温度が低下してきたとしても高い排ガス浄化性能が維持できることを目指して、触媒コンバータで生ずる熱をその下流から上流に内部熱交換（熱回収）することにより、比較的低温の排ガス条件でも触媒層温度を上昇させて高い反応効率を実現できる革新的なコンバータの開発に取り組んだ。シミュレーションによる熱交換機能と触媒反応の組み合わせ効果の予測、向流プレート型構造を基本とする数種類の熱交換-触媒一体型反応器（コンバータ）の試作による検討を経て、最終的にはセラミックハニカム触媒を収納できる実用的な熱回収型コンバータ構造を確定した。 $\text{NH}_3$ -SCR 触媒を搭載した実スケール（正味体積21 L）の試作器において、排ガス処理流量1800 NL/min で熱回収率74%（熱通過率104 W/K）、200°Cでの  $\text{NO}_x$  転化率99%の性能を確認した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] ディーゼルエンジン、予混合圧縮着火燃焼、PCI、 $\text{NO}_x$  除去触媒、熱回収型コンバータ

[大項目名] ゲノム創薬加速化支援バイオ基盤技術開発

[中項目名] モデル細胞を用いた遺伝子機能等解析技術開発

[研究題目] 細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発

[研究代表者] 浅井 潔（生命情報工学研究センター）

[研究担当者] 浅井 潔、秋山 泰（平成19年12月まで）、堀本 勝久、富永 大介、油谷 幸代、中津井 雅彦、井口 富久美、中川 康二（平成19年9月まで）、孫 富艶（平成20年3月まで）  
（常勤職員5名、他1名）

[研究内容]

生命情報工学研究センターの研究課題は、細胞アレイによって観測された時系列画像データからネットワーク動態を推定する創薬支援技術を開発することである。そのために、3つの課題について研究を遂行した。詳細については、以下の通りである。

- (1) 細胞アレイ観測装置から得られる撮影画像データか

ら各細胞を追跡し、その変化を自動的に計量するソフトウェアを、微弱な蛍光輝度の画像データに特化したアルゴリズムに改良した。この改良により、データの連続性及び数値化の頑強性の点からダイナミクス解析が可能な数値データへの変換を実現した。

- (2) 数値化された時系列データについて、各計測時間及びすべての計測時間において統計的に比較する方法を開発し、siRNA 干渉及び阻害剤による効果の有無を推定することを可能にした。実験的な阻害効果の有無に基づいて数値時系列データに比較を行い、活性化ネットワーク候補を推定する。特に、様々な刺激に応答する、リン酸カスケードの最終出口の *cic-element* をアッセイできる系の確立は世界で初めてであり、様々な分野における適用可能性を示唆する。
- (3) 統計的に絞れ込まれた活性化ネットワーク候補において、動態解析によりネットワーク上の詳細な活性化経路を推定する。この際、計測データは最終出口の *cic-element* の数値時系列データのみであるので、通常のパラメータ最適化法は利用できない。そのためには計測値のない変数を含むネットワーク動態解析法が開発が要求される。昨年度開発したラプラス変換に基づく代数算法は適用範囲が狭い、推定解が脆弱、などの欠点があり改良を試みた。その結果、Differential Elimination と遺伝的アルゴリズムとの組み合わせによる手法を開発し、ラプラス変換に基づく代数算法に比べはるかに良好な結果を得ることができた。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 画像処理、文献情報、遺伝子発現、時系列解析、ネットワーク、微分方程式モデル、記号計算、数値解析、動力学的定数

[研究題目] 完全長 cDNA 構造解析プロジェクト成果普及事業（機能等不明な配列情報を対象としたアノテーション情報の付加）

[研究代表者] 今西 規（バイオメディシナル情報研究センター）

[研究担当者] 今西 規（常勤職員1名、他5名）

[研究内容]

ヒト完全長 cDNA クローンの利用価値を明確にするため、現時点で機能が不明なタンパク質をコードする cDNA クローンの配列に対して進化的保存性の評価、発現頻度の評価、ゲノム多型による影響の評価を合わせて行うことにより、総合的な機能推定の成果をヒト遺伝子と転写産物の統合データベース H-Invitational Database (H-InvDB) 等から公開することを目標とした。まず、本事業で解析対象としたヒト cDNA クローン配列は、NEDO「完全長 cDNA 構造解析」プロジェクトで解析されて日本 DNA データバンクより公開されている28,268件である。このうち H-InvDB リリース 6.0 で「機能未知」とされている cDNA は10,734件

(38%)である。このほか、H-InvDB リリース6.0で公開されているヒト遺伝子クラスターの代表配列43,159件も比較のために解析の対象とした。まず、チンパンジー、オランウータン、アカゲザルの3種の霊長類全ゲノム配列に対する比較ゲノムマッピングを実施した。産業技術総合研究所バイオメディシナル情報研究センターにて開発した統合解析システム SuperTACT を、ヒト cDNA と異種ゲノムの間でのマッピング解析が高精度かつ高速に実施できるように改良し、PC クラスターを用いて解析を実施した結果、90%以上のヒト cDNA が一定の基準で霊長類ゲノムにマッピングできた。次に、この結果を用いてヒト cDNA のコーディングポテンシャルの推定を行った。ここでは、ORF の20残基ごとのウインドウ解析により同義置換率に対する非同義置換率の比率が有意に低いことを尺度として用い、タンパク質のアミノ酸配列に対する進化的保存性が認められるかどうかを判定した。これにより、比較解析が可能であった26,262件のうち9,126件(35%)のヒト cDNA について、ヒトと3種の霊長類いずれかの間で少なくとも配列の一部に高い保存性が認められた。一方、完全長 cDNA に対応するヒト遺伝子の発現頻度情報を整備した。ゲノムネットワークプロジェクトの成果である CAGE タグクラスターと国際塩基配列データベースの EST 配列を集め、cDNA から予測されたヒト遺伝子との対応付けを行い、各遺伝子の発現頻度を高発現、中程度発現、低発現の3段階に分類した。その結果、機能未知のヒト遺伝子の中にも高発現のものが見受けられるなど、機能推定の手がかりとなる発現情報を整備した。さらに、cDNA のアノテーションの精度向上を目的に個人全ゲノム配列に対するマッピングを行った。これにより、一塩基置換 (SNP) を考慮した配列解析を行い、ORF の予測精度が向上し、その結果遺伝子の機能予測の精度が向上したと考えられる。以上の解析結果をまとめ、H-InvDB リリース6.2のアノテーション・トピックスのページ、ゲノムブラウザ G-integra の霊長類ゲノムのページ、Evola CSM のページにて2009年3月30日より一般に公開した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ヒト遺伝子、H-InvDB

【研究題目】 次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクト

新構造極限 CMOS トランジスタ関連技術開発

【研究代表者】 金山 敏彦

(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】 金山 敏彦、高木 信一、太田 裕之、森田 行則、右田 真司、水林 亘、田岡 紀之、堀川 剛、木曾 修、糸賀 賢郎、野尻 真士、高野 美和子、

多田 哲也、西澤 正泰、

Pobortchi Vladimir、Bolotov Leonid、

水野 智久 (常勤職員7名、他10名)

#### 【研究内容】

高機能 LSI の実現に不可欠な半導体デバイスの微細化を進めるためのデバイス・プロセス基盤技術の研究開発を行う。本研究では、2007年版の国際半導体技術ロードマップ (ITRS 2007) で示されている hp32 nm を超える極微細な半導体デバイスを実現するために必要な、新構造極限 CMOS トランジスタに関連する革新的な基盤技術を開発することを目的とする。具体的には、MIRAI 第3期前半までに既に開発済みの高移動度チャネル材料技術やひずみ導入による高移動度化技術の利用に加えて、「バリスティック効率」を向上することを主な開発目標とする。本目標の達成のため、シリコン MOS トランジスタのソース・ドレインの材料・構造、チャネル材料・構造を制御してバリスティック効率を向上させオン電流を増大させることを目指す。

そこで、本研究開発では、hp32 nm を越える技術領域でゲートの静電支配力を確保し、短チャネル効果を低減するために必要となると予想される薄膜 SOI トランジスタやマルチゲートトランジスタを対象に、①原子層レベル界面制御によるメタルソース・ドレイン形成技術およびショットキーバリアハイト制御技術の研究開発、②高駆動力ゲートスタック形成技術開発、③微細トランジスタ作製プロセス技術開発、④計測・解析技術開発、⑤バリスティック CMOS トランジスタの特性シミュレーションおよび最適設計技術 (再委託研究)、の5つの研究課題に取り組んでいる。

① 原子層レベル界面制御によるメタルソース・ドレイン形成技術およびショットキーバリアハイト制御技術の研究開発

メタルソース・ドレイン構造はバリスティック輸送特性が顕在化するような極微細 CMOS プロセス技術に適した技術である。本研究開発では、メタルソース・ドレインとチャネル間の界面揺らぎに伴うトランジスタの性能劣化を抑え、かつ適切なソース・ドレイン端におけるバリアハイト調整による、高駆動力、低オフリーク電流を達成するための技術開発を行う。平成20年度は、ニッケルシリサイド材料を用いたメタルソース・ドレイン構造を作成し、シリサイドの界面に不純物を偏析させて活性化を行った。その結果、不純物の種類を変えることで、電子およびホール伝導に対してそれぞれ0.1 eV 以下という非常に小さなショットキーバリアを実現することに成功した。

② 高駆動力ゲートスタック形成技術開発

hp 32 nm を超える極微細 CMOS において、低電源電圧、低消費電力、高電流駆動力を実現するためのチャネル表面の原子レベル平坦化技術、および、メタルゲート電極、高誘電率ゲート絶縁膜材料技術の開発

を行う。平成20年度は、平面型トランジスタあるいは、マルチゲートに代表される各種立体型トランジスタのチャンネル面（トランジスタの電流走行面）として活用が期待される、Si (100)、(110)、(111) 各表面において、低 pH フッ酸処理とその後の水素アニール処理により、原子層レベルの平坦化を実現する技術を開発した。チャンネルを走行する電子はチャンネル面の凹凸によるラフネス散乱を受けることが知られており、本技術によりラフネス散乱の大幅な抑制が期待できる。また、このような平坦表面上の High-k 膜形成にも進捗があった。一般に、Si 表面は疎水性（水を弾く）性質があるため、その上に High-k 膜を有機原料を用いた原子層成長法により成長すると、原料の濡れ性がよくなく良好な High-k 膜ができなかった。本年度、Si 最表面に対して H<sub>2</sub>O を用いて親水化する技術を開発し、これを用いて high-k 膜を成長したところ、等価酸化膜厚0.6 nmを実現した。

### ③ 微細トランジスタ作製プロセス技術開発

①、②で開発したメタルソース・ドレイン形成技術およびメタルゲート電極／高誘電率絶縁膜からなるゲートスタック形成技術を取り入れた、極微細 MOSFET の作製プロセスを構築することで、準バリスティック効率向上の実証するとともに、準バリスティックトランジスタ製造プロセスの基盤技術を構築することを目的とする。平成20年度はゲート長寸法、35 nm のメタルソース・ドレインを有する、SOI トランジスタの試作プロセスを産総研西スーパークリーンルーム産学官連携研究棟にて構築するとともに、今後のさらなる微細化の課題抽出を行った。

### ④ 計測・解析技術開発

本技術開発では、準バリスティック輸送特性の電気評価解析技術および、物理計測解析技術開発を行う。電気評価解析技術に関連して、平成20年度は、準バリスティック輸送特性評価に不可欠の電気特性評価システム（極低温プローバー）を導入、立ち上げを行った。STM によるドーパント分布、ポテンシャル分布測定技術研究開発では、走査探針と試料のギャップ長を変調した時のトンネル電流の変化分を測定する、真空ギャップ変調 (VGM) 法を用いて、Si デバイス構造におけるポテンシャル分布計測を行った。この結果、VGM 法により求めた接合深さと、二次イオン質量分析 (SIMS) 法により求めた接合深さが一致することを確認し、VGM 法が Si デバイスのポテンシャル分布計測に有効であることを示した。また、STM シミュレータの開発に関しては、今年度は、STM 計測用シミュレータへのトンネル電流計算機能の付加を行った。ナノデバイス構造のフォノン特性評価解析技術の研究開発では、浅いトレンチによる素子分離 (STI) 構造の断面で、紫外線励起共焦点顕微鏡ラマン分光法による応力分布測定を行い、応力方向の解析

と、断面を切り出すことの応力分布に与える影響を解析することに成功した。

### ⑤ バリスティック CMOS トランジスタの特性シミュレーションおよび最適設計技術

本研究は再委託研究として実施された。再委託先は神戸大学大学院工学研究科 電気電子工学専攻 土屋研究室である。本研究開発では、当該研究室で独自に開発した量子補正モンテカルロ・デバイスシミュレータを用いて、新構造極限トランジスタのバリスティック効率を向上させるための最適デバイス設計指針を構築する。平成20年度は、チャンネル中で電子の受ける弾性散乱、及び非弾性散乱が準バリスティック輸送効率に与える影響をシミュレーションし、1) 弾性散乱は、バリスティック効率を低下させること、また、2) 非弾性放出過程は、長チャンネルでは、バリスティック効率を低下させるものの、極短チャンネルでは、後方散乱の抑制が効きバリスティック効率を向上させることを、明らかにした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】半導体、シリコン、ゲルマニウム、高電流駆動力 CMOS、移動度、バリスティック輸送、メタルソース・ドレイン、ひずみ計測、ポテンシャル計測、走査トンネル顕微鏡、ラマン分光、高誘電率ゲート絶縁膜、ゲート電極

【研究題目】高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業／ナノ材料 (CNT など) の選択的形成技術

【研究代表者】 島 賢治

(ナノチューブ応用研究センター)

【研究担当者】 島 賢治、山田 健郎、二葉 ドン、三宅 晃司、早水 裕平、樋田 竜男、Subramaniam Chandramouli、小橋 和文、牧本 なつみ、山本 由貴、山田 幸子 (常勤職員4名、他7名)

【研究内容】

カーボンナノチューブカンチレバーの共振周波数を測定するため、昨年開発した光励起型振動測定評価装置の性能を向上させた。この装置は、カーボンナノチューブカンチレバーに励起用レーザーを照射し、その熱エネルギーによりカーボンナノチューブカンチレバーを振動させ、さらにディテクションレーザーによりカーボンナノチューブの振動変位を読み取る装置である。この装置の光路の見直し、レーザービームの最適化、振動信号の読み取り方法の改善を行うことにより、作製したカーボンナノチューブカンチレバーの振動特性を感度良く評価できるようになった。さらに、真空中においても性能向上以前は不可能であった評価が性能向上後は可能となり、レーザー励起によるカーボンナノチューブカンチレバー



共振状態を測定可能とした。その結果、従来不可能であった大気中および真空中での振動特性の比較が可能となった。

CNT ウェハから CNT 細線を加工し、4端子法により電気特性評価を詳細に行った。その結果、CNT の配向方向に対して平行方向には抵抗率 $0.008 \Omega \cdot \text{cm}$ 、垂直方向では $0.20 \Omega \cdot \text{cm}$  と顕著な異方性を有し、それぞれの測定方向において用いた CNT-Wafer の厚みには依存しなかった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、スーパーグロース、CNT-wafer、MEMS、デバイス、評価技術

【研究題目】 ナノテクノロジープログラム/カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト

【研究代表者】 飯島 澄男

(ナノチューブ応用研究センター)

【研究担当者】 飯島 澄男、湯村 守雄、畠 賢治、二葉 ドン、山田 健郎、羽鳥 浩章、棚池 修、岡崎 俊也、斎藤 毅、保田 諭、Ming Xu、佐藤 潤一、山田 真帆、何 金萍、鄭 淳吉、後藤 潤大 (常勤職員9名、他7名)

【研究内容】

本プロジェクトは、従来の活性炭を電極に用いたキャパシタの代わりに、カーボンナノチューブを用いた高性能キャパシタを開発するために、スーパーグロース合成手法を用いてカーボンナノチューブ量産化技術およびキャパシタ製造技術を確立することが目的である。この目標を達成するため、カーボンナノチューブ量産化技術に関する基礎的研究を行い、以下の5つの開発項目を行った。

① 触媒・助触媒・基板の研究

湿潤触媒製膜方法において、塗布溶液の長期保存安定性および塗布の安定性を向上させることができた(塗布不良が発生する頻度が減少した)。また、基板の単位面積当たりのカーボンナノチューブの収量が従来よりも1.5倍向上して、ウェット触媒のカーボンナノチューブ成長の改善傾向を見出すことに成功した。カーボンナノチューブ生産における低コスト化のために触媒基板の再利用プロセスについて検討した。一度カーボンナノチューブを成長させた使用済みの触媒の上に、新しい触媒を積層することで基板を再利用する新しいプロセスを開発した。このプロセスによって、10回以上の基板再利用に成功した。金属基板を何度も繰り返しCVDにかけてカーボンナノチューブが生産可能である、という知見を得ることができた。

② 大面積化カーボンナノチューブ合成技術の研究

A4サイズ基板に成長させた単層カーボンナノチューブ構造体の品質評価を詳細に行った結果、面内の不均一性が新しい課題として判明した。また、スーパーグロース大面積CVD合成装置検討システムでのカーボンナノチューブ成長の再現性が低いという課題もあったが、原因解明のための対策・実験を継続したことで再現性向上の可能性を見出すことに成功した。流体シミュレーションによって、連続合成検討システム(連続炉)に搭載する各種要素技術について、カーボンナノチューブ合成に最適なガス給排気系を設計し、連続合成検討システム(連続炉)を立ち上げることに成功した。その後、実験条件を最適化することにより、従来法とほぼ同等の単層カーボンナノチューブ構造体を合成することに成功した。

③ 長尺化・高効率カーボンナノチューブ合成技術の研究

基板面積当たりの収量を増加させるために、反応ガスの流量および熱履歴を最適化する合成法の開発を開始した。炭素効率20%(従来比2倍)、平均収量 $7.5 \text{ mg/cm}^2$ (従来比5倍)、比表面積 $1100 \text{ m}^2/\text{g}$ (従来と同等)を達成した。これにより基本計画の成長効率100,000%以上、炭素効率10%以上、生産速度 $0.03 \text{ g/h} \cdot \text{cm}^2$ を達成した。

④ 構造制御カーボンナノチューブ合成技術の研究

成長前の触媒形成プロセスの温度、触媒還元元素量、トータルガス流量といった合成条件を変化させることにより、カーボンナノチューブ構造体中のカーボンナノチューブのサイズ、密度、高さ、収量の制御を行った。触媒形成プロセス調整で直径制御(1.9~3.2 nm)に成功した。

⑤ 最適カーボンナノチューブ探索及び合成技術の研究

高効率CNT合成および触媒形成プロセス調製CVD装置で合成したカーボンナノチューブを用いたキャパシタを試作し、基本性能を評価した。

⑥ 単層カーボンナノチューブ標準化のための計測評価技術の開発

単層カーボンナノチューブ標準化のためにUV吸収、蛍光発光法およびラマン分光法を用いた単層ナノチューブの直径評価技術を開発し、得られた結果をISO標準化に向けたワーキングドラフトに反映させた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、スーパーグロース、カーボンナノチューブ状構造体、キャパシタ

【研究題目】 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発

【研究代表者】 石川 浩 (ネットワークフォトンクス研究センター)

〔研究担当者〕 狭間 壽文、物集 照夫、河島 整、  
黒須 隆行、秋本 良一、永瀬 成範、  
牛頭 信一郎、Lim Cheng Guan、  
並木 周、須田 悟史、小笠原 剛、  
秋田 一路、土田 英実、森 雅彦、  
榊原 陽一、金高 健二、山本 宗継、  
岡野 誠  
(常勤職員16名、非常勤職員2名)

〔研究内容〕

超高速光 LAN-SAN システム用として、160 Gb/s のハイブリッド集積の小型光トランシーバの開発と、このトランシーバを用いたスパーハイビジョンの放送局舎内の LAN 伝送を目指した研究を行っている。160Gb/s 用のゲートデバイスとして、サブバンド間遷移素子を用いた空間光学系の干渉計型の超高速全光スイッチモジュールを開発し、2 pJ のファイバ入力ゲートパルスエネルギーで、160 Gb/s 信号の無エラーでの40 Gb/s に多重分離する動作に成功した。さらに、現状の13 cm×10 cm 程度の空間光学系のモジュールを数 mm 角のサイズの素子にするために、シリコン微細導波路を用いた干渉計とサブバンド間遷移素子とのハイブリッド集積を目指した研究開発を目指しており、これまでに、シリコンリッジ導波路を用いた熱光学効果型の干渉計の動作に成功した。今後、サブバンド間遷移素子との集積に研究を進める。また、160 Gb/s OTDM-NIC の光回路系の基本構成を検討して、これまでに開発した個別モジュールを用いて NRZ 信号の RZ パルスへの変換、160 Gb/s への多重化、受信系の多重分離動作などに成功した。トランシーバに組み込む40 Gb/s のトランシーバや外部ビデオ信号とのインターフェース等について仕様の詰めも進んだ。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 光-光スイッチ、超高速160 Gb/s、シリコンフォトニクス、光集積技術、光信号処理、超高速光伝送

〔大項目名〕 ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクター化・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

〔研究題目〕 工業ナノ粒子のキャラクター化手法の開発／媒体中における工業ナノ粒子のキャラクター化手法の開発

〔研究代表者〕 中西 準子 (安全科学研究部門)

〔研究担当者〕 榎原 研正、桜井 博、高畑 圭二、  
佐藤 佳宏、矢部 明、衣笠 晋一、  
高橋 かより、加藤 晴久  
(計測標準研究部門)、  
瀬戸 章文、河野 正道  
(先進製造プロセス研究部門)、

山本 和弘、牧野 雅  
(計測フロンティア研究部門)、  
田尾 博明、中里 哲也、佐藤 浩昭、  
稲田 征治、田村 守孝、根岸 信彰、  
平川 力 (環境管理技術研究部門)  
(常勤職員12名、他7名)

〔研究内容〕

気中粒子計測の試験・校正技術開発では、サイズ分布・質量濃度測定に対する試験・校正手順書を改訂するとともに、電気移動度と粒子質量の同時測定による気中工業ナノ粒子質量濃度測定技術を高精度化し、フラレーンに対する適用可能性を実証した。気中粒子オンライン特性評価技術開発では、気中粒子の多元特性同時評価系を多層カーボンナノチューブ、フラレーン、すすを含む多種の粒子に適用し、有効密度と光散乱径から粒子種が一定の範囲で識別可能であることを示した。試験用工業ナノ粒子の連続発生技術では、MWCNT 気中連続発生法の最適化を進め、高アスペクト比の多層カーボンナノチューブの発生を確認し、課題 N035-1でのフィルタ捕集効率評価手法の開発へ適用した。

液中粒子計測技術開発では、課題 N035-4での *in vitro* 毒性評価用の細胞培養液に分散された金属酸化物粒子の平均粒子径と分散安定性を動的分散測定 (DLS) で評価する手順書を作成した。また、NiO、CeO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>については希釈による影響評価、SnO<sub>2</sub>、CoO、SiO<sub>2</sub> (2種)、ZrO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub> (3種：形状、表面コーティング等が異なるもの)、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CuO、コバルトブルーについて平均粒子径と分散安定性試験を行い、これらの結果を課題 N035-4での *in vitro* 毒性評価に提供した。

電子顕微鏡によるナノ粒子のキャラクター化技術開発では、急速凍結技術を用いた液中試料調整法を検討して最適な電子顕微鏡観察試料作成方法を確定した。また、平成19年度年度までに開発したエネルギー分散透過型電子顕微鏡観察手法を課題 N035-4での *in vivo* 試験に適用し、酸化ニッケル (NiO)、フラレーン、多層カーボンナノチューブを暴露吸入したラット肺について電子顕微鏡観察を行い、工業ナノ粒子の取り込みや時間推移について調査した。

微量試料に対する化学分析技術開発と工業ナノ粒子の体内分布の測定では、フラレーン及び酸化フラレーン類の分析精度を向上させ、生体に暴露されたフラレーンの動態を明らかにした。また、カーボンナノチューブを生体の炭素成分と分別する方法、及び、気管内注入された CNT の肺中濃度を測定した。課題 N035-4での *in vitro* 試験において生成される主要活性酸素種の測定手法を開発した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 工業ナノ粒子、気中粒子、液中粒子、計測・校正、キャラクター化・暴露評価、フ

ラーレン、カーボンナノチューブ

〔研究題目〕革新的部材産業創出プログラム／超ハイブリッド材料技術開発（ナノレベル構造制御による相反機能材料技術開発）

〔研究代表者〕馬場 哲也（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕馬場 哲也、竹歳 尚之、八木 貴志、山下 雄一郎、村井 清治（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

家電業界や自動車業界、特に、ディスプレイ LED 画面の放熱部材や、自動車、ロボットの駆動部の放熱部材においては、放熱性、構造、機能、形状等を制御するとともに、熱伝導性とトレードオフの関係にある電気絶縁性、衝撃強度、軽量など他の要求性能の要求度が高まってきた。超ハイブリッド材料技術開発では、ナノレベルを出発とする段階的なサイズの構造体をハイブリッド化して用いることで、上記のトレードオフの物性を高度に両立して、相反機能を発現可能なハイブリッド材料創製を達成することを目的とする。

平成20年度は、ハイブリッド材料中の熱伝導パスのモデル構造として開発された薄膜状サンプルと繊維状サンプルについて、周期スポット加熱と距離変化法を用いた測定技術により熱伝導特性を評価し、原材料特性および作成条件に対する熱伝導性との相関データを蓄積した。また、ハイブリッド樹脂内における熱伝導パスの分布状況の評価するための熱物性分布測定技術の高度化を進め、装置の校正用基準試料の作成と評価を行った。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕熱伝導性樹脂、複合材料

〔研究題目〕多層薄膜の界面熱抵抗計測技術標準化に関する調査

〔研究代表者〕馬場 哲也（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕馬場 哲也、竹歳 尚之、八木 貴志（常勤職員3名）

〔研究内容〕

電子情報分野を中心に様々な産業分野で用いられる多層薄膜デバイスの開発・設計において、界面熱抵抗は重要な物性値の一つである。エレクトロニクスの高熱設計高度化に資する多層薄膜の界面熱抵抗を測定する手法を標準化するため、国内外のニーズ調査と界面熱抵抗測定手法の検討を行った。

国際標準化を前提とした JIS 素案を作成するため、海外の専門家を招聘し計測技術の ISO 化に向けた会議を開催し、薄膜、界面熱抵抗のデータは不可欠であり、計測手法の標準化が必要であるとの合意が形成され、国際的コンセンサス形成の第1歩を踏み出すことができた。

また、多層薄膜の規格の作成を進めるために、JIS 素案作成委員会を組織し、多層薄膜における薄膜の熱拡散

率と界面熱抵抗の解析手法の検討と JIS 素案の検討を行った。

測定手法に関しては、産総研が開発を進めてきた裏面加熱/表面測温型パルス加熱サーモリフレクタンス法によって観測される温度履歴曲線に面積熱拡散時間法を適用することにより、薄膜の熱拡散率と界面熱抵抗を測定する手法が有効であると結論付けた。特に2層薄膜、3層薄膜については、実際の計測・解析事例を基に界面熱抵抗を検出するために測定装置の性能として考慮すべき点や準備すべき多層薄膜について検討した。

これら国内調査委員会の検討結果に基づき、本プロジェクトにおける主要な目標である JIS 素案の作成を達成した。また、国際標準化を目指すため、本 JIS 素案に基づいて ISO NWIP のためのドラフトを作成した。

〔分野名〕標準・計測

〔キーワード〕薄膜、熱拡散率、界面熱抵抗

〔研究題目〕計量器校正情報システムの技術開発事業

〔研究代表者〕桧野 良穂（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕桧野 良穂、今江 理人、雨宮 正樹、鈴木 智也、藤井 靖久、美濃島 薫、稲場 肇、平井 亜紀子、中村 安宏、坂本 憲彦、木藤 量隆、柚木 彰、原野 英樹、佐藤 泰、松本 哲郎、海野 泰裕、西山 潤、高辻 利之、大澤 尊光、佐藤 理、臼田 孝、大田 明博、野里 英明、小島 桃子、梶川 宏明（常勤職員23名、他2名）

〔研究内容〕

研究開発テーマ「分野1．時間標準遠隔供給技術の開発」

平成20年度は、校正事業者などの周波数遠隔校正の導入を支援するために平成19年度より開始した周波数遠隔校正用サーバ計算機用統合ソフトウェアの開発を実施した。また、周波数遠隔校正用利用者端末装置の超小型化・低廉化を目指した基礎的な検討を行い、技術的な見通しを得た。その他、プロジェクトの最終年度として、海外への展開をも念頭に入れ、内外の展示会やセミナーなどで広報活動を実施した。

研究開発テーマ「分野2(1)．長さ標準供給遠隔供給技術の開発：波長（距離計）」

モード同期レーザーの光コムをベースとした周波数を利用した距離計において、測定周波数の高周波化技術の開発を進め、40 GHz 成分の利用により、標準偏差0.3  $\mu\text{m}$  の位相分解能を実現した。また、作成した光学系・電気系分離型試作機を精度評価し、光源と位相測定系の改良によって、目標の距離10 m において、2  $\mu\text{m}$  の距離分解能を達成した。

研究開発テーマ「分野2(2)．長さ標準遠隔供給技術の開発（光ファイバー応用）」

リングゲージを対象とした非接触遠隔校正システムを改良した。さらに、微小内径を測定するために新しい光デバイスを用いた干渉計を考案し、 $\phi 0.3\text{ mm}$  までのリングゲージの内径測定が可能となる見通しを得た。また、リニアスケールの遠隔 in situ 校正システムを改良し、目標不確かさの $0.2\text{ }\mu\text{m}/250\text{ mm}$ を達成した。工場内工作機械の遠隔 in situ 校正の実証実験を行い、従来法と良く一致することを確認した。

研究開発テーマ「分野3．電気標準遠隔供給技術の開発：交流（低周波インピーダンス）」

市販 LCR メータを校正対象とした新たな遠隔校正システム（LCR メータ遠隔校正システム）の開発を完了し、再委託先の2機関と産総研の間で実証実験を実施した。具体的には産総研所有の4台の LCR メータを、再委託機関が同システムを用いてそれぞれ遠隔校正する実験を行った。実験の結果から、4台の LCR メータを同時に校正する場合においても、目標とする不確かさ（1 kHz～10 kHz において標準不確かさ80 ppm）以内で遠隔校正が実現可能なことを確認した。

研究開発テーマ「分野4．放射能標準遠隔供給技術の開発」

無線電話回線を用いた、IC タグにより機器管理が行える汚染検査装置用遠隔校正システムの実証実験を実証と運用のためのプロトコルに基づいて行い、不確かさ20%以下で遠隔校正を行うことができた。日本アイソトープ協会に対して、この技術の技術移転を行った。また、連続スペクトル中性子等の校正場において中性子遠隔校正装置を整備した。

研究開発テーマ「分野5．三次元測定機標準遠隔供給技術の開発」

現場環境における低熱膨張材料製ゲージの安定性評価実験と、低熱膨張材料製ゲージの測定結果から相手方温度環境を推定する手法の確立を行った。

三次元測定機の幾何誤差を評価するために必要な二次元仲介標準器（ゲージ）の開発と、ゲージの測定結果から幾何誤差を計算する手法の標準化を行い、計算プログラムの作成を行った。また、校正に用いる装置の整備を行った。

研究開発テーマ「分野6．振動・加速度標準遠隔供給技術の開発」

振動加速度計測機器の可搬型校正装置として開発した可搬型加振機と電荷増幅器の評価装置について実証実験を行った。タイに実際に装置を移送し、移送に耐える事を確認した。また、主要な操作をインターネットで遠隔

から行う、自動測定プログラムを現地で作動させ校正結果を電子メールで送付する等、計画通りの動作を実証した。

研究開発テーマ「分野7．圧力標準遠隔供給技術の開発」

気体差圧10 Pa ～10 kPa（目標不確かさ100 mPa、または0.01%以下）と液体圧力10 MPa ～100 MPa（目標不確かさ0.01%以下）の各圧力範囲において、ユーザビリティの高い普及型仲介標準器を開発した。また、国内校正事業者からユーザへの遠隔校正実証実験を行い、目標不確かさを達成する見通しを得た。

【分 野 名】計測・標準

【キーワード】周波数遠隔校正用利用者端末装置、光コムのビート周波数を利用した距離計、リニアスケールの遠隔 in situ 校正システム、LCR メータ遠隔校正システム、中性子遠隔校正装置、低熱膨張材料製ゲージ、可搬型加振機、電荷増幅器、気体差圧、液体圧力

【研究 題 目】次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト／ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの開発／ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの研究開発

【研究代表者】平井 成興（知能システム研究部門）

【研究担当者】比留川 博久、末廣 尚士、原 功、神徳 徹雄、安藤 慶昭、金広 文男、中岡 慎一郎、横井 一仁、喜多 伸之、吉田 英一、Neo Ee Sian、永田 和之、山野辺 夏樹（常勤職員14名、他3名）

【研究 内 容】

本研究では、次世代ロボットシステムの効率的かつ効果的な研究開発環境を実現するために、さまざまなロボット知能化技術を RT コンポーネントとしてモジュール化し、これらを統合して次世代ロボットシステムのシステム設計、シミュレーション、動作生成、シナリオ生成を行うことができるロボット知能ソフトウェアプラットフォームの研究開発を行う。また、介助犬の作業を想定した検証用知能モジュール群を開発し、ソフトウェアプラットフォームの機能検証を実施する。これにより次世代知能ロボットの研究開発の水平分業による効率化に資することを目的とする。

本年度は、ロボット知能ソフトウェアプラットフォームとして、下記の研究開発を行った。

RT コンポーネント開発支援機：

ロボットシステムおよび知能モジュール仕様記述方式を開発し、RT コンポーネントビルダ、RT システムエディタに対して、各仕様記述方式への対応および OpenRTM-aist-1.0へ対応するための機能改修を行っ

た。また、組込システムへの対応として軽量 CORBA 実装を用いた OpenRTM-aist の開発を行った。

応用ソフトウェア支援機能：

多関節型ロボットの動作設計を効率的に開発、検証するための動作パターン設計ツールの研究開発を行った。さらに、移動ロボットの動作設計のために、ポリゴン集合間の近接距離計算機能を有する移動動作設計ツールの研究開発を行った。

また、ロボット知能ソフトウェアプラットフォームの有効性を検証するために、作業知能および移動知能に対する知能モジュール群をソフトウェアプラットフォームを用いて開発し、リファレンスハードウェア上に実装してその有効性を確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】RT ミドルウェア、次世代ロボット、開発プラットフォーム

【研究題目】次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト／作業知能（社会・生活分野）の開発／施設内生活支援ロボット知能の研究開発

【研究代表者】河井 良浩（知能システム研究部門）

【研究担当者】吉見 隆、中川 雅史、丸山 健一、安達 栄輔、川端 聡、西村 悠、佐藤 淳、高瀬 竜一、富田 文明、松下 俊夫、金子 健二、原田 研介、森澤 光晴、三浦 郁奈子、辻 徳生（常勤職員10名、他6名）

【研究内容】

本研究では、施設内生活支援ロボットシステムに必用な作業内容、作業対象及び作業環境の多様性を実現し、再利用可能な作業知能モジュールを開発することを目的とし、介護施設や病院等において日常的に発生する日用品の手渡しや取り寄せなどの作業を支援する当該ロボットに必用な作業知能モジュール群のうち、作業対象物の位置や姿勢を認識する作業対象認識知能モジュール群、及び、多様な作業環境において、多様な作業対象物をハンドリングする作業遂行知能モジュール群の研究開発を実施する。

作業対象認識知能モジュール群の開発においては、カメラキャリブレーション機能等を開発した。特に、注目する物体の存在の有無、位置・姿勢を検出する3次元物体認識機能を開発、RTC 化を行い、実環境において実験を行った。3眼の IEEE1394a 仕様のカメラを用い、対象までの距離約800 mm においてペットボトル、お菓子等多数の物体を把持に十分な精度で認識できることを確認した。

作業遂行知能モジュール群の開発においては、把持形態選択モジュールとして、携帯電話を掴み上げる掴み上げ機能モジュールを開発し、シミュレータで有効性を検

証した。把持制御モジュールでは、指先の力センサの情報をフィードバックする制御モジュールを開発した。また、把持動作計画モジュールとして、初期姿勢でハンドと対象物の間に障害物が無い環境で、ハンドとアームを初期姿勢から最終姿勢に移行させるモジュールを開発した。

開発した知能モジュールを他機関開発のモジュールと共にロボット（SmartPal）に搭載し、音声指示による日用品のハンドリング及び人とのインタラクションを行い、モジュール化の有効性を検証した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】作業知能、ステレオ画像処理、3次元距離計測、3次元物体認識、把持形態選択、把持制御、把持動作計画

【研究題目】戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、人間・ロボット協調型セル生産組立システム（次世代産業用ロボット分野）、コンパクトハンドリングシステムを備えた安全な上体ヒューマノイド

【研究代表者】山田 陽滋（知能システム研究部門）

【研究担当者】山田 陽滋、中坊 嘉宏、尾暮 拓也、鄭 聖熹（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

人間協調セル生産システムにより組立作業の省人化を図るという最終目標に対して、以下の研究開発により、生産性・安全性の観点で十分な見込みのあることを実証した。

まず、侵入検知センサによる動的空間共有システムについて、侵入検知センサと ISO 13849-1カテゴリ3相当の安全モジュールにより、共存空間で人とロボットが同時に存在するとロボットが停止する制御を実現した。

また、3次元ビジョンについて、工場での連続稼働実験により基本的な人の侵入検知が可能なことを確認した。作業者が習熟しやすい作業情報提示技術として、全方向からのアクセスや姿勢変化時にもイネーブルボタンを押しながら違和感なく教示が可能な直接教示ハンドル、複雑な教示を直感的に行える力制御による直接教示制御、カテゴリ3相当の安全な直接教示システムを開発した。従来に比べて教示時間がそれぞれ1/10、1/4に短縮され有効性が確認された。シミュレータベースのリスク管理システムについては、PHA 法によりリスクアセスメントを行い、リスク管理システムの要求仕様書を策定して実装を行った。実証環境のデータにて定性的評価を行った結果、ロボットと作業員間の安全距離とリスクの関係から作業効率の制約が導出できることを確かめた。

上記を統合した実証システムで、機械部品組立現場での人間協調セル生産としてクロスローラーリングの組立てを行わせた結果、作業員1人を省人する見込みを得るとともに、連続稼働時間100時間（ロボットの耐久動作

は4,000時間)の信頼性とヒューマンエラー動作に対するシステムの安全機能を確認した。並行して、デバイス部品生産現場では2人の省人化と連続稼働時間は2,000時間(稼働率99%)を達成した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】セル生産、人ロボット空間共有システム、侵入検知センサ、リスク管理システム

【研究題目】戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、ロボット搬送システム(サービスロボット分野)、店舗応用を目指したロボット搬送システムの研究開発

【研究代表者】小森谷 清(知能システム研究部門)

【研究担当者】小森谷 清、堀内 英一、橋本 尚久、  
神村 明哉、安達 弘典  
(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

本研究では、民間企業と共同でスーパーマーケットやホームセンターのような大型店舗での、高齢者や障害者への買物補助、さらに一般の人の買物補助も安全確実に行える自律移動搬送ロボットシステムを開発するとともに、店舗内情報収集や警備、商品補充、清掃といった作業へも拡張可能な基本技術を開発する。

本年度は、東芝テック(株)三島事業所内の実験室で共同で模擬店舗環境を構築して、前年までに研究開発してきた技術などを統合して、案内ロボットと搬送カートを組み合わせた形で買物行動のサポートの実証実験を実施し、開発したシステムの有効性を示した。

模擬店舗環境はおよそ、8×9 mの環境に平行2列の陳列棚を配置するとともに冷蔵ケース、セルフレジ機を配置して構成した。人やロボットを計測する環境カメラは天井に10台設置し、検出した人位置等をロボットサーバに収集する。ロボットサーバは移動環境データベースも兼ね、店舗関係の情報を保持するとともにモニタに環境情報等を提示することも可能である。案内ロボットや搬送カートの制御プログラム、環境カメラから得られる画像の処理プログラム、およびこれらの要素を結ぶ通信プログラム、および移動環境データベースの操作やGUIなど、すべてのソフトウェアをRTコンポーネントで作成し、システム全体をRTミドルウェアで構成した。環境カメラによる人検出については、動的背景差分とテンプレートマッチングを併用した画像処理によって個別に人位置を検出するアルゴリズムと、同様な手法で人を分離したのち透視変換によって得られる人の占める面積から人がカメラ視野にどの程度存在するかといった混雑度を求めるアルゴリズムの2つを開発した。これらはロボットの経路計画時や障害物回避に利用されるものである。実証実験では売り場への案内機能と、購入したものの搬送を行う買物サポート機能の2つを開発して実験を行った。案内機能では案内ロボットのみが買物客を先導

して複数の売り場を案内し、買物サポート機能では買物客を案内ロボットが特定し、人を認識しながら案内ロボットと搬送カートが順に人に追従しながら、商品の購入時には案内ロボットと搬送カートがフォーメーションを変え、搬送のサポートを行ってレジまで移動する機能を実証し、システムの有効性や安定性を示した。また、並行して別の買物客や移動障害物などの回避や人検出情報に基づく動的な経路修正などの機能についても確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】搬送ロボット、店舗環境、移動環境、データベース、自己位置推定、人検出

【研究題目】戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、建設系産業廃棄物処理RTシステム(特殊環境用ロボット分野)、廃材分別を考慮した環境対応型解体作業支援ロボットの研究開発

【研究代表者】神徳 徹雄(知能システム研究部門)

【研究担当者】大場 光太郎、谷川 民生、金 奉根、  
Geoffrey BIGGS  
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

建設現場から排出される廃棄物をゼロとすることを目指しつつ、ロボット技術による解体・選別作業のシステム化を実現することで効率の向上を狙い、同時に、建物解体中における作業員の作業環境の改善や安全性確保、周辺の住民の安全性などの向上を実現することを目的とする。

解体後に様々な材質が混在した廃材を分別するのではなく、解体作業と同時にリサイクルやリユースのために廃材分別を行う廃材の積極分別方式を基本コンセプトとして提案し、廃材のリサイクルとリユースの促進をはかる解体作業支援ロボットシステムを開発する。また、ロボットを導入することで作業における高齢者作業支援を可能とし、あわせて、危険物解体等の自律作業も可能なシステムを構築することを目指す。

平成20年度はプロジェクトのステージゲート評価の年度であり、IDタグを利用した作業・環境情報構造化技術について技術動向を調査するとともに、調査研究(システム評価委員会)やシステム仕様検討・作業設計の研究(清水建設)と連携をとりながら、共同研究を進めている名城大学や大阪大学で開発されたシステムを集めて、ステージゲート統合評価実験を11月に産総研にて実施した。全ての建材や内装材へのRFIDタグが埋め込まれた将来の建造物に発展する可能性を考慮しつつ、現状技術として人間の判断力を活用してIDタグを解体対象に貼付することで解体分別の同時処理を可能とする廃材情報化システムのプロトタイプシステムを構築するとともに、天井ボード解体後に軽量鉄骨に残る大量のネジを分別収集するためのネジ回収ロボットのプロトタイプを構

築し、名城大学の省エネルギー切断技術、大阪大学の人間協調技術と組み合わせることで、RT 化に適した解体工法を示すことができた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】解体作業、RT ミドルウェア、作業情報構造化、環境情報構造化、ID タグ

【研究題目】基盤ロボット技術活用型オープンイノベーション促進プロジェクト

【研究代表者】谷川 民生（知能システム研究部門）

【研究担当者】安藤 慶昭、神徳 徹雄、大場 光太郎（常勤職員4名）

【研究内容】

本開発事業ではロボット技術の応用アプリケーションとして住宅といった建築内におけるインテリジェントな環境埋め込み型ロボットシステムのビジネス展開を目指し、建築物内に分散させた RT (Robot Technology) 要素部品を連係動作させることで、建物の品質管理および利便性が向上することを実証する。開発の中心は、各 RT 要素部品の接続を容易に実現する通信基盤モジュールの開発であり、RT ミドルウェアを従来の PC 上ではなく、組み込み系 MPU 上で動作させる必要がある。

本年度においては、RT ミドルウェアに必要とされる「分散オブジェクトへの要求を間に入れて仲介してくれるしくみ」である共通オブジェクトリクエストブローカーアーキテクチャ (CORBA) が組み込み型 MPU 上で動くように、軽量化版 CORBA (RtORB) をベースとしてカスタマイズした。これを最終的に開発される通信基盤モジュールと同様な機能を有する評価ボードに対して、組み込み OS である TOPPERS を実装し、その上に上記カスタマイズされた RT ミドルウェアの機能を実装した。組み込み MPU としては、SH2を対象とした。これにより、本評価ボードをネットワーク上に接続することで、RT ミドルウェアのソフトウェア開発を極力少なくし、RT ミドルウェアの専門的な知識を有しなくとも、その評価ボードにセンサ、アクチュエータを接続するだけで、RT コンポーネント化でき、既存の RT ミドルウェアのツール (RTC-Link) を利用することで、容易にシステム化が可能となることを確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ネットワーク、RT ミドルウェア、システム化、住宅

【研究題目】次世代ロボット知能化技術開発プロジェクト／ロボット知能ソフトウェア再利用性向上技術の開発

【研究代表者】平井 成興（知能システム研究部門）

【研究担当者】末廣 尚士（常勤職員1名）

【研究内容】

次世代ロボットを普及・発展させるためには、単に高

度な知能モジュールを開発するだけでなく、開発された知能モジュールを再利用できる形で提供することが大変に重要である。すなわち、知能モジュールの再利用が可能になることにより、従来に比べてロボットの開発は経済化、短期化される。またモジュール部品ビジネスが誕生して、ますます開発の効率化が進展する。

本研究では、このモジュール再利用性の実現を目的として、ロボットの要素モジュールを再利用性の高い RTC として実現するために必要な RTC の仕様を具体的なロボット作業を例に検討し、その典型的な形態をリファレンス RTC として整理する。

本年度は、リファレンス RTC の候補として、ロボットアームの分解運度速度制御の各要素を汎用的な RTC として作成した。この制御システムは、対象とするアームが関節角速度で制御される RTC として作られていれば、順運動学 RTC を合わせて入れ替えるだけで様々なアームに対して利用することができる。また、ロボットアーム RTC として三菱重工製の PA10を取り上げ、VPython による静的な描画モデルと、OpenHRP の動的なモデルの2種類のシミュレータ版 RTC を作成し、相互に交換して分解運度速度制御のシステム内で利用することが可能であることを確認した。また OpenHRP 版に関しては、高性能計算機を用いシミュレーション時間を実機の約1.3倍まで高速化し、シミュレーションによる実験の効率化を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】RT ミドルウェア、次世代ロボット、リファレンス RTC

【研究題目】スピントロニクス不揮発性機能技術プロジェクト

【研究代表者】安藤 功兒

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】安藤 功兒、湯浅 新治、福島 章雄、久保田 均、V. Zayets、長浜 太郎、薬師寺 啓、家形 諭、森山 浩司、山本 美恵（常勤職員7名、他2名）

【研究内容】

(1) 低電力磁化反転 TMR 素子技術

本項目では、将来のスピン RAM の実用化に繋げるため、低電力磁化反転 TMR 素子技術として記憶層材料の探索・TMR 素子構造の最適化の研究開発を遂行している。

スピン注入磁化反転において、反転電流密度  $J_c$  は、TMR 素子のスピン分極率、飽和磁化の大きさ  $M_s$  など様々な要因に依存する。応用のためには、高速読み出しに必要な高 MR 比と10年間の記憶保持に必要な高い熱安定性を維持しながら、反転電流密度  $J_c$  を低減しなければならない。現在、これらの要求を全て満たす TMR 素子は無数存在しないが、候補として数種

類の有望な系が考えられる。産総研では、高 MR 比を得るためにトンネル障壁材料は MgO に固定し、これと組み合わせる強磁性電極（固定層、フリー層）の材料や積層構造・素子形状の探索研究を行う。現段階では大容量スピン RAM のための本命の電極材料や構造のまだ見えていないため、産総研では本プロジェクトの前半段階では特定の材料系のみ集中することなく、幅広い材料系の探索を行う。平成20年度は次のような成果を得た。

- ・高集積スピン RAM を開発するためには MgO トンネル障壁層を有する磁気トンネル接合素子 (MTJ 素子) において低電流でスピン注入磁化反転を実現し、かつ、高い熱安定性を確保することが必須となる。そのために面内系 MTJ 素子において強磁性体/Ru/強磁性体からなる積層構造フリー層をもつ素子が提案されている。平成20年度はこの素子において積層構造および磁気特性とスイッチング特性の関係を詳しく調べた。その結果、積層フリー層を用いた MTJ のスイッチング電流、熱擾乱耐性については、未解明の部分が多く残されていた。これに対して、我々は系統的な実験を行い、明確な結論を得た。すなわち、平行結合した場合、最も高い熱擾乱耐性を示す。さらに、より高い熱擾乱耐性を実現するための指針を得ることができた。
- ・高集積スピン RAM 実用化の一つの方策として、垂直磁化配向膜を用いたメモリ素子の実現がある。今年度は材料探索の一環として、これまでの L10 型系とは全く異なる hcp 系垂直薄膜の開発を行った。その結果、極めて満足なレベルの研究成果をあげた。他の競合グループでは注目されなかった hcp (001)、fcc (111) 配向系の垂直薄膜に着目し材料および成膜方法の探索を行った。スパッタ法単原子層交互積層とより (111) 配向人工格子を形成することで、ほとんどの特性において既存垂直薄膜を凌駕する性能が得られた。

## (2) 不揮発性スピン光機能素子設計技術

本項目では、光を用いた強磁性金属ナノ構造スピンの制御技術を開発することにより、新動作原理による不揮発性機能を有する光機能素子の実現のための基盤技術を開発している。具体的には、平成22年度までに、光導波路中に埋め込まれた強磁性金属ナノ構造のスピン状態を光により制御する技術を開発し、これを用いた新しい動作原理による不揮発性機能光素子の実現のための基盤技術を開発することを目指している。本研究開発の前半では、強磁性金属ナノ構造のスピンと光の相互作用の機構やその動作速度を決める要因などの基礎的な情報を明らかにする。平成20年度は、以下のような成果を得た。

- ・GaAs 中のスピン分極の反転を 2.2 TBit/sec の速度で実現した。これは、スピン光メモリの動作速度が原理

的に 1 TBit/sec を越えられることを示す実験結果である。

- ・GaAs 光導波路上に 30 Ohm  $\mu\text{m}_2$  の低抵抗 MTJ 素子を作り込むことに成功した。これは、従来に比べて 2 桁の低抵抗化に成功したものである。
- (3) スピン能動素子設計技術

本研究開発は、スピンが持つ不揮発機能と高速磁化反転機能を利用することにより不揮発性論理回路を構成可能なスピントランジスタの基本設計・スピン注入磁化反転における負性抵抗の実現を目標としている。平成20年度は、以下のような成果を得た。

- ・MgO-MTJ 素子と磁界印加用配線を用いて、室温で 1 を越える電力増幅を初めて実現した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピントロニクス、TMR 効果、MRAM

【研究題目】希少金属代替材料開発プロジェクト／透明電極向けインジウム代替材料開発／酸化亜鉛系混晶材料による高性能透明電極用材料の開発

【研究代表者】柴田 肇 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】柴田 肇、仁木 栄、反保 衆志、前島 圭剛 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究の最終目的は、透明電極向けインジウムの使用量を現状から 50% 以上低減する事を最終目標として、酸化亜鉛系材料について、特に電気的特性および化学的安定性を向上させると共に、最終的にはフラットパネル・ディスプレイを試作してその性能を評価・検討し、真に ITO を代替可能な実用的透明電極用材料として、材料の性能を確立する事である。本年度の成果としては、まず酸化亜鉛系透明導電膜において、面積が  $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$  で膜厚は 150 nm の薄膜において、比抵抗の値が  $3 \times 10^{-4}\ \Omega\text{ cm}$  という優れた電気的特性を持つ薄膜をマグネトロン・スパッタ法により堆積させる技術の開発に成功した。また、酸化亜鉛に酸化マグネシウムを添加した  $\text{Zn}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$  を基本材料として、それにアルミニウム・ガリウム・インジウムなど各種のドナー不純物をドーブした透明導電性薄膜をスパッタ法により  $10\text{ cm} \times 10\text{ cm}$  の面積で堆積し、その電気的特性・光学的特性および化学的安定性を評価した。その結果として、スパッタ法で大面積にわたって堆積された  $\text{Zn}_{1-x}\text{Mg}_x\text{O}$  系透明導電膜材料としては、世界的に見ても最も優れた電気的特性を持つ薄膜を堆積させる技術の開発に成功した。また酸化マグネシウムを添加する事が酸化亜鉛系透明導電膜の化学的安定性を向上させる性質を持つ事を実証し、酸化亜鉛系透明導電膜の産業的な応用範囲を大きく拡大できた。

【分野名】エレクトロニクス

【キーワード】透明導電膜、フラット・パネル・ディスプレイ、太陽電池



〔研究題目〕 エネルギー使用合理化技術戦略的開発／  
エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発/  
低消費電力プロセッサのための不揮  
発論理回路基盤技術の開発

〔研究代表者〕 酒井 滋樹  
(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 酒井 滋樹、高橋 光恵、Li Qihong、  
Wang Shouyu、堀内 健史、  
Le Hai Van、Zhang Xizhen、  
Lu Xubing (常勤職員2名、他6名)

〔研究内容〕

本事業では、高度情報通信機器の中核であり情報処理量の増大に伴う消費電力増加傾向が著しいプロセッサの低消費電力化を目指して、プロセッサの内部の論理回路の中で記憶機能を持つキャッシュ及びレジスタをデータ不揮発にするための基盤技術の開発を行うことを目的とした。強誘電体ゲート電界効果トランジスタ(FeFET)を用いた不揮発キャッシュ及び不揮発レジスタ実現に必要な不揮発論理回路基盤技術の開発を行うための研究開発計画として、①素子作製技術の開発・評価と②回路化技術の研究開発を挙げ、平成18年度から研究を進めてきた。

平成20年度は、②の細項目(ロ)基本回路の作製、(ハ) a. 基本回路の特性評価の研究開発を実施した。②(ロ)では、不揮発論理回路作製工程の構築、ゲート長1.5 μm の FeFET の実現、4×2メモリアレイの試作を目標とした。FeFET の上部金属配線の2層化により不揮発論理回路作製技術を開発し、この技術を用いて4×2メモリアレイの試作を実施した。また FeFET 微細化をめざし、ゲート長1.5 μm の FeFET 作製を行った。②(ハ) a. では、不揮発 NOT 回路と不揮発インバータラッチ回路の正常動作検証、不揮発インバータラッチ回路の70℃での動作、特にデータ記憶モードで1日以上経過後に記憶された論理状態を正しく読み出すこと、FeFET で構成した Flash 型メモリセルの消去、書込み、読出し動作の基本特性と基本動作方式の明示、4×2メモリアレイの一括消去、書込み、読出しの動作検証、を目標とし、これらをすべて達成した。

〔分野名〕 情報通信

〔キーワード〕 不揮発素子、不揮発ロジック、強誘電体 FET

〔研究題目〕 立体構造新機能集積回路(ドリームチップ)技術開発／三次元回路再構成可能デバイス技術

〔研究代表者〕 昌原 明植  
(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕 小池 帆平、青柳 昌宏、松川 貴、  
日置 雅和、松本 洋平、居村 史人  
(常勤職員5名、他3名)

〔研究内容〕

本 Pj では、小型・低消費電力で、不具合にも強く、信頼性の高い革新的な三次元回路再構成可能デバイスの開発を目的として、①三次元回路再構成可能デバイスに関するアーキテクチャおよび設計技術の研究開発ならびに、②三次元回路再構成可能デバイス回路に関する素子技術の研究開発を推進した。

①では、三次元アーキテクチャ基本構造の策定を目的として、FPGA の三次元集積化の構成方法を検討した。具体的には、柔軟性の高い配置配線アルゴリズムを採用した自動配置配線プログラムを利用し、これによって読み込み可能な、三次元 FPGA アーキテクチャ定義ファイルを新たに作成し、これを用いて、三次元 FPGA へのベンチマーク回路の自動配置配線作業を行い、三次元 FPGA をターゲットとした配置配線可能性の確認と、予備的な性能評価実験を行った。結果として、十分大きな垂直方向配線トラック数と十分小さな垂直方向トラック遅延の場合には、三次元化による性能向上が可能であることを確認した。一方で、垂直方向のバイセクショントラック本数不足の場合には、配置配線不能の危険性を考慮する必要があることがわかった。

一方、②では、三次元回路再構成可能デバイスを構成する低電力素子構造・性能に関する仕様の策定を行った。具体的には、種々の性能可変型低電力素子の三次元回路再構成可能デバイスへの適合性をシミュレーション等により調査し候補選定を行った。調査の結果、Lg=45 nm 世代においては、①基板の極薄層化の可能性が高い、②高温時の接合リーク電流が低い、③これまでに大規模回路試作事例が有る、④SRAM エリアペナルティが低い、という観点から、部分空乏型 SOI-MOSFET が、三次元回路再構成可能デバイスに最適との結論が得られた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 三次元回路再構成可能デバイス、FPGA、部分空乏型 SOI-MOSFET

〔研究題目〕 次世代大型有機 EL ディスプレイ基盤技術の開発(グリーンITプロジェクト)

〔研究代表者〕 鎌田 俊英(光技術研究部門)

〔研究担当者〕 高田 徳幸、星野 聡、植村 聖、  
茨木 伸樹(常勤職員4名)

〔研究内容〕

次世代ディスプレイとして期待されている有機 EL ディスプレイの大型化、および量産化を実現するための製造技術として、低消費電力化をもたらす、実用化のためのパネル製造トータルシステムに合致し、高生産性化をもたらすことができる有機 EL パネル素子製造基盤技術を開発する。そのために、「低損傷大面積電極形成技術の開発」「大面積透明封止技術の開発」「大面積有機製膜技術の開発」大型ディスプレイ製造に向けた検証」の4つの研究項目について研究開発に取り組む。

本年度は、低消費電力化のための消費電力の支配要因を抽出し、それに基づいて消費電力試算のためのシミュレーション技術の開発を行った。また、製造プロセス課程における損傷が EL 効率の低下に与える影響を検証するための評価技術として、過渡応答特性評価技術を開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】有機 EL ディスプレイ、大型製造技術、低消費電力化技術

【研究項目】省エネ超短パルスレーザーの研究開発

【研究代表者】植村 禎夫（光技術研究部門）

【研究担当者】植村 禎夫、松嶋 功、薛 迎紅  
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

Yb:YAG を用いた高効率な高出力超短パルスレーザーシステムを実現するため、株式会社メガオプトと共同研究契約を締結し、連携をとりながら研究開発を行なった。最初に、高効率 Yb:YAG レーザー増幅器の研究開発においては、繰り返し周波数100 kHz のパルス増幅実験で最大出力21.8 W を達成した。このときの光-光変換効率は19%、電気-光変換効率は7.6%であった。また圧縮後のパルス幅は2.3 ps であった。また、繰り返し10 kHz において最大パルスエネルギー2.03 mJ を得た。さらに改良を加えたプロトタイプ増幅器では、連続発振動作で出力が30.2 W まで増加した。このときの光-光変換効率は27.0%であった。ビーム品質向上技術により、30 W の連続発振試験において M2値が理想値1にほぼ匹敵する1.08という優れた結果を得た。高出力化技術としては、高効率チャンパーを2台タンデム接続した連続発振試験において50 W を越える出力を光-光変換効率27.0%で達成した。

次に、増幅器のシード光源として、超短パルス Yb:YAG レーザー発振器の研究開発も行った。まず、カーレンズモード同期により、増幅器の利得が最大となる波長1030 nm 付近の成分を含む、パルス幅75 fs のモード同期パルス列の発生に成功した。更に、SESAM を用いた Yb:YAG レーザー発振器の高ピークパワー化の研究開発も行った。ピークパワーを上げるため、MPC (Multi-Pass Cavity) をレーザー共振器中に挿入し、共振器長を18.3 m まで大きくし、繰り返し周波数を8.2 MHz まで低減した。この時、高ピークパワー Yb:YAG レーザー発振器から、パルス幅1.0 ps、ピークパワー1.0 MW 相当のパルス列を発生する事ができた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】超短パルスレーザー、Yb:YAG、LD 励起、再生増幅器、受動モード同期、省エネルギー

【研究題目】次世代光波制御材料・素子化技術

【研究代表者】西井 準治（光技術研究部門）

【研究担当者】福味 幸平、北村 直之、望月 博孝、  
金高 健二、渡辺 歴（常勤職員6名）

【研究内容】

周期300 nm の1次元周期構造が形成された SiC モールド2枚を用い、リン酸塩系ガラスの表裏面に周期構造を同時成型することに成功した。また、ナノ機械加工で作製した周期100 μm、高さ10 μm の鋸歯構造を形成したニッケルモールドを用いて、新たに開発した高屈折分散ガラス (nd : 1.65、νd : 48.7、At : 453°C) を成型し、その表面に樹脂をハイブリッド化することによって、可視波長域において95%以上の回折効率を得た。さらに、直径14 mm、周期2 μm の同心円で、段差が1 μm の鋸歯構造をガラス成型によってガラス表面に形成できることを実証した。

一方、電子線描画法、干渉露光法等により作製されたモールドを用いて、36 mm 角の大面积光学平面上に、錘形が周期300 nm で2次的に配置される構造を、リン酸ビスマス亜鉛系ガラスで、屈折率1.7、屈伏点450°C、400 nm の内部透過率が90%以上のガラスに成型した。年度後半には「ロール成型機」を導入し、直径50 mm のロール状モールドを用いたガラス成型に着手した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】モールド、微細加工、ガラス

【研究題目】革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム／「超フレキシブルディスプレイ部材技術開発」

【研究代表者】八瀬 清志（光技術研究部門）

【研究担当者】阿澄 玲子、吉田 郵司、近松 真之、  
牛島 洋史、安部 浩司、福田 伸子、  
長谷川達生（常勤職員7名）

【研究内容】

本研究開発の目的は、平成21年度末までに、フレキシブルディスプレイのバックプレーンに必要なインク化材料を開発するとともに、TFT 基本構造の特性、評価および回路設計技術を確立することであり、さらに、実用化に向けた実証のため、有機 TFT アレイの開発状況に従い、表示原理と性能を選択して、A4サイズ、解像度200 ppi (画素サイズ: 127 μm)、モノクロ、準動画、曲率半径20 mm のフレキシブルディスプレイのプロトタイプを試作し、超フレキシブルディスプレイの携行性を向上させる基盤技術を確立することを目標としている。上記の目的を達成するため、平成18年度と19年度は有機 TFT アレイを大面积で印刷形成可能とするための要因把握と課題抽出を行い、部材、素子構造、印刷方式の方向性を決めた。平成20年度は大面积化のための課題抽出と最適化を行うために以下の研究開発を実施した。

## (1) 有機 TFT アレイ化技術の開発

半導体、電極および絶縁・封止部材のインク化の最適化を行い、180℃以下でのアニール・焼結温度で有機 TFT のマイクロコンタクト印刷を行ない、移動度  $10^{-3} \text{ cm}^2/\text{Vs}$  および on/off 比  $10^5$  を達成した。

## (2) マイクロコンタクトプリント技術の開発

6インチプリンターを用いた有機 TFT の実証として画素サイズ  $1 \text{ mm}^2$  の  $10 \times 10$  アレイのポリマー分散型液晶パネルの駆動に成功するとともに、A4プリンターによる 200 ppi のゲートおよびソース・ドレイン電極の全面印刷に成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造、情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 有機薄膜トランジスタ (TFT)、マイクロコンタクトプリント ( $\mu\text{CP}$ )

【研究題目】 生体親和性インプラントの力学的性能評価法に関する標準化調査事業 (平成20年度) - 整形系・血管系インプラント評価技術の標準化 -

【研究代表者】 岡崎 義光 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 岡崎 義光、メーヤー秀美  
(常勤職員1名、他1名)

## 【研究内容】

整形インプラント分野の JIS 原案を作成するための基盤を強化するため、委員会の運営、委員メンバー構成、具体的な標準化の内容について、厚生労働省、経済産業省の両省、医療機器産業界及び医学関係者と密接な協議を行い、国内事情を考慮した JIS 原案を作成するための連携基盤を確立した。また、ISO 等の国際整合性を考慮した JIS 規格とするため、ISO、ASTM 規格、米国 FDA 審査ガイドライン (510 k) 及び国内審査情報の取得・解析及び改善点の把握等を行った。整形インプラントである人工関節に関して2件の JIS 素案を、血管系インプラントに関しては2件の標準素案を取りまとめた。整形インプラント分野で取りまとめた JIS 素案の内容は、1. 人工股関節の耐久性試験方法、2. 人工膝関節の耐久性試験方法の2件である。血管系インプラントに関しては、大血管用のステントグラフトに対して、ISO 等の国際整合性を考慮したステントグラフトの耐久性試験方法に関する素案を取りまとめるため、血管系インプランに関する ISO、ASTM 規格、米国 FDA 審査ガイドライン (510 k) 及び国内審査情報の取得・解析及び改善点の把握等を行った。また、ステントグラフト力学試験方法、及びインプラント用 Ni-Ti 合金の素材特性に関して2件の標準案の考え方を取りまとめた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 インプラント、試験方法、標準化

【研究題目】 ナノテクノロジープログラム「ナノテ

ク・先端部材実用化研究開発」/「自己治癒力を誘導する抗感染性カテーテルの開発」

【研究代表者】 本間 一弘 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 本間 一弘、新田 尚隆、小阪 亮、山根 隆志、賀谷 彰夫  
(常勤職員3名、他2名)

## 【研究内容】

薬剤投与、栄養管理等に多用される体内留置カテーテル出口部の感染防止を目的として、経皮デバイス/生体界面に分布させたアミノ化ナノ酸化チタンを極めて低侵襲的かつ効率的に励起し、抗感染性を誘導する超音波照射技術を開発することを目標とする。

上記目標達成のため、本研究では、(1)アミノ化ナノ酸化チタン励起用超音波振動子の試作と超音波照射装置の導入、(2)超音波を用いたアミノ化ナノ酸化チタン励起による抗感染性発現効率の評価、(3)超音波触媒活性機序の明確化と超音波出力基準の作成を行う。

昨年度までに上記(1)(2)の目標を達成し、平成20年度は上記課題(3)を実施した。抗感染系には OH ラジカルの発生が寄与すると仮定し、安全基準内 ( $1 \text{ W/cm}^2$  未満) の低い超音波出力に対する OH ラジカル発生有無の確認とその発生機序を考察した。界面にアミノ化ナノ酸化チタン粒子が存在することによるキャビテーションしきい値低下が引き金となって、局所的なソノルミネセンスによる酸化チタンの光触媒効果が誘起され OH ラジカルが発生する、との仮説を立て実証を試みた。色素分解実験では粒子存在下において色素分解しきい値が低下し、キャビテーションしきい値低下が示唆されたこと、光検出器を用いた実験では粒子存在下において僅かな紫外成分が検出されたこと、高速液体クロマトグラフィ分析では粒子存在下においてのみ OH ラジカルの発生が認められたことから、上記仮説の成立が示唆された。さらに、種々超音波照射条件で色素分解実験を行い、血管新生や滅菌、生体安全性確保に必要な超音波出力基準を系統的に整備し、平成20年度における目標を達成した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 抗感染性、酸化チタン、超音波照射

【研究題目】 エネルギー使用合理化技術戦略的開発/エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発/生活行動応答型省エネシステム (BeHomeS) の研究開発

【研究代表者】 松岡 克典 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 松岡 克典、吉野 公三、佐藤 稔久  
(常勤職員3名、他1名)

## 【研究内容】

各生活状態に合わせた合理的な省エネを実現する生活行動応答型省エネシステム (BeHomeS) の開発を目的に、宅内ネットワークを通じて得られる家庭内機器等の

運転情報を活用して生活状態を推定する生活行動推定技術を開発する。ここでは、住宅の間取り、居住者数、ECHONET 機器の配置の情報が無くても、生活状態と生活の普段度を推定する技術の開発を目標とする。

平成20年度においては、昨年度試作した、各部屋での生活状態と生活の普段度を出力する人間行動推定ソフトウェアの改良として、生活状態遷移パターンの自動類別化のアルゴリズムの開発とその人間行動ソフトウェアへの適用を試みるとともに、当該ソフトウェアが出力する生活状態を基に、機器等の省エネ動作や快適制御のための情報翻訳機能の開発を行った。また、併せて、これらソフトウェア開発のための基礎データ抽出を目的に、既存の生活行動データの解析や本年度より開始したモニター宅での計測データの解析を通して居住者行動や環境状態と各種機器や設備の稼働状態との関係分析やトイレ等の特定空間の使われ方の特徴分析を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 人間行動、生活状態、省エネ

【研究題目】 インテリジェント手術機器研究開発

【研究代表者】 鎮西 清行（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 鎮西 清行、小関 義彦、荒船 龍彦  
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

低侵襲の治療が特に有効ながん及び心疾患の主要な対象部位である脳神経外科、胸部外科及び消化器外科の領域において、医療従事者が扱いやすい診断・治療一体型の内視鏡手術支援機器であるインテリジェント手術機器の実現を図る。産業技術総合研究所ではこのうち、手術ロボット基盤ソフトウェア、術室統括ヘッドクォータ、精密微細操作の各技術に関する研究開発を行う。

研究計画：

- 1) ソフトウェア動作検証システム、ハードウェア動作検証システムなどを開発して本事業の試作品を検証する。ソフトウェアのライフサイクル管理を実現するための開発体制を構築する。
- 2) 個々のスタッフの個人識別と位置測定、役割モデル解析を行う「位置識別システム」、医療機器の動作状況を記録する「医療機器ログシステム」、手術映像の動画像圧縮・内容分析からなる情報収集技術を開発する。
- 3) 精密操作機構を組織に接触させながら動作させる技術、取得した情報を解析して「リアルタイム情報処理」に提供して処置を行うための技術を開発する。

平成20年度進捗状況：

- 1) 1軸の直動機構に安全監視センサを取り付けた試験システムを試作した。共同実施機関、再委託機関の開発するソフトウェアと組み合わせでハードウェア・ソフトウェア検証システムを構築した。
- 2) 医療機器ログシステムのソフトウェアを整備して再

配布可能とした。パネル要素の画像解析アルゴリズムおよびパネル情報の設定ファイル読込／保存機能などをC++クラスライブラリ化して、ログデータをXML形式で通信できるようにした。これにより、1) 手術室内で使われている医療機器ごとにパネル面のスイッチ、表示器の情報に関する情報を事前に作成して、2) 手術前にその設定ファイルを読み込ませることでログ作成の準備をほぼ自動で行い、3) 手術中にパネル面の状態をXML形式で送信できるようにした。産総研他ユニットおよび再委託機関の開発するシステムに組み込んで、手術ヘッドクォータシステムの一部としていく。

- 3) 微細操作機構として、1自由度微細フレキシブルアクチュエーション装置（慶應義塾大学）の中心軸に光ファイバを組み込んで組織表面に接触させながらセンシングするための技術的検討を行なった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 低侵襲治療、内視鏡手術、手術ロボット、微細アクチュエータ

【研究題目】 脳内意思解読技術に関する技術シーズの確認

【研究代表者】 長谷川 良平

【研究担当者】 長谷川 良平、長谷川 由香子  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

目標：

本研究の目標は、脳内意思解読技術に関する社会ニーズと技術シーズを確認することで、Brain-Machine Interface (BMI) 開発の進むべき方向や効率的な実用化への道筋を検討することである。

研究計画：

以下の3つのテーマに関して調査・研究を行い、調査報告書を作成した。

- ①意思伝達機能とその障害
  - ②既存の意思伝達支援技術の種類と普及状況
  - ③脳研究の成果を応用した意思伝達支援技術の可能性
- 本年度進捗状況：

本調査では脳内情報解読技術の適用候補として「意思伝達支援」を考えた時に派生する様々な問題に関して、文献的、フィールドワーク的、そして実験的なアプローチを行った。その結果、意思伝達機能の障害に関する独自の分類法の提案や、非 BMI 的な既存技術の普及状況の調査、そして今後開発が期待される認知型 BMI による意思伝達支援技術の開発の要になるコア技術の特定を行った。

【分野名】 神経科学

【キーワード】 ブレイン・マシン・インターフェース

【研究題目】 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技

術開発／橋渡し促進技術開発／再生・細胞医療の世界標準品質を確立する治療法および培養システムの研究開発

〔研究代表者〕 脇谷 滋之（大阪市立大学）

〔研究担当者〕 植村 寿公、稲木 誠  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

R-CPX 全体構成の装置開発経験に基づく評価

MDX 評価2号機を用いた細胞培養の評価結果から得た経験からも、R-CPX の設計は高い評価が得られるものと確信する。MDX 評価2号機の基本動作とは異なり、R-CPX ではロボットアームが固定で試料台が動くという基本設計がされており、培養動作の効率を上げるだけでなく、またその汎用性を高めることが期待できる。つまり試料台に用途に応じた様々な機構をオプションとして設置することができる。ロボットアームによるピペット操作も種々のピペットを装着できるように設計されており、再生医療、遺伝子治療操作に必要な多種の培養条件に適用できると考えられる。

骨軟骨前駆細胞の選択および成長因子による影響評価

ヒト間葉系幹細胞から軟骨を得るための適切な成長因子を決定するため、増殖培地、種々の成長因子（TGFβ3、TGFβ2、IGF1、BMP6、BMP2）およびその組み合わせを含む培地を用いて、ヒト間葉系幹細胞の増殖性、軟骨への分化能を調べた。その結果、無血清培地を用いて増殖能150%、TGFβ3、BMP2の組み合わせにより、分化能（軟骨基質産生能）200%から1,000%の亢進を得ることができた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 再生医療、遺伝子治療

〔研究題目〕 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／次世代技術開発／アンモニアボラン利用燃料電池の開発

〔研究代表者〕 徐 強（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕 徐 強、塩山 洋、Xinbo Zhang、大長 亜紀（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

本研究開発では、新しい安全な燃料であるアンモニアボラン（ $AB=NH_3BH_3$ ）を利用した高性能燃料電池技術の確立を目的として、①「アンモニアボランによるポータブル燃料電池用高効率水素発生システムの研究開発」及び②「アンモニアボランを直接燃料とする燃料電池（ABFC）の研究開発」の二項目を実施した。

研究開発項目①では、デンプンを添加した水溶液中で塩化ニッケルを  $NaBH_4$ により還元することにより、粒径10 nm 以下のニッケルナノ粒子触媒の開発に成功した。アンモニアボランの加水分解による水素発生の触媒活性を評価すると、反応開始後6分以内で水素放出が完了する。このニッケルナノ粒子触媒は、長時間大気中に

放置しても、デンプンの保護作用で触媒活性の劣化が著しく抑制されていることがわかった。

研究開発項目②では、ABFC 発電特性の向上を目指して、MEA 作製方法の改良を試みた結果、数値目標である0.6 V、180 mA/cm<sup>2</sup>以上という発電特性の室温運転での達成に成功した。また、MEA からの白金量低減について検討し、鉄微粒子の表面に白金を被覆した触媒（Fe@Pt コアシェル触媒）を開発した。Fe@Pt コアシェル触媒を用いたアンモニアボランの電気化学的直接酸化を、回転ディスク電極によるサイクリックボルタンメトリーによって測定した。その結果、Pt/C 触媒などに比較しても、特にアモルファス鉄をコアとするFe@Pt コアシェル触媒の活性が高いことが明らかとなった。また、発電特性の向上を目指して幾つかの試みも行っており、例えばイオンマー溶液にフラーレン誘導体である水酸化フラーレン（ $C_{60}(OH)_{10}$ ）を添加すると発電特性が向上することを見いだした。

〔分野名〕 環境・エネルギー分野、ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 水素、燃料電池、アンモニアボラン

〔研究題目〕 局所的触媒反応機構解明と長期的触媒特性改善のための研究開発

〔研究代表者〕 村上 純一

（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕 村上 純一、二又 政之（客員研究員、埼玉大学 院理工）、松田 直樹（生産計測センター）、城石 英伸（東京高専）  
（常勤職員2名、他3名）

〔研究内容〕

新規超高感度・超解像振動分光法の性能向上を図るとともに、触媒表面に適用し、局所的な反応機構を解明し、性能改善・劣化機構解明・新規触媒設計のための指針を得ることを目標とした。

- [1] 高感度・超解像振動分光法の高性能化とそれによる局所的反応過程の解明
- 固液界面に適用する近接場ラマン用プローブについて理論計算による検討を進め、これまでに報告されている誘電体カンチレバーへの金属コートの問題点を見出し、改善の指針を得た。
  - ナノメータ空間分解能を実現するには、その領域に吸着する1-数千個程度の極少数分子のラマン信号検出が必要である。そのために、金属と吸着種の電子的相互作用が重要な役割を果たすことを見出し、それによるラマン信号活性化メカニズムの詳細およびその制御法を明らかにした。
  - 昨年度までに構築した触媒電極表面反応解析用近接場ラマン分光装置の光学系を改良し、10万倍のチップ近接によるラマン信号増強効果を見出した。
  - 金属表面吸着種の近接場ラマンスペクトルの電位依

存性を見出した。電位変化に対する信号変化の再現性を確認し、初めて電位制御下での超解像ラマン測定を実現した。

[2] 種々の触媒設計に基づく触媒の燃料電池触媒としての実際の性能の評価

- a. 添加剤の触媒中での安定性に関して、Nafion 膜に 2,2'-bpy を添加することによって、酸素の拡散係数と膜中濃度がそれぞれ2倍程度上昇することを見出した。
- b. 実用 Pt/C 触媒に劣化防止剤として2,2'-bpy を導入し、燃料電池単セルを作成し劣化加速試験前後での電流電圧特性の変化を解析した。
- c. 電気化学的酸化に対して、耐性が高いと考えられる sp<sup>2</sup>炭素を有する多層カーボンナノチューブへ白金ナノ粒子を担持する方法を見出した。さらに、Pt/MWCNT 触媒のカーボン担体が市販触媒 (Pt/XC72) と比較して、非常に優れた劣化耐性を有していることを見出した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 劣化機構、長期性能、局所反応機構、超高感度・超解像振動分光

[研究題目] 自己組織化ナノパターンニング法によるナノ狭帯磁壁型 HDD 磁気ヘッド素子の開発

[研究代表者] 今村 裕志  
(ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 今村 裕志、関 和彦、松下 勝義、  
佐藤 純 (常勤職員2名、他2名)

[研究内容]

高精細映像や高音質音楽配信・携帯音楽機器などの普及をはじめとした社会ニーズの変革により、我々が扱う情報量は膨大なものとなり、これに対応した記憶装置の開発が急務である。これに代えて5-7年後に小型・高密度磁気ストレージメモリ (HDD) を可能とする磁気ヘッドのブレークスルー技術開発を行うことを目的として自己組織化ナノパターンニング法によるナノ狭帯磁壁型 HDD 磁気ヘッド素子の開発を行っている。

本研究開発において、産業技術総合研究所では、ナノ狭帯磁壁におけるスピン依存散乱・電気伝導の理論・MR 原理に関する研究開発を担当し、(1) 100%以上の高 MR 比を実現するための物質パラメータの特定、(2) スピン流によるトルクに起因するノイズを低減するための素子構造の提案、の3つの目標に取り組んだ。

- (1) ナノメートルサイズの磁壁における電気伝導では、スピン蓄積効果以外に、伝導電子のスピンが追従できないことによるミストラッキング効果を重要な役割を果たすと考えられる。我々は、ミストラッキング効果、およびスピン蓄積効果の両方の効果を取り入れて磁気抵抗を計算することができるシミュレータを開発し、

100%以上の高 MR 比を実現するための物質パラメータの特定を行った。

- (2) 数値シミュレーション、および1次元モデルの解析計算によりスピン流によるトルクに起因する電気抵抗のゆらぎ (ノイズ) は、Bloch 磁壁型の磁気構造と Neel 磁壁型の磁気構造の間の振動が原因であることを明らかにし、低ノイズな素子の提案を行った。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] 自己組織化、磁気抵抗、ハードディスク

[研究題目] ナノテク・先端部材実用化研究開発/深紫外線発光ダイオードの研究開発

[研究代表者] 山崎 聡 (ナノテクノロジー研究部門)

[研究担当者] 竹内 大輔、小倉 政彦、加藤 宙光、  
大串 秀世、牧野 俊晴、徳田 規夫  
(常勤職員5名、他0名)

[研究内容]

新原理デバイスである励起子ダイヤモンド深紫外線発光ダイオード (深紫外線 LED) は、現在実用化されている最短波長 (360 nm) の LED に比べはるかに短い波長 (235 nm) を持ち、小型・長寿命・低環境負荷 (水銀フリー) の殺菌光源となる。この新しい LED を、コスト面で有利な高配向ダイヤモンド基板上に作製する技術、LED デバイス化技術を確立することを目的としている。

平成20年度は高配向基板上に p-i-n 構造をもつダイヤモンド LED を作成し、発光効率を向上した。4桁以上の整流性を持つ特性を得ることができた。結晶基板上 LED の8桁以上の整流性に比べると劣るものの良好な整流性である。このダイオードの発光特性において、240 nm に自由励起子による発光を確認することができた。その発光効率は30 μワットまで達成し、実用化レベルを見通せるところまで来た。

また、ダイヤモンド深紫外線 LED の非線形発光現象の理論的解明をおこない、ダイヤモンド深紫外線 LED における自由励起子発光が注入電流に対して非線形に増大する特徴ある性質の原因が、欠陥における束縛状態にあることを見出した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] ダイヤモンド、発光素子、半導体

[研究題目] 遷移金属酸化物を用いた超大容量不揮発性メモリと極微細加工プロセスに関する研究開発

[研究代表者] 秋永 広幸 (先進ナノ構造グループ)

[研究担当者] 高野 史好、島 久  
(ナノテクノロジー研究部門)、  
井上 公 (エレクトロニクス研究部門)  
(常勤職員3名、他1名)

[研究内容]

## 目標：

近年情報家電、各種モバイル機器の発達は目覚ましく、これに伴う記録媒体に関する技術向上が望まれている。このため、既存の不揮発性メモリの想定性能を超え、超大容量、超低消費電力、超高速、低コストという全ての条件を満足するメモリ素子の開発が不可欠となっている。本テーマは、このニーズに対応し、遷移金属酸化物における巨大抵抗スイッチ効果を用いて、サブ100 nm スケールの不揮発性メモリ素子を実現することを目的に、必要となる極微細加工プロセス技術と装置を開発する。研究開発目標は次の3つに大別される。

- ①不揮発性抵抗スイッチ現象の解明
- ②遷移金属酸化物用加工プロセスの開発
- ③不揮発性メモリ機能の開発

## 計画と成果：

研究項目①「不揮発性抵抗スイッチ現象の解明」においては、遷移金属酸化物の酸化状態を原子レベルで制御する成膜方法を開発するとともに、その制御を可能とするラジカルアシスト蒸着装置の研究開発用試作機を完成させた。2007年2月に市場への投入を行っている。また、遷移金属酸化物における実空間での電子状態揺らぎに注目し、物質やデバイス構造をパラメータとして変化する電子状態と抵抗スイッチ現象との相関を固体化学的な洞察に基づいて明らかにすることで、抵抗スイッチ現象を定量的に扱えるモデルの構築に成功した。そして、このモデルに従って素子動作を制御できることを示し、モデルの正当性を実証した。研究項目②「遷移金属酸化物加工プロセスの開発」においては、第一原理計算による非経験的手法によって、強相関電子効果やエッチングガスを構成する原子の運動エネルギーを考慮したプロセス設計における計算手法を開発した。また、ステージⅡにおける RRAM 信頼性試験、実用化研究に資するエッチング・プロセスとそのプロセスを実現する装置の試作に成功した。研究項目③「不揮発性メモリ機能の開発」においては、ステージⅡにおける研究開発に資する遷移金属酸化物／絶縁体接合素子構造を形成するためのプロセスと、そのプロセスによって作製した極微細メモリ構造の評価技術を開発し、さらに、ステージⅠの最終的な数値目標として設定していた20ナノメートル四方相当素子サイズでのメモリ素子動作実証を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 遷移金属酸化物、不揮発性ランダムアクセスメモリ、極微細加工

【研究題目】 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム・省エネルギー技術開発プログラム／植物機能を活用した高度モノづくり基盤技術開発／植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発（植物の統括的な遺伝子の発現制御機能の解析）

【研究代表者】 鈴木 馨（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 鈴木 馨、中野 年継、内藤 由紀、伊藤 咲江、高木 優、光田 展隆、岩瀬 哲、中田 克、梅村 佳美、元吉 辰徳、松井 恭子  
（常勤職員3名、他8名）

## 【研究内容】

植物の物質生産系に関与する酵素等の遺伝子発現を統括的に制御する転写因子遺伝子を利用することによりバイオマスや有用物質を効率的に生産させる技術を開発するための知的基盤及び技術基盤の整備を目的とする。

転写因子遺伝子の機能解析において、渇水耐性の向上に有望な BZF1は、過剰発現によって基幹代謝系に関連する遺伝子発現の変化、栄養成長期の増大、蒸散の低減等を引き起こすと共に灌漑水の利用率を向上させることを見出した。フェノール性化合物の低減に有望な ERF については、収穫後の鮮度維持に関連する形質を制御する機能を有することが示唆された。有用性が期待される転写因子の実用植物への適用の可能性の検討のために、セイヨウナタネを実用モデル植物として選定し、形質転換体の作成を行った。転写因子のバイオマス生産性の制御に関連する機能の情報を取得するために、シロイヌナズナ形質転換体を用いて、バイオマス生産性に関連する形質変化の解析手法の構築と解析を進めた。渇水耐性については5個の転写因子について情報を取得し、有望な転写因子遺伝子を新たに3個見出した。窒素要求性の解析に有効な植物の育成手法を構築し、5個の転写因子について情報を得た。さらに、光合成能の簡便で安定した解析手法の構築を行った。

キメラリプレッサーを用いた遺伝子発現制御技術の開発において、トリプトファン派生経路、フェニルプロパノイド合成経路、および脂質合成と関連すると考えられる、それぞれ4種、7種、5種の転写因子のキメラリプレッサー発現体について、メタボローム解析による機能解析を進めた。トリプトファン派生経路に関連する HR0215ラインは、顕著な5-メチルトリプトファン耐性を示し、トリプトファン派生物質の蓄積が確認された。脂質合成関連の転写因子として解析を進めた HR2751ラインでは、脂肪族グルコシノレート蓄積の顕著な抑制がみられ、ER body と脂肪族グルコシノレート合成の関連が示唆された。より生産性の高いヒアルロン酸生産プラットフォーム植物の開発に有用なキメラリプレッサーの探索のために、植物培養細胞のキメラリプレッサー形質転換およびヒアルロン酸の生成量分析のハイスループットシステムの確立を行った。これまでに80個の候補キメラリプレッサーを形質転換し、現在ヒアルロン酸生成量の解析を順次進めている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 循環型産業システム、植物、遺伝子、転写因子、発現制御、代謝制御、バイオマ

ス

**〔研究題目〕 知的基盤研究開発事業／DNA チップの互換性向上のための SI トレーサブルな核酸標準物質作製・評価技術の研究開発**

**〔研究代表者〕** 関口 勇地（生物機能工学研究部門）

**〔研究担当者〕** 関口 勇地、川原崎 守、水野 敬文、陶山 哲志、野田 尚宏、吉池 里和（生物機能工学研究部門）  
高津 章子、藤井 紳一郎、絹見 朋也、柴山 祥枝、稲垣 和三、成川 知弘（計測標準研究部門）  
（常勤職員10名、他1名）

**〔研究内容〕**

本事業では、DNA チップ（DNA マイクロアレイ）の比較互換性（コミュニティ）の向上に不可欠な課題のひとつである、測定の基盤となる核酸標準物質の作製・評価技術を確立することを目的に、バイオインダストリー協会と共同で、主に以下の4つの課題に関して検討を進めた。(1) 核酸の一次標準測定法（SI トレーサブルな核酸の計測方法）の確立、(2) 核酸認証標準物質の製造法、純度検定法、安定性、保存方法の確立、(3) 核酸標準物質の候補配列のリスト、ライブラリ化、(4) 核酸認証標準物質の開発と頒布体制の構築。平成20年度は、DNA の SI トレーサブルな計測技術を確立するため、同位体希釈質量分析法と分子内のリン定量による方法の二つのアプローチについて検討した。同位体希釈質量分析法においては、高分子の核酸物質を完全に単量体に分解することが必要であるため、単量体やそれ以外の核酸を精密かつ高感度に分離分析できる測定系を確立し、100 bp 程度の DNA について酵素分解反応条件を決定した。また、DNA および RNA の製造方法の確立を進めた。目的とする配列だけで構成される DNA 分子をプラスミドから分離し、精製する方法の検討を行い、100 bp から600 bp までの目的断片を大量精製する方法を確立した。さらに、国内外の核酸標準物質の開発動向調査を行うと共に、候補核酸標準物質のリスト化に着手した。また、候補配列のプラスミドライブラリ化を進め、30種類のライブラリを合成した。

**〔分野名〕** ライフサイエンス、標準・計測

**〔キーワード〕** 核酸、DNA チップ、標準物質

**〔研究題目〕 新機能抗体創製技術開発／高効率な抗体分離精製技術の開発**

**〔研究代表者〕** 巖倉 正寛（生物機能工学研究部門）

**〔研究担当者〕** 巖倉 正寛、本田 真也、広田 潔憲、竹縄 辰行、末森 明夫、横田 亜紀子（常勤職員6名、他11名）

**〔研究内容〕**

抗体の製造コストの大部分を占めるダウンストリーム

プロセスの技術革新に焦点をあて、生産性の向上と安全性の確保の両立を目指し、抗体の大量生産に対応する超高速処理が可能であり、安全性と信頼性を担保するための高品質高純度の精製を実現し、かつ従来技術に比べて低コストで生産性の高い分離精製技術の実現を可能とする単位操作および要素技術の技術革新を進める。加えて、多くの種類の抗体に対して、それぞれの分子特性に合わせた適切な分離精製工程を、迅速に提供することを可能にする分離精製技術のテーラーメイド化を推し進め、分離精製工程の最適化に係る設計時間の大幅短縮化を目的とする。

タンパク質分子リガンドに関する基盤技術の開発では、抗体結合分子であるプロテイン A 配列を出発として、網羅的な1アミノ酸変異体遺伝子を作製し、861種類の遺伝子ライブラリを完成させた。ついで、これらの人工遺伝子で形質転換した大腸菌の大量発現を行い、750種類のプロテイン A 型リガンドタンパク質ライブラリを完成させた。表面プラズモン共鳴法を用いて、作製したすべての1アミノ酸変異体について、ヒトポリクローナル抗体との結合特性解析を完了した。また、プロテイン A 代替リガンドの創製に向けて、既知の抗体結合性タンパク質から、プロテイン A 以外の10種類の候補タンパク質を取り上げ、配向制御固定化に向けた配列デザインとその人工遺伝子の合成及びその大腸菌での発現を行った。計算機を用いた独自の分子設計法を開発し、熱安定性に優れたプロテイン G 変異体タンパク質を合成し、これらの抗体結合特性を定量的に測定した。

高効率クロマト担体に関する基盤技術の開発では、プロテイン A 様改変タンパク質を固定化する際のリンカー・スパーサー配列を特定した。また、リガンドの投入濃度と固定化量との関係を明らかにした。作製したアフィニティ担体について、ヒトポリクローナル抗体の最大静的結合量を測定したところ、最大90 mg/mL 担体であった。試作したアフィニティ担体を用いてパイロットスケールの新規アフィニティカラムを製作し、ヒト型モノクローナル抗体産生細胞を用いたモデル抗体培養液で、その性能を評価した。

溶出工程に関する基盤技術の開発の観点では、全反射型セルを用いたフーリエ変換赤外分光法において、加熱に伴う抗体溶液の変性凝集過程を感度よく迅速に検出するための測定条件を確立した。抗体溶液の赤外スペクトルから、溶液中の凝集体の存否を検知する統計的分析手法の開発を進めた。

**〔分野名〕** ライフサイエンス

**〔キーワード〕** 抗体医薬、蛋白質デザイン、蛋白質製造技術、アフィニティ・クロマトグラフィ、プロテイン A

**〔研究題目〕 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発**



(先導研究開発) / 酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究

[研究代表者] 宮崎 健太郎 (生物機能工学研究部門)

[研究担当者] 矢追 克郎、内山 拓、六谷 明子、  
久野 しおり、宮崎 健太郎  
(常勤職員3名、他2名)

[研究内容]

セルロース系バイオマスの糖化に資する糖化関連酵素獲得を目的として、メタゲノム手法を用いた糖質加水分解酵素のハイスループットスクリーニング系を確立し、堆肥、温泉、発酵食品等の環境 DNA より作製したメタゲノムライブラリーからのスクリーニングを行った。まず、各種環境からの効率的な DNA 抽出に成功し、プラスミドベクターおよびフォスミドベクターに挿入したメタゲノムライブラリーを作製した。つぎに、メタゲノムライブラリーから酵素活性を指標としたハイスループットスクリーニング系を確立し、本年度はβ-グルコシダーゼとセルラーゼのスクリーニングを行った。β-グルコシダーゼについては、X-Glc 分解活性を指標としたプレートアッセイを行い、数百のポジティブクローンを得た。セルラーゼについては、CMC、微結晶セルロース、pNP-セロビオシドを基質として用い、ライブラリー大腸菌破碎液中の基質分解活性を測定する液体評価系を用いて、数十のポジティブクローンを獲得した。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] 環境 DNA、メタゲノム、糖質加水分解酵素

[研究題目] 超ハイブリッド部材技術開発—材料設計に資する統合評価・支援技術開発—

[研究代表者] 山内 幸彦

(計測フロンティア研究部門)

[研究担当者] 本田 一匡、野中 秀彦、齋藤 直昭、  
鈴木 淳、藤原 幸雄、小池 正記、  
渡辺 一寿、安本 正人、池浦 広美、  
小川 博嗣、黒田 隆之助、鈴木 良一、  
木野村 淳、兼松 渉、柘植 明、  
西田 雅一、深谷 治彦、宮島 達也、  
丸山 豊、後藤 義人、林 繁信、  
竹谷 敏 (常勤職員23名、他2名)

[研究内容]

本テーマでは、超ハイブリッド材料を実現するための材料構造設計指針や、その構造を具現化するプロセス条件に関する情報を創出し、プロジェクトの基盤技術、材料開発グループに提供することを目標とする。

研究計画：

超ハイブリッド材料の材料設計指針に必要な計測技術として、陽電子ビーム、光電子顕微鏡、二次イオン質量分析、固体 NMR などを超ハイブリッド材料計測に適合させるための技術基盤を完成させる。また、材料機能イ

ンフォマティクスの基盤となる不均質性解析プロトコルの基礎を完成させる。その過程において得られたモデル試料の計測情報をプロジェクト集中研究に提供する。

年度進捗状況：

超ハイブリッド材料の構造や組成の三次元計測を実現するために、サブナノ空孔計測に用いる陽電子ビームの増強、金属クラスターイオンビームによる表面均一除去手法の開発、光電子顕微鏡におけるイメージ・エネルギーフィルターの導入等を実施した。これにより、材料中のサブナノ空孔計測は表面から5 μm の深さまで可能とするとともに、ラマン分光や光電子顕微鏡による化学結合状態計測が深さ方向でも実施可能となった。

プロジェクト内で開発された試料の計測においては、ジルコニアナノ粒子を分散させた薄膜のナノ空孔発生状況を陽電子消滅法により調べた。その結果、粒子の分散量が高い試料でナノメートルオーダーの空隙が発生していること、粒子の分散量から予想される屈折率と実際の屈折率との乖離があり、それがナノ空隙の量と関係していることが示唆された。また、分散粒子の表面修飾状態を解析するために、チタニアナノ粒子の表面をデシルホスホン酸で修飾したモデル試料を有機化学的手法で作製し、固体 NMR 法を適用して<sup>31</sup>P、<sup>1</sup>H、<sup>13</sup>C の NMR スペクトルを観測した。その結果、表面修飾剤であるデシルホスホン酸がリン酸基の部分でチタニアと化学結合していることを示す結果が得られた。次に、プロジェクト内で超臨界法により合成された同じ系の試料について固体 NMR 測定を行った。超臨界法によって合成された試料では、全く異なるスペクトルが観測され、表面修飾において超臨界法の特異性を示す結果が得られた。

材料構造のゆらぎを解析するための手法開発に関しては、マッピングデータにおける信号強度の分布波形を高波数成分と低波数成分に分解する多重解像度分解 (ウェーブレット変換) と、二点間の信号強度差の二次 (分散) および四次モーメント (尖度) の変化を調べる方法とを組み合わせた解析手法を提案し、モデル画像データを用いたテストを開始した。また、測定に関するすべての情報を統一的に XML データとして管理することで、各種測定データ採取から統計解析処理およびその結果の保存、参照まで一元的に実行可能とするシステム構築を行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 超ハイブリッド材料、ナノ空孔、ナノ粒子分散、陽電子ビーム、光電子顕微鏡、核磁気共鳴、多重解像度分解、分散、尖度、XML データ

[大項目名] ナノ粒子特性評価手法の研究開発

[研究題目] キャラクターリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

[研究代表者] 山本 和弘

(計測フロンティア研究部門)

### 〔研究内容〕

電子顕微鏡は空間分解能が高くナノ粒子の計測において最も有効な計測手法である。電子顕微鏡観察のための液中試料調整方法を開発するとともに、試料調整方法および観察法に関して一般化を行い手順書として確立・提案する。また、ナノ粒子を含有した生体試料の透過型電子顕微鏡測定のために、電子分光を用いた透過型電子顕微鏡観察手法を開発することを目標とする。平成20年度は中間目標として掲げた急速凍結技法を用いたナノ粒子分散液の電顕試料調整方法の開発を完成させた。電顕用グリッドに塗布したナノ粒子分散液を液化プロパン冷媒中に浸漬して急速凍結する。その後、 $-150^{\circ}\text{C}$ 程度に冷却したクライオトランスファーにセットした後、大気と遮断した状態で真空排気装置にセットして真空中で凍結乾燥する。この手法で作製したポリスチレンラテックスナノ粒子分散液および単層カーボンナノチューブ分散液の液中での分散状態を維持した電顕試料を作製できた。

この手法を手順書としてまとめた。さらに昨年度までに開発したエネルギー分光ゼロロス電子像観察手法を多層カーボンナノチューブ(MWCNT)のVivo実験に適用した。MWCNTを気管注入したラット肺の高分解能電顕観察および元素分析を行い、MWCNTの組織内取り込みの推移を調べた。その結果、MWCNTは肺胞マクロファージに貪食され、一部肺胞上皮細胞中に取り込まれていることがわかった。MWCNTは結晶性を維持したまま3ヶ月後まで肺に滞留することが確認された。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 ナノ粒子、透過型電子顕微鏡、有害性評価、分散、生物細胞、生物組織

〔研究題目〕 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／要素技術開発／定置用燃料電池システムの低コスト化・高性能化のための電池スタック主要部材に関する基盤研究開発（電子伝導性酸化物材料を用いた高耐久性触媒担体の研究開発）

〔研究代表者〕 五百蔵 勉（ユビキタスエネルギー研究部門）

〔研究担当者〕 五百蔵 勉、秋田 知樹、丹上 貴子、渡邊 久美子（常勤職員2名、他2名）

### 〔研究内容〕

本研究では、従来のカーボン系触媒担体に比較して格段に耐酸化性を向上させた新規な高耐久性触媒担体の開発を目的として、バルブメタルの酸化物(Magnéli相酸化物など)をベースにした、電導性と耐腐食性を高い次元で満足できる担体材料の検討を行った。

平成19年度までに実施した導電性酸化物担体材料に関する検討結果から、高耐久性担体材料候補として、酸素欠損型チタン酸化物( $\text{TiOx}$ )が高い耐酸化性および導電性を有しており、次世代触媒材料として有望であると

考えられる。そこで、本研究開発ではPt/TiOx系触媒活性の一層の向上を図るため、Pt触媒の分散性及び比活性の両面からの改善を検討した。また、当該プロジェクトに参画している企業メンバーに本触媒サンプルを提供し、実用化に向けての指針や技術課題の明確化を目指した。

触媒の分散性については、紫外パルスレーザを用いた合成手法をさらに改良することで、 $50\text{ m}^2/\text{g}$ の比表面積を有する還元チタン酸化物担体の作製が可能になり（従来は約 $25\text{ m}^2/\text{g}$ ）、より微細な白金触媒を担持可能にした。触媒の比活性向上については、担持する白金触媒をチタンとの合金触媒( $\text{Pt}_3\text{Ti}$ 相)とすることで純白金触媒に比べて、酸素還元反応活性を約2倍に向上できることがわかった。

本触媒サンプルは企業メンバーに提供し、各社において触媒特性評価(MEA作製、単セル初期性能確認、1000時間級連続運転試験)を行った結果、若干のばらつきはあるものの、各社で産総研のデータを再現できることを確認し、今後の課題としてセル抵抗や酸素ゲイン、電圧低下率などの課題が抽出された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 固体高分子形燃料電池、電極触媒、触媒担体、酸化チタン

〔研究題目〕 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発／水素製造機器要素技術に関する研究開発／ $\text{CO}_2$ 膜分離法を用いた水素製造装置改質システムの開発

〔研究代表者〕 栗山 信宏

（ユビキタスエネルギー研究部門）

〔研究担当者〕 山田 裕介、梅垣 哲士、荒西 研吾（常勤職員3名、他1名）

### 〔研究内容〕

目標：

$170^{\circ}\text{C}$ 以下で使用可能なCO変性触媒を開発する。 $\text{CO}_2$ 膜分離法を用いた水素製造装置改質システム( $\text{CO}_2$ 選択透過膜と本研究の開発であるCO変性触媒とを組み込む)は、水素ステーションの小型化、低コスト化、高効率化が期待できる。

研究計画：

コンビナトリアル化学手法によるCO変性触媒の探索および改良を行う。本研究で想定している $\text{CO}_2$ 分離膜は有機系膜であり、耐熱性の点から低温で用いることが望ましい。このため従来触媒である銅系触媒および我々が見出した新規な触媒をベースに、 $170^{\circ}\text{C}$ 以下で使用可能なCO変性触媒を開発する。

年度進捗状況：

コンビナトリアル化学手法による触媒探索を開始した。今年度は触媒担体である金属酸化物の形状に注目した。コンビナトリアル化学手法による金属酸化物の調製条件

の最適化を行った結果、外形が制御された金属酸化物ナノ微粒子を調製することに成功した。透過電子顕微鏡観察により、外形がキューブ状あるいはロット状に制御されていることを確認した。これら金属酸化物ナノ粒子を触媒担体として用いることにより、再現良く触媒性能を示すCO変成触媒が調製できた。次年度は、従来触媒として知られているCu系触媒等についてコンビナトリアル化学手法による触媒改良を行う。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】触媒、一酸化炭素、水素、CO変成反応、コンビナトリアル化学、外形制御

【研究題目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／次世代技術開発／還元雰囲気通電焼結プロセスを用いた高容量含硫黄複合正極材料の研究開発

【研究代表者】竹内 友成

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】竹内 友成、栄部 比夏里、境 哲男、妹尾 博、辰巳 国昭、山下 奈美子  
(常勤職員5名、他1名)

【研究内容】

次世代車載用リチウム二次電池の高エネルギー密度化のために、高容量を示す含硫黄複合正極材料を開発する。そのために、本研究では、還元雰囲気材料の合成・複合化が可能な通電焼結プロセスを用い、金属硫化物と含硫黄有機物を複合化させ、従来の方法では得られなかった新規な硫黄系正極材料を創製する。本方法により、有機物の炭化および硫黄-金属-炭素結合の形成を行い、従来硫黄系材料の問題点であった低電子伝導性とサイクル劣化の克服を目指す。併せて、現実的な電池構成で、サイクル劣化の主な要因と考えられている硫黄化合物の溶出が抑制されるような電解液の探索を行う。

平成20年度においては、昨年度作製法を確立させた硫化ニッケルについて、そのサイクル特性を改善させるため、表面を酸化物で被覆し、硫黄成分の電解液への溶出の抑制を試みた。被覆する酸化物としてはTiO<sub>2</sub>を用い、これを硫化ニッケル(NiS)表面に被覆させた。この被覆体を正極に用いて充放電試験を行ったところ、20サイクル後の放電容量は約220 mAh/g(容量維持率約41%)と、未被覆試料の値(放電容量約110 mAh/g、容量維持率約21%)に比べて改善することが分かった。サイクル後の電池を解体し、電解液に溶出している硫黄量を調べたところ、被覆試料は未被覆試料に比べて約半減していることが認められた。以上から、TiO<sub>2</sub>表面被覆によりNiSからの硫黄成分の溶出を抑制し、サイクル特性を改善できることが分かった。

【分野名】エネルギー・環境分野

【キーワード】リチウム二次電池、高容量正極、硫黄系材料

【研究題目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発／高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究開発

【研究代表者】辰巳 国昭

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】辰巳 国昭、竹内 友成、秋田 知樹、吉川 純、鍋島 洋子  
(常勤職員3名、他2名)

【研究内容】

次世代クリーンエネルギー自動車用リチウムイオン電池の高エネルギー密度化・高出力密度化に資するため、低コストかつ資源的に豊富な元素(Mn、Fe、Ti等)を主体とする新規高容量酸化物正極材料を開発する。

層状岩塩型Li<sub>2</sub>MO<sub>3</sub>系材料について、前年度に見出された材料系にさらなる製造条件および化学組成の最適化を検討し、新規に導入する電池特性評価装置等を用いて、高出力時の充放電初期特性のさらなる改善を図り、次年度以降の長寿命化の検討に値する充放電初期特性が最適化された材料系を絞り込むこと等を実施した。

層状岩塩型Li<sub>2</sub>MO<sub>3</sub>系として、鉄含有Li<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>系(FM系:Li<sub>1-x</sub>(Fe<sub>y</sub>Mn<sub>1-y</sub>)<sub>1-x</sub>O<sub>2</sub>)試料を中心に検討を行った。今年度、共沈-水熱-焼成法による試料合成プロセスにおいてFe-Mn共沈物の空気酸化工程が試料の高品質化、再現性向上に重要な役割を果たすことが判明し、空気酸化用ポンプの高吐出圧力化と攪拌機の変更等を行い、y=0.1-0.5の組成範囲で作製条件を一定にして試料の再合成と30℃での充放電特性評価(1.5-4.8V)を実施した。初期充電容量は300-500 mAh/g、初期放電容量は250-300 mAh/gに達した。初期放電エネルギー密度は924 mWh/gに達し、目標値の1000 mWh/gに近い値が得られた。また初期充電時の2段の電位平坦部(4.と4.5)がそれぞれ、LiFeO<sub>2</sub>成分からのLi脱離とLi<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>成分からのLi脱離と帰属でき、分析電頭を用いたLi分布解析の結果とも一致した。新たなLi<sub>2</sub>MO<sub>3</sub>系としてTi含有Li<sub>2</sub>MnO<sub>3</sub>系(TM系:Li<sub>1-x</sub>(Ti<sub>y</sub>Mn<sub>1-y</sub>)<sub>x</sub>O<sub>2</sub>)を見出し、Li<sub>1-x</sub>(Ti<sub>0.5</sub>Mn<sub>0.5</sub>)<sub>1-x</sub>O<sub>2</sub>組成においても250mAh/g以上の初期充放電容量を示すことがわかり、TM系も車載用リチウムイオン二次電池低コスト正極材料として取り組む価値があることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リチウムイオン二次電池、正極材料、酸化物

【研究題目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／基盤技術開発／次世代自動車用高性能蓄電池基盤技術の研究開発(劣化解析・抑制手法の開発)

【研究代表者】辰巳 国昭

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】辰巳 国昭、小池 伸二、鹿野 昌弘、

栄部 比夏里、蔭山 博之、秋田 知樹、  
仁谷 浩明、河本 健一、吉田 芳男、  
和合 由美子、黒田 佳弥、名倉 規代、  
中島 美幸、佐藤 扶美子、  
上野 憲市郎、廣瀬 道夫、犬飼 祥子、  
山野 由美子（常勤職員6名、他12名）

#### 〔研究内容〕

基盤技術開発の担当4法人（電力中央研究所、産総研、自動車技術研究所（JARI）、東北大学）が、研究開発責任者会議により全体を統括するとともに、要素技術（モジュール電池）開発担当法人（日立製作所／日立ピークルエナジー、ジーエス・ユアサ コーポレーション、松下電池工業）と連携を図るため、電池技術協議会を組織して研究開発を推進した。産総研は、特に、「劣化要因の解明とその抑制方法の開発」並びに「材料レベルからの安全性要因の解明」を担当している。

平成19年度までに、電池の劣化に伴い正極の表面に種々の有機系炭酸塩の存在を XPS や赤外線分光法により確認している。そこで、代表的な車載用リチウムイオン電池正極である Li (NiCoAl) O<sub>2</sub> を加熱処理し種々の分光学的評価を加えつつ、電池の安全性にも通ずる電極材料の熱的な安定性について評価を行った。150～550℃で熱処理した正極試料の O-K 端 XANES スペクトル解析から、熱処理温度の違いによりスペクトルが大きく変化し、532 eV 付近のピークが、高温で熱処理した試料と NiO で顕著に現れたことは、層状構造から立方晶構造への変化を示していると考えられる。この測定は全電子収量法（TEY）で実施しており、主として正極表面での反応を示している。さらには、バルクの情報を得る手法である蛍光法（FY）による測定結果では、上述の構造変化が起こる温度域がずれていた。したがって、熱処理において得られたスペクトルは、試料のバルクと表面での結晶構造の違いを示している。したがって、HX-PES のみならず XANES との組合せで、試料の深さ方向での特性の変化に知見を与えることを明らかとした。

安全性評価試験については、市販小容量セルによる安全性試験の予備検討を実施した。電池から取り出した電極（正・負極）の熱分解生成物を分析することにより電極材料と電解液の反応生成物を調査したところ、炭化水素等の成分が観測された。また、「耐圧高温試験装置」を導入し、電池を昇温した際に発生する気体成分の分析に着手した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 二次電池、リチウム電池、リチウムイオン電池、正極、負極

〔研究題目〕 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／次世代技術開発／エネルギー密度の革新を目指した金属-空気電池の二次

#### 電池化

〔研究代表者〕 藤原 直子

（ユビキタスエネルギー研究部門）

〔研究担当者〕 藤原 直子、五百蔵 勉、林 由美子、前田 範子（常勤職員2名、他2名）

#### 〔研究内容〕

本研究は、金属-空気電池のための可逆空気極を開発することを目的としている。従来の空気極では、アルカリ電解液と空気中の二酸化炭素との反応によるガス拡散電極細孔内での炭酸塩析出、アルカリ電解液による電極濡れ進行に伴う濃度過電圧上昇、強アルカリ電解質漏液の危険性などの問題がある。本研究ではこれらの問題点を克服するため、空気極層とアルカリ電解液との界面にアニオン交換膜を使用した固体高分子形空気極を提案した。ガス拡散性を付与した白金触媒層を炭化水素系アニオン交換膜と一体化させて固体高分子形空気極とし、その空気極性能（酸素還元および酸素発生性能）の二酸化炭素による影響を評価した。従来の空気極では、二酸化炭素の影響により酸素還元電位の低下および酸素発生電位の上昇が見られ、空気極性能の低下が顕著であった。一方、本研究の固体高分子形空気極では、酸素還元・酸素発生反応共に電位の変化はわずかであり、二酸化炭素による性能低下が抑制できることが実証された。

また、金属-空気電池の課題である充放電効率の向上を目指し、空気極における反応過電圧低減のための触媒探索を行った。空気極触媒として白金・イリジウム触媒を使用することにより、酸素発生反応に対する過電圧が低減し、充放電効率が大幅に向上した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 金属-空気電池、空気極、酸素還元、酸素発生、アニオン交換膜

〔研究題目〕 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発／リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発

〔研究代表者〕 松本 一

（ユビキタスエネルギー研究部門）

〔研究担当者〕 栄部 比夏里、齋藤 唯理亜、梅木 辰也、寺澤 直弘（セルエンジニアリング研究部門）、都築 誠二（計算科学部門）（常勤職員5名、他1名）

#### 〔研究内容〕

リチウム二次電池の安全性を高める液体電解質媒体として、難燃性・難揮発性が主な特徴であるイオン液体の適用を検討し、安全性に優れた車載用リチウム二次電池システムの実現に資するイオン液体電解質を開発することを目的としている。

研究開始から2年目に当たる本年度は、昨年度得られた成果を発展させ、①非対称ペルフルオロアニオン

(FTA<sup>-</sup>, [(FSO<sub>2</sub>)(CF<sub>3</sub>SO<sub>2</sub>)N]<sup>-</sup>) とイオン液体化が困難なスピロカチオンからなるイオン液体の開発に成功した。電池特性評価の結果、Li/LiCoO<sub>2</sub>セルにおいて室温で2 C以上のレート特性を得ることができた。またさらに新規ボレートアニオンの合成を検討しこれまで知られているボレート系では固体のカチオンでも液体となること、粘度を低減に効果があることを明らかにした。これら新規な塩等の拡散挙動について、本年度から導入した電場印加条件下での磁場勾配 NMR 法による拡散係数測定を行い、それらの結果と分子動力学計算 (MD) によるシミュレーション結果を検討することにより、イオン液体の拡散係数とイオン構造の相関性について計算科学的手法により高い精度で予測可能であることが明らかとなった。また熱天秤と GCMS を組み合わせることにより、イオン液体熱分解生成物の詳細な定性分析を行うべく測定条件の最適化を検討した。これらの研究成果に基づき、特許4件 (内 PCT 出願2件) の出願、学会発表 (国内10件、海外4件)、論分2件 (掲載受理済) の発表を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 イオン液体、パーフルオロアニオン、リチウム二次電池

【研究題目】 新利用形態燃料電池標準化等技術開発／標準化研究開発／新利用形態燃料電池の基盤研究開発 (性能及び安全性試験)

【研究代表者】 宮崎 義憲

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 宮崎 義憲、柳田 昌宏、山根 昌隆、永井 功、西村 靖雄、土山 尚彦、西川 演、川口 恵子、石井 みどり、宮崎 尚子、玉木 一彦、江戸 貞子、天野 良成、井上 健  
(常勤職員5名、他9名)

【研究内容】

本研究開発では、社団法人日本電機工業会との緊密な連携のもとで、メタノール、水素やその他の燃料を用いた携帯用燃料電池 (マイクロ燃料電池) をはじめとする新利用形態燃料電池に関して、周辺機器を含めた電源システムの性能試験等の試験方法・測定技術を開発するとともに、安全基準の設定、国際標準化、国内標準化、規制適正化に資する基盤データの取得、試験方法の開発を行う。

平成20年度は、マイクロ燃料電池の性能試験方法と安全性評価試験方法について研究を実施するとともに、二輪車等の小型移動体用 DMFC (直接形メタノール燃料電池) の標準化について検討した。

マイクロ燃料電池の性能試験方法では、特に、メタノール燃料不純物特性について、国際標準化活動における互換性 (燃料の品質) の動きに合わせて、これまでに提

示した連続した短時間での不純物の影響評価に基づく許容基準と断続運転での影響の評価に基づく場合に差があることを示すとともに、代表的な燃料カートリッジ材料から溶出する物質の影響調査を行うことにより、互換性の基準、試験方法を提供するために積極的に取り組んだ。また、平成19年度に発行された性能試験方法に関する国際規格の改定プロセスの開始に合わせて、開発状況に合わせて試験項目を再検討し、これを提案した。

マイクロ燃料電池の安全性評価試験方法では、特に、メタノール燃料電池発電システムの排出特性、水素カートリッジや水素燃料電池発電システムの水素漏洩評価の研究に積極的に取り組んだ。前者では、消費者の口や鼻の近傍で使用されるマイクロ燃料電池の排出基準やその評価試験方法を確立するために、サーマルマネキンを用いて吸引影響度を求める予備試験を行った。後者では、模擬水素漏洩点から一定の高さにおける水素濃度 (分布) 測定を行った。これまでに特に周辺空気の流れを極力抑制するなどの試験条件を整えることにより原理的には水素漏洩を定量的に評価できるが、一般的にこの評価試験に要する時間が長すぎることも併せて示してきた。そこで、簡便な評価試験方法を検討し、強制的に吸引して水素を検出することで飛躍的に試験時間を短縮できることを示した。

小型移動体用 DMFC の標準化については、燃料 (性状、品質)、排気物質等が今後の課題として抽出された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 マイクロ燃料電池、安全性評価、性能評価、標準化、規制緩和

【研究題目】 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／次世代技術開発／錯体系 CO 酸化電極触媒を組み込んだ新規耐 CO アノード触媒の研究開発

【研究代表者】 山崎 眞一

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 山崎 眞一、前田 泰 (ユビキタスエネルギー研究部門)、竹田 さほり (環境化学技術研究部門)  
(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究開発では、CO を低過電圧で酸化できる電極触媒を開発することを目指す。このプロジェクトでは、既に前年度に0.1 V 以下 (RHE 基準) で CO を電極酸化できるロジウムポルフィリン触媒を開発している。そこで、本年度はさらなる過電圧の低下を目指して、ロジウムポルフィリン錯体の配位子上の置換基が CO 酸化過電圧に与える効果に関して系統的な検討を行った。様々な置換基を持つ各種ロジウムテトラフェニルポルフィリン系錯体を合成し、その電極触媒活性を回転電極法により評価した。試した錯体の中ではパラ位にカルボキシル基

を持つロジウムテトラカルボキシフェニルポルフィリンが最も活性が高く、パラ位に置換基を持たないロジウムテトラフェニルポルフィリンは活性が非常に小さかった。テトラフェニルポルフィリン系配位子の電子スペクトルは非常に似通っており、置換基効果を電子的特性だけから説明するのは困難と考えられる。本研究では、置換基の立体的特性、特にカーボン担体上での錯体の配置に対する置換基の影響が重要であると考えた。本研究では、錯体を塗布した HOPG（高配向性黒鉛結晶）基板をモデル触媒と考え、この基板を AFM 観察することにより、基板上での吸着構造と錯体構造との関係、及び、吸着構造と活性との相関について考察した。ここで得られた結果を基に、引き続き「高濃度 CO 耐性アノード触媒」のプロジェクトにおいて研究開発を進めた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】PEFC、アノード、一酸化炭素

【研究題目】固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／要素技術開発／高濃度 CO 耐性アノード触媒

【研究代表者】山崎 眞一

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】山崎 眞一、前田 泰 (ユビキタスエネルギー研究部門)、

竹田 さほり (環境化学技術研究部門)

(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究開発では、CO を低過電圧で酸化できる電極触媒を開発し、この触媒と白金系触媒とを組み合わせることにより、高濃度 CO に対応した燃料電池システムを開発することを目指す。本年度は、まず、0.05 V 以下 (RHE 基準) で CO を電極酸化できる触媒の開発を目標とした。各種ロジウムポルフィリン系錯体を合成し、その電気化学的 CO 酸化活性を評価した。キャピラリー電気泳動-ESI-MS による解析により、目的の錯体が高純度で合成されていることがわかった。また、ロジウムテトラカルボキシフェニルポルフィリンに関しては合成段階から CO が配位していることが明らかになった。「錯体系 CO 酸化電極触媒を組み込んだ新規耐 CO アノード触媒の研究開発」プロジェクトより継続して行っている CO 酸化活性に対する置換基効果の検討から、メソフェニル基上の置換基は CO 酸化過電圧に対して大きな効果を持つことが明らかになった。中でも、カルボキシル基またはそのエステルを持つ錯体が高い活性を示した。また、平面性を高めると活性が上昇することが期待されるので、カルボキシル基を持ち平面性の高いロジウムジューテロポルフィリンジスルホン酸 (Rh (DPDS)) を選抜した。Rh (DPDS) /C は従来の触媒よりも高い CO 酸化活性を示した。一方で、AFM の観察結果から、担体上での錯体の吸着構造が活性に重要であることが示

唆された。これらの知見を総合して、Rh (DPDS) を高比表面積カーボン担体に平衡吸着法で担持した触媒を調製した。この触媒は0.1 M HClO<sub>4</sub>中で60℃では RHE 基準50mV 以下 (平成20年度目標値) でも CO を酸化することが可能であることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】PEFC、アノード、一酸化炭素

【研究題目】水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発／次世代技術開発・フィージビリティスタディ等  
革新的な次世代技術の探索・有効性に関する研究開発／超高圧水素合成法による新規水素吸蔵合金の研究開発

【研究代表者】境 哲男

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】栗山 信宏、北村 直行、田中 秀明、竹市 信彦、YAN Junmin、志田 賢二 (常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

本研究開発は「質量貯蔵密度6質量%以上、放出温度100℃以下、耐久性1,000回以上」を満たす新規高容量水素貯蔵合金の開発を目的として、超高圧合成法による高容量水素化合物の探索とその特性評価を行うものである。マグネシウム合金系材料において、MgH<sub>2</sub>:VH<sub>2</sub>:NaH = 6:1:x (x= 0.3, 0.7, 1.0) として高圧合成し、放射光 X 線回折測定により生成相の同定及び結晶構造解析を行ったところ、NaH 添加量 x の増加により FCC 超格子型水素化合物の生成率は増加し、x=1.0でほぼ単相近い FCC 相が生成していることが分かった。この FCC 相の水素放出及び吸蔵量は、NaH 添加量の増加に伴い増大し、300℃における水素圧力-組成等温線測定では、約 3.7質量%の可逆水素量を確認できた。

また、アルミニウム合金系材料についても検討を行ったが、まだ可逆的に水素吸蔵放出できる新規相の合成には至っていない。

【分野名】環境・エネルギー環境

【キーワード】水素エネルギー、水素貯蔵、超高圧合成、水素吸蔵合金

【研究題目】固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／要素技術開発／低白金化技術

【研究代表者】城間 純

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】城間 純、安田 和明

(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

本研究はコンソーシアム型のプロジェクトであり、コンソーシアム全体の目標として、2008年より5年程度の研究開発期間で「白金触媒使用量を現状の1/10レベルへ

の低減可能な触媒技術を開発する」ことを掲げ、触媒量を飛躍的に低減しても性能・耐久性を維持する電極触媒材料の要素技術開発とおよび開発した要素技術を電極触媒に適用した場合の特性向上・耐久性向上・低コスト化等に係わる研究開発を行っている。当研究所は酸素極電極触媒層中の物質移動現象に着目した分極低減技術の開発を中心として分担し、高活性触媒の有効利用のための触媒層設計および分極低減法に関する指針を得ることを目標としている。

本年度は、膜電極接合体（MEA）を希薄酸素を供給しながら運転することにより、酸素極ガス拡散層のガス拡散性を評価するとともに、この評価法を発展させ、酸素極ガス拡散層での拡散抵抗を相殺する運転モードおよび評価方法を考案し、この手法により触媒層内の物質移動抵抗に起因する分極を反映する量を測定した。また、酸素拡散能評価装置を用いてガス拡散層単体試料の測定を行なった。また、この方法を発展させ、多孔質担体上に作製した触媒層の拡散抵抗を測定し、多孔質担体のみでの拡散抵抗を差し引くことにより、自立できない薄層状の触媒層内の拡散性を算出した。さらに、触媒層内の水素イオン伝導度評価手法およびそのための装置を考案・作製した。これを用いて、評価用基板上に作製した触媒層単体試料の有効イオン伝導度の評価方法を確立した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、固体高分子型、固体高分子形、低コスト化

【研究題目】固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／基礎的・共通的課題に関する技術開発／セル劣化要因の基礎研究と MEA 耐久性の解析（劣化加速プロトコルにおける劣化状態評価と劣化メカニズムに関する基礎研究）

【研究代表者】谷本 一美  
（ユビキタスエネルギー研究部門）

【研究担当者】安田 和明、小島 敏勝、城間 純、  
細井 義正、村井 嘉子  
（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

産学官連携コンソーシアム「スタック劣化解析基盤研究」で得られた劣化加速手法であるアノード及びカソードガス切替による劣化プロトコルの汎用化及びこの手法でのメカニズム解明を目指している。一般的に入手可能な触媒、高分子膜、ガス拡散層から本プロジェクトで連携する大学と標準 MEA の統一化を行い、電池性能の確認を行った。これらの標準 MEA を用いて、改質模擬ガスでの連続試験を開始し、2000時間の連続試験を経て継続中である。また、カソードガスを空気から窒素に切替えて劣化加速するプロトコルの検討を進めている。2000サイクルを1工程として、これまでに4個の MEA について

実施して、既に2工程経過したものもある。この電池特性計測からカソード触媒のシンタリング現象が確認されているとともに高電流密度下での酸素ガス利用率依存性からカソードガス拡散性の低下が確認できた。アノードガス切替試験の実施のために新たに評価試験装置を設置し、電池へダメージを与えないガス切替の調整確認を行っている。

主として定常運転状態におけるセル内の微小な区間での現象を把握するため、流路に沿って50の小セグメントに分割した細長い分割セルを作製した。高い燃料利用率での運転、高い CO 含有燃料での運転、高い酸素利用率での運転を行ない、定常状態においても個々のセグメントでの変動電流が記録できたことから、セル全体では分からない局所的な電流分布とその変化が定量的に測定できることが確認された。また、カソードの通常の電位領域（1 V 以下）であっても電位変動が炭素腐食の進行を促進させることを確認し、分割セルで測定される現象が劣化要因となる根拠が示された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体高分子形燃料電池、耐久性、劣化加速手法

【研究題目】新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導研究開発）／酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究

【研究代表者】河原林 裕  
（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】河原林 裕、藤森 一浩、川崎 隆史  
（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

目標：

本研究では、バイオマス糖化に寄与する新規微生物、酵素、遺伝子ならびにゲノム解析に関わるデータを蓄積する。また、糖化後に生成する C6・C5糖類の発酵に資する有用生物の代謝・ストレス耐性等に係る生化学的・遺伝的情報の取得と蓄積、ブタノール等の発酵生産のため新たなプラットフォーム微生物の創出等を行う。

研究計画：

次世代シーケンサーによる糖化酵素遺伝子情報の解析と次世代シーケンサーで得られた実用酵母ゲノム配列情報の高次解析のための遺伝子構造・配列解析システムの構築

年度進捗状況：

今年度の研究開発では、*de novo* 塩基配列構築システム構築に取り組んだ。SOLiD システムで用いられるカラーコードを便宜的に AGCT の記号に置き換えることにより、既存の塩基配列アセンブルエンジンを用いてデータのアセンブルを行うようにした。さらに一度に産出される SOLiD の素データを数十万個程度ごとに区分し、

区分ごとのアSEMBル・コンセンサス配列構築を行い、次に区分ごとのデータを比較して連結していくという手法を用いることで、計算機負荷の軽減と計算時間の短縮を図り、このシステムの最適化に取り組んでいる。また、遺伝子領域の抽出及び各遺伝子配列の相同性検索の連続実施、機能推定の為の相同性情報の集約を行うためのシステムの構築に取り組み、基本システムの構築をほぼ完了した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオマス、糖化酵素、遺伝子、次世代シーケンサー、*de novo* アッセンブラ

【研究題目】 健康安心プログラム／再生医療評価研究開発事業／再生医療の早期実用化を目指した再生評価技術開発

【研究代表者】 大串 始

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 大串 始、町田 浩子、勝部 好裕、加藤 陽一、久保 陽子

(常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

「間葉系幹細胞」、「骨」、「軟骨」、「心筋」及び「角膜」の5分野に関して再生評価技術ならびに計測機器を開発し、実用化レベルでの評価基準を確立するとともに、わが国発の基準の世界標準化を図る。研究開発テーマは以下の通り。

- ①間葉系幹細胞の一次培養プロセスの計測・評価技術開発
- ②骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発
- ③軟骨の再生医療プロセスの計測・評価技術開発
- ④心筋・血管の再生医療プロセスの計測・評価技術開発
- ⑤角膜の再生医療プロセスの計測・評価技術開発

産業技術総合研究所の担当した項目(①および②)毎に平成20年度の成果を示す。

①「エバネセント光を用いて間葉系幹細胞の特性を計測する技術の開発」では、試作したエバネセント式観察システムによる観察と従来法との比較検討を行った。また、前年度プロトタイプ装置に対する課題であった位相差観察機能の組込み、撮影エリア内の照明ムラ低減、光学部品の再配置による小型化などの検討を行った。「間葉系幹細胞の増殖活性を評価するための細胞厚みならびに細胞面積を測定する技術と計測装置の開発」では、計測装置の改良を行い、細胞厚み1  $\mu\text{m}$  以下のうすく平らな細胞の抽出も可能とした。また、廉価な製品の開発を目指し、ルーチン顕微鏡に接続するユニットの開発にも着手した。

②マイクロプレートを用いた蛍光測定装置の改良試作機を製作し、立体基材上の骨基質形成能を計測評価できることを確認した。また、GFPを導入した細胞などの撮影を行い、開発装置を骨基質量計測だけでなく、他の

用途にも使用可能であることを確認した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 再生医療、間葉系幹細胞、骨、標準化

【研究題目】 基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究

【研究代表者】 大串 始

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 大串 始、田所 美香、笹尾 真理、松島 麻子、小田 泰昭、吉村 康秀  
(常勤職員1名、他5名)

【研究内容】

本プロジェクトでは、再生医療における基礎研究が臨床適用されるための阻害要因を掘り起こし、安全で有効性の高く、品質が保証された細胞を、円滑に医療現場に届けるための、統合的な橋渡し研究開発を行う。

研究計画：

間葉系幹細胞の細胞源としては骨髄が頻用されているが、最近では骨髄以外の様々な組織にも間葉系幹細胞が存在することがわかってきている。しかし、細胞源が異なると性質も異なる可能性があり、ある治療には有効な細胞が、他の治療には有効でないことも考えられる。そのため、各治療に即した細胞源を見極めることが重要である。本研究では骨髄由来間葉系幹細胞(BMSC)及び脂肪組織由来間葉系幹細胞(ADSC)の増殖・分化能を解析し、どのような疾患に応用されるべきかの検討を行う。具体的には、細胞表面抗原分析、遺伝子発現解析、細胞の産生する増殖因子やサイトカインの比較などから対象疾患に対して期待する効果が得られるかどうか、また、移植に際して安全性が担保できるかどうかを検証する。

年度進捗状況：

ラット BMSC (以下 rBMSC) および ADSC (以下 rADSC) の表面抗原解析を行った。rBMSC、rADSCともに CD29陽性、CD45陰性、CD90陽性の表面マーカーを持った間葉系幹細胞であることが確認された。また、これらの rBMSC、rADSC をヒドロキシアパタイト多孔体セラミックに接着させ、同系動物に皮下移植した。移植6週間後、摘出した組織を $\mu\text{CT}$  および組織解析を行ったところ、rBMSC 移植群において $\mu\text{CT}$  上で多孔体セラミックの気孔中に新生骨様の陰影が確認され、rADSC 移植群では確認されなかった。組織解析により、rBMSC 移植群で見られた新生骨様の陰影が新生骨であることを確認した。rADSC 移植群においては、すべてのサンプルで新生骨は確認されなかった。つまり、rADSC に比べ、rBMSC は移植後の骨形成能が高いことが示された。ラット等の動物骨髄細胞について増殖活性、分化活性、表面抗原発現解析を終了し、さらに、



rBMSC および rAMSC についての *in vitro* での増殖活性および分化活性、*in vivo* (皮下) の分化能の比較解析を終了した。また、ヒト間葉系幹細胞 (ヒト BMSC 及び ADSC) との比較として用いるヒト iPS 細胞 (高い多能性、高い増殖性を持つ ES 様幹細胞として) の培養条件を確立し、解析のための準備を整えることができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 再生医療、幹細胞、心再生、骨分化

【研究題目】 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／要素技術開発／リチウム二次電池の安全性に資するイオン液体電解質の開発

【研究代表者】 寺澤 直弘

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 寺澤 直弘 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

リチウム二次電池の安全性を高める液体電解質媒体として、難燃性・難揮発性が主な特徴である“イオン液体 (常温溶融塩)”の適用を検討し、既存の有機電解液系リチウム二次電池の構成を生かしつつ、安全性に優れた車載用リチウム二次電池システムの実現に資するイオン液体電解質を開発することを目的とする。

研究計画：

熱安定性に優れるものの、電池特性においてはあまり高い充放電電流密度では作動しない、 $[\text{CF}_3\text{SO}_2\text{-N-SO}_2\text{CF}_3]^-$  (TFSI) 系イオン液体と、電解液系に匹敵する充放電レート特性を発揮するものの熱安定性に劣る  $[\text{FSO}_2\text{-N-SO}_2\text{F}]^-$  (FSI) 系イオン液体の双方の優れた特性を兼ね備えたイオン液体の合成のため、 $[\text{CF}_3\text{SO}_2\text{-N-SO}_2\text{F}]^-$  (FTI) 系の原料合成と従来のイオン液体との比較のためのイオン液体の合成を行う。また、低粘性・低融点のイオン液体を形成するアニオン種として報告例が増えているホウ素原子が中心のいわゆるボレート系アニオンのさらなる物性改良の検討のため、ボレート系アニオン種を含むイオン液体の合成を検討する。また長鎖フルオロアルキルボレート系及び枝分かれを持つ長鎖フルオロアルキルボレート系アニオン種を持つ、イオン液体の合成を検討する。

年度進捗状況：

昨年度に引き続き、新規アニオン原料合成の検討を行い、粘性を大きく低減する新規なボレート系アニオン種を持つイオン液体の種類の追加合成に成功した。また枝分かれを持つ長鎖フルオロアルキルボレート系アニオン種を持つ、イオン液体の合成に成功した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リチウム二次電池、イオン液体電解質、

難燃性・難揮発性

【研究題目】 ナノテクノロジープログラム (ナノマテリアル・プロセス技術) / ナノテク・先端部材実用化研究開発 / ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発

【研究代表者】 中村 史

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 中村 史 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

ヒト細胞をはじめとする培養細胞を用い、作製されたダイヤモンドナノ針もしくは導電性針の挿入操作を行い、細胞挿入における侵襲性評価、核酸導入効率の評価、細胞挿入における力学測定の評価を行った。供給されたダイヤモンド探針に対して、集束イオンビーム (FIB) により長さ約10  $\mu\text{m}$ 、直径200、400、800 nm の針状にエッチングを行い、ダイヤモンドナノ針を作製した。ダイヤモンドナノ針を用い、マウスおよびヒト培養細胞を用いた DAPI 排出試験、転写活性試験、DNA 障害評価試験、カルシウムイオン流入試験の4つの侵襲性評価を行った。マウス繊維芽細胞 C3H10T1/2に対して DAPI 排出試験を行った結果、直径400 nm ダイヤモンドナノ針の挿入操作では2時間挿入操作でも生物活性が低下しないことが明らかとなった。次に半減期が1時間の d1GFP 蛍光タンパク質の発現を指標とした転写活性試験を行った。d1GFP を発現するヒト腎由来細胞 HEK293に直径400 nm のダイヤモンドナノ針を3分間挿入し、蛍光強度の変化を測定した結果、顕著な変化は認められず転写活性に影響を与えないことが示唆された。さらに DNA 障害を評価するため、DNA 損傷時に発現する p53タンパク質を免疫蛍光染色法により検出した。p53が正常に発現するマウス骨肉腫細胞 U20S に直径200 nm のダイヤモンドナノ針を3分間挿入し、1時間後に免疫染色を行うことにより、p53の発現量と局在性を調べた。その結果、DNA の損傷により誘導される p53の核移行は認められず、ダイヤモンドナノ針と染色体 DNA との物理的接触による DNA の損傷は起こっていないと推察された。カルシウムイオンの流入を観察することで機械的侵襲性の評価を行った。ヒト腎臓由来細胞 HEK293に対するアスペクト比10の taper 針による細胞操作ではカルシウムイオンの流入が起こらず、細胞のネイティブな状態が維持されていることが示唆された。以上の結果より、ダイヤモンドナノ針の細胞への挿入による傷害は小さく、低侵襲な材料であることが明らかとなった。ダイヤモンドナノ針を用いた細胞への遺伝子導入を試みた。ダイヤモンドナノ針表面を APTES 表面修飾により正電荷を導入し、プラスミド DNA、pEGFP を吸着させた。DNA 吸着ダイヤモンドナノ針を C3H10T1/2に挿入し、3分間保持することで導入を行った。その結果、リポフェクションで13%であったのに対して、25%の導入効率を示

した。ダイヤモンドナノ針を用いて、高効率な遺伝子導入が可能であることが明らかとなった。原子間力顕微鏡を用いたダイヤモンドナノ針の挿入試験の結果、フォースカーブ上に斥力ドロップが観察され、力学応答によって挿入の成否を判断できることが明らかとなった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞操作、AFM、ダイヤモンドナノ針

【研究 題目】 モデル細胞を用いた遺伝子機能解析技術開発／細胞アレイ等による遺伝子機能の解析技術開発

【研究代表者】 三宅 淳

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 三宅 淳、三宅 正人、藤田 聡史、

ワダワ レヌー、カウル スニル

(常勤職員5名)

【研究 内容】

製薬産業界では、ライフサイエンス研究により蓄積されたゲノムの塩基配列情報や遺伝子発現情報、タンパク質の立体構造情報など、様々な情報を活用するゲノム創薬によって創薬プロセスを効率化し、医薬品を迅速かつ安価に上市することが期待されており、これらの情報をもとに示唆される多数の創薬ターゲット候補遺伝子の中から有望な創薬ターゲット遺伝子を効率的に探索・検証し、開発候補の絞り込みを行う技術の開発が望まれている。本研究開発は、多数の細胞に同時に異なる遺伝子等を高効率で導入することにより、複数の遺伝子発現等の時系列計測を行い、得られる種々の細胞応答データから疾患関連遺伝子等、創薬ターゲットの同定に有用な汎用性の高い解析ツールを開発するため、以下の技術開発を実施した。

(1) TFA サイクル法を基礎とした時系列解析法への拡張

プロジェクト前期に確立した TFA を用いた細胞への遺伝子導入制御技術を時系列解析へ拡張し、一細胞時系列計測を行うことによって遺伝子の機能を詳細に解析する方式について検証した。具体的には、TRAIL パスウェイをモデルとして、TFA サイクル法によって選択された遺伝子の機能を、一細胞時系列計測を用いることで詳細に解析し、選択された標的候補遺伝子の特性を明らかにした。また TFA ツールの改良を行い、応用の範囲を拡張することができた。

(2) ガン細胞不死化レポーターを指標とした癌抑制標的遺伝子の探索

一細胞時系列計測に基づく遺伝子探索の実用性を評価するために、本グループが独自に開発したガン細胞不死化レポーターを指標としてガン抑制標的遺伝子を探索し、評価すべき遺伝子を同定した。また、必要があれば、用いている臨床モデル細胞のバリデーショナルも実施し、探索された遺伝子とゲノムの関係について

も検証した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 創薬、ヒト細胞、遺伝子ネットワーク、RNAi、トランスフェクション

【研究 題目】 ナノテク・先端部材実用化研究開発／高配向性 CNT を用いたナノ構造制御による低電圧駆動高分子アクチュエータの研究開発

【研究代表者】 安積 欣志

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 安積 欣志、清原 健司、杉野 卓司

(常勤職員3名、他3名)

【研究 内容】

目標：

ロボットや健康・福祉機器等の適用可能な小型軽量アクチュエータが求められている。本研究開発では、高配向性カーボンナノチューブ (CNT) を用いることにより、低電圧駆動で空中駆動できる従来にない性能を有するロボット用新型 CNT 高分子アクチュエータデバイスを開発する。高出力、長ストローク、高速応答性を実現する。

研究計画：

CNT、イオン液体、ベースポリマーからなる複合体電極の改良を行うことにより、伸縮率、発生力、応答速度の性能を飛躍的に向上させる。特に、産総研ナノカーボン研究センターから提供される、高配向性カーボンナノチューブの高配向性・高アスペクト比・高純度・高導電性などの優れた特性をいかした開発を行う。

年度進捗状況：

18年度開始のプロジェクトで本年度が最終年度にあたる。2段階ボールミル法を開発して、電極膜中のCNT量を30 wt%まで分散性良く充填することに成功した。さらに、導電性微粒子の添加効果を見出した。高配向性CNTとイオン液体のみで高強度、高導電性、高キャパシタンスの導電膜を作製することに成功し、高出力、高速のアクチュエータを作製可能にした。またプロジェクト共同研究他社へ試料提供した。以上の開発をすすめた結果、プロジェクト開始前より、電極伸縮率で3倍、電極発生圧で5倍、曲げ力で4倍の性能向上を達成し、目標値をほぼ達成した。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 カーボンナノチューブ、イオン液体、高分子アクチュエータ

【研究 題目】 高機能簡易型有害性評価手法の開発／培養細胞を用いた有害性評価手法の開発／高機能毒性予測試験法基盤技術の開発

【研究代表者】 近江谷 克裕

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 近江谷 克裕、中島 芳浩、星野 英人、  
呉 純、李 学燕、熊田 志保、  
上田 直子、近藤 雅子  
(常勤職員4名、他4名)

#### 〔研究内容〕

目標：

簡易かつ迅速で高精度な化学物質のリスク評価管理を行うための手法の確立を目指し「高機能簡易型有害性評価手法の開発」の一環として、発がん性や発生毒性（催奇形性）、免疫毒性の3分野の試験に関して、わが国で開発された最新の技術を組み込んだ国際的に利用可能な高精度簡易試験法の開発を目標として研究開発を行う。

研究計画：

免疫毒性評価に最適化された複数プロモータ配列を多色発光プローブ化し、開発した毒性評価発光細胞群を用い、複数種の化学物質による応答性の実証評価を行う。また、東洋紡績とともに、評価法の最適化を行い、毒性評価プロトコルを作成する。併せて、多数の化学物質をハイスルーブットに解析できる発光測定法の最適化を行い、ハイスルーブット発光装置を導入し、ハイスルーブット毒性評価プロトコルを作成する。

年度進捗状況：

免疫毒性評価細胞における複数遺伝子発現多色解析の有効性を検証するため、内部標準用発光プローブ G3PDH-SLR とともに、T 細胞系 Jurkat 細胞に発光プローブ IL4 5k-SLG、IFN $\gamma$  5k-SLO をコトランスフェクションし、PMA/Ionomycin や PMA による刺激（モデル系）でそれぞれのコンストラクト及び多色発光細胞の適正を評価した。3 色発光免疫毒性評価遺伝子群を Jurkat 細胞に導入、薬剤による刺激を与えた結果、薬剤の刺激によって IL4 に比べて IFN $\gamma$  のプロモータ活性が顕著に増加することが観察され、いずれの発光プローブも場合も、ほぼ遺伝子発現（RNA 定量）解析より想定される動向を示すことを明らかにした。G3PDH-SLR/IFN- $\gamma$ -SLO 遺伝子を Jurkat 細胞に導入した安定株、及び G3PDH-SLR/IL4-SLG 遺伝子を Jurkat 細胞に導入した DCJ4A4 株を樹立、さらに2つの株を元に3色発光免疫毒性評価細胞株を取得した。一方、ハイスルーブットに毒性評価を行うため、プレートタイプのルミノメータで測定条件を検討、30分以内に96穴プレートのサンプルを測定する条件を確認した。現在、プロトコルを作成中である。また赤色発光プローブの安定性の向上を検討、哺乳類細胞内で発光強度の高い赤色ルシフェラーゼ変異体の作成に成功した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生物発光、化学物質評価、簡易解析法

〔研究題目〕 個別化医療の実現のための技術融合バイオ診断技術開発／染色体解析技術開発／日本人 BAC を用いた革新的染色体異常

#### 解析基盤技術の開発

〔研究代表者〕 平野 隆

(セルエンジニアリング研究部門)

〔研究担当者〕 平野 隆、町田 雅之、玉野 孝一、  
齋藤 総一郎、森田 桂子、寺林 靖宣  
(常勤職員3名、他3名)

#### 〔研究内容〕

2001年の国際ヒトゲノムコンソーシアムの成果としてヒトゲノムの塩基配列情報が公表され、このヒトゲノム情報を基にした診断・治療・創薬に関する研究開発がポストゲノム研究として発展した。2007年これまでの塩基配列解析装置（シーケンサ）に革命的進歩が起こり、解析速度および解析コストが100分の1に激減した。この次世代シーケンサを用いてヒトゲノム塩基配列の再解析が開始され、数名の全ゲノム塩基配列が解析され、公表されるという事態に至った。この結果これまで統一見解（コンセンサス）塩基配列とされていた配列とかなり異なる配列が多数見出され、ヒトゲノムには国際ヒトゲノム計画で当初予想されているよりはるかに多くの多様性があることが明らかとなった。国際ヒトゲノム計画で解読された対象のヒトは欧米系のコーカシアンであることが知られており、我々日本人のモンゴリアンとはかなり異なっていることが予想される。日本人を対象とした診断・治療・創薬の研究開発には標準的な日本人のゲノムおよびその塩基配列の解析が必須である。産総研では2006年から日本人のゲノムライブラリーの構築を開始し、このライブラリーを日本人のゲノム標準として位置づけるとともに、このライブラリーを用いて癌の診断を行うアレイの作成を行っている。

#### ②-①日本人 BAC ライブラリー構築の研究開発

日本人であることが遺伝的に確立された男児の臍帯血由来血球細胞の DNA を酵素的に断片化し、大腸菌内に挿入し、クローン化することにより、一人の人間から人工染色体（Bacterial Artificial Chromosome, BAC）ライブラリーを作成した。BAC ライブラリーの規模は33万クローン、平均 DNA3検体鎖長134 k 塩基であり、ヒトゲノム30億塩基の14.7倍をカバーしている。人種が特定され、かつただ一人から確立した単一ライブラリーとしては世界最高規模である。このライブラリーの内11万クローンについて大腸菌の増幅を行い、DNA を精製して両末端の塩基配列をキャピラリー型シーケンサで解析し、米国 NCBI のヒトゲノム塩基配列情報と照らし合わせることによりヒトゲノム上の位置を決定した。その結果全ヒトゲノムの84%をカバーすることが明らかになった。引き続きこの結果を染色体毎に解析を行い、Y 染色体を除いて80%以上のカバー率であること、NCBI に登録されている遺伝子のカバー率が86%であること、世界の SNP（単一塩基多型）のデータベースである dbSNP のカバー率が88%であることが明らかとなり、全ゲノ

ム領域について偏りのないライブラリーであることが証明された。このライブラリーは6番染色体短腕上の HLA 領域で日本人領域の遺伝子解析により日本人であることが示されているが、米国ヒトゲノム塩基配列情報との異同を明らかにするため、同上領域の一つの BAC クローン DNA についてショットガン法によりキャピラリー型シーケンサを用いて塩基配列の解析を開始し、100塩基以上の構造的異変のあることを見出した。

## ②-②日本人 BAC を用いた高精度全ゲノムアレイの開発

日本人 BAC ライブラリーの部分解析により全ゲノム領域の84%をカバーする物理的地図ができたことから、この情報を基に全ゲノムアレイの設計を行った。全ゲノムアレイの設計手法には各 BAC の重複を最少にする方法と総 BAC 数を最少にする方法があるが、一枚のガラススライド上へのスポットティングを優先させるため、総数を最少にする方法を採用し、17 k の BAC クローンを選択した。全33万クローンからこの17 k を抜き出し、全ゲノムアレイ用マスタープレートを作成し、作業用レプリカプレートを複製した。この作業用レプリカプレートを増幅し、17 k の DNA を抽出・精製し、一部をゲノム位置確認用に用い、残りを全ゲノムアレイ試作に用いた。

### 要約

平成20年度においては、全33万クローンの日本人 BAC ライブラリー11万クローンの両末端の塩基配列をキャピラリー型シーケンサにより解析し、米国 NCBI ヒトゲノム情報を参照し、全ゲノムの84%をカバーすることを明らかにし、引き続き各染色体で偏りのないこと、世界の遺伝子および SNP 登録データベースにおいて86%以上のカバー率を有することを確認した。日本人と欧米系コーカシアンとの相違を明らかにするため、6番染色体短腕上の BAC 一本についてショットガン法で塩基配列の解析を行い、構造上の大きな差があることを明らかにした。物理的地図から BAC の総数を最少にする方法で全ゲノムアレイの設計を行い、17 k BAC クローンセットを決定し、クローンの増幅、DNA の抽出および精製を行い、全ゲノムアレイの試作を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】日本人、人工染色体 (BAC)、癌悪性度診断、アレイ CGH

【研究題目】基礎研究から臨床研究への橋渡し促進技術開発／橋渡し促進技術開発／間葉系幹細胞を用いた再生医療早期実用化のための橋渡し研究

【研究代表者】平野 隆  
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】平野 隆、町田 雅之  
(常勤職員2名)

### 【研究内容】

間葉系幹細胞は骨髄から採取した液中に含まれる血液の源とされる細胞群であり、これまで白血病の治療で失われた患者の血球の再建のために用いられてきた。最近この間葉系幹細胞を再生医療に用いる研究が進み、脳梗塞、心筋梗塞、肝硬変、糖尿病末期末梢血管障害において画期的治療法として注目されている。欧州では脂肪組織由来の幹細胞を用いて心筋梗塞患者に対して大規模な臨床試験が開始されており、臨床的な再生医療として実用化が進んでいる。我が国では、現時点で本人の骨髄から得た間葉系幹細胞を本人に返す臨床治療が行われ、厚労省の指針も整備されている。今後この間葉系幹細胞の医療を進めるためには安全性の検証が重要である。再生医療で問題となる危険性の最大は癌化にある。産総研では日本人 BAC ゲノムライブラリーを用いた癌の染色体異常の解析を行っていることから、間葉系幹細胞が癌化した場合に生じる染色体の異常をゲノムアレイで検出する方法は評価系として有用である。当該年度では大串研究室で臨床用に用いた間葉系幹細胞のアレイ CGH による染色体の解析を行った。間葉系幹細胞を継代培養すると染色体プロファイルに異常が生じる可能性があるが、男性および女性の間葉系幹細胞は継代を続けてもこの範囲内では染色体プロファイルに異常は見られなかった。またこのアレイ CGH の解析には再現性のあることが確認された。したがってこれまでのところ臨床に用いるため拡大培養された間葉系幹細胞に異常を見出すことはなかったと結論付けられた。今後現在の4 k レベルのアレイからヒト全ゲノム領域をカバーするタイリングアレイに拡大することにより、より詳細な検出方法になることから、タイリングアレイの間葉系幹細胞の評価に着手した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】間葉系幹細胞、染色体異常、安全性評価、アレイ CGH

【研究題目】「新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発 (先導技術研究開発)／酵素糖化・効率的発酵に資する基盤研究」  
研究開発項目 iv) : 糖化後に生成する C6・C5糖類の発酵に資する有用微生物の代謝・ストレス耐性等に係わる生化学的・遺伝的情報の取得と蓄積

【研究代表者】鎌形 洋一  
(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】鎌形 洋一、扇谷 悟、田村 具博、中島 信孝、北川 航、野呂 奈津子、合田 孝子 (常勤職員5名、他2名)

## 〔研究内容〕

## 概要:

本研究では、バイオマスの酵素糖化液中に共存する C6・C5混合糖を高効率でエタノールに変換する発酵基盤技術の確立および軽油代替となりうるブタノール等の発酵生産のための新たなプラットフォーム微生物の創出を目指している。

C5糖（キシロース）の効率的発酵基盤の確立に向けて、キシロース代謝の初発段階に関与する遺伝子群の発現系を酵母に導入しキシロース代謝能、エタノール生産能を比較した結果、使用したプロモーターやベクターバックボーンに応じてそれらを変動させることに成功した。

軽油代替燃料の微生物による生産に資する研究開発については、各種油田や地下試料からブタノールならびにイソブタノールに耐性のある微生物の取得を試み、*Clostridium* ならびに *Bacillus* などに近縁な微生物の獲得に成功した。

大腸菌に対して遺伝子破壊やアンチセンス RNA 技術を導入し、アルコール、有機酸、各種アミノ酸生産の分岐点となる中間代謝物質（ピルビン酸）の蓄積量を10倍以上高めることに成功した。また *Rhodococcus* 放線菌を用いて UV による変異体ライブラリーを作製し、ブタノール耐性能の変化を調べた結果、ブタノール耐性能が上昇した株を取得できた。

## 研究テーマ

1. アルコール発酵酵母による C6・C5糖の効率的発酵基盤の確立
2. 軽油代替燃料の微生物による生産に資する研究開発

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ブタノール、エタノール、酵母、

*Rhodococcus*

〔研究題目〕 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導研究開発）／新規好アルカリ性乳酸菌を用いた乳酸の低コスト生産法の研究開発

〔研究代表者〕 鈴木 正昭

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 湯本 勲、吉宗 一晃、加我 晴生、星野 保、横田 祐司、佐々木 正秀、佐々木 皇美、山本 美香、小田 千恵（常勤職員8名、他2名）

## 〔研究内容〕

目標、および研究計画:

未利用バイオマス資源を原料とし、従来の乳酸発酵技術と比較して、原料や滅菌に対するコストを低減するとともに、原料の前処理、発酵生産や精製を効率的に行うことで、低コストかつ高収率な乳酸生産法を開発する。

年度進捗状況:

現在研究室で保有している候補菌株に対し、いくつかの基質を使用して一次スクリーニングした後、グルコースを基質とした一般的な培地で pH を一定に保ち、短時間の培養で高収率かつ高濃度の L-乳酸が得られる菌株の選択および培養条件の検討を行った。その結果、供試菌株群の中には L-乳酸産生に対して多様な基質が利用出来ることが示された。また、最も生産性が高かった株は24時間培養で、L-乳酸収率は71%であった。L-乳酸の光学純度は、ほぼ100%であった。

発酵原料の前処理条件の検討においては、おからおよび稲ワラの前処理条件を検討し、得られた糖化液に適合した好アルカリ性乳酸菌を使用して乳酸発酵を行った。稲ワラから得られたセルロース繊維に対し、低分子化する酵素処理を行ったところ、165 g/L の高濃度グルコース溶液を調整することが出来た。この処理液を培地として培養実験を行ったところ、3日間の培養で120 g/L の L-乳酸を産生し、今年度の目標であった100 g/L を超える量が得られた。光学純度がほぼ100%の L-乳酸が得られ、対糖収率はグルコース換算で73%であった。

発酵乳酸液から省エネルギー的乳酸回収及び乳酸エステル製造法の調査としては、現状用いられている乳酸発酵液からの乳酸回収法、及び乳酸エステルへの変換法について調査し、問題点を抽出した。アンモニア水を乳酸発酵液の中和剤として使用した場合、アンモニアを回収しながらエステル化して乳酸ブチルを生成し、水を n-ブタノールとの共沸混合物として除去できる方法があり、乳酸の精製法として有利であることがわかった。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 バイオマス、発酵生産、乳酸、極限微生物、精製プロセス、省エネルギー

〔研究題目〕 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム・省エネルギー技術開発プログラム／植物機能を活用した高度モノづくり基盤技術開発／植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発（植物の統括的な遺伝子の発現制御機能の解析）

〔研究代表者〕 高木 優

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 光田 展隆、中田 克、松井 恭子（常勤職員2名、他2名）

## 〔研究内容〕

目標:

モデル植物を用いて代謝制御に関わる転写因子遺伝子の同定およびそれらの機能解析をおこなう。

研究内容:

フェニルプロパノイド系、脂質関連、およびシキミ酸経路を制御に関わる転写因子の機能解析を進める。シロイヌナズナマイクロアレイデータベースを利用し、転

写因子遺伝子の発現プロファイリング解析から物質代謝に関与すると考えられる転写因子を同定し、そのキメラリプレッサー遺伝子を発現する植物体のメタボローム解析を大阪府立大と共同研究によって行なう。形質転換体の代謝解析の結果を詳細に分析し、物質代謝に影響を与えた転写因子を同定し、同時に器官の大きさや数に変化が見られるキメラリプレッサー発現体にも注目し解析を進める。さらに、木部の分化、形成を制御するマスター因子として機能する NST 転写因子のノックアウトラインおよびキメラリプレッサー発現体のメタボローム解析を行い、物質生産のプラットフォーム植物の構築を目指す。また、加速研究として、本研究グループで進めてきたメタボリックエンジニアリングに関する成果の応用的展開として、実用化グループの研究内容を基にした開発研究を進めるため、東洋紡バイオフロンティアプロジェクト推進室で遂行している「外来糖質生産植物の研究開発」、ヒアルロン酸生産に関して、より生産性の高いヒアルロン酸生産プラットフォーム植物の開発を、当研究室で進めてきたキメラリプレッサーを利用したメタボリックエンジニアリング技術を用いて行い、産総研が本 PJ で開発中の「転写因子により遺伝子群を統括的に制御する技術」を組み合わせることにより、更なるヒアルロン酸の高生産を目指す。具体的には、糖代謝に関わる遺伝子の発現に対して対応する転写抑制因子を作用させてヒアルロン酸生合成系へ適用することにより、ヒアルロン酸の生産量を画的に向上させることを目指す。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】遺伝子組換え植物、代謝工学、遺伝子発現抑制

【大項目名】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

【中項目名】要素技術開発

【研究題目】高容量・低コスト新規酸化物正極材料の研究開発

【研究代表者】秋本 順二

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】秋本 順二、早川 博、木嶋 倫人

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

次世代クリーンエネルギー自動車用リチウムイオン電池の高エネルギー密度化・高出力密度化に資するため、低コストかつ資源的に豊富な元素 (Mn、Fe、Ti 等) を主体とする新規高容量酸化物正極材料を開発する。

平成20年度は、トンネル構造  $\text{Li}_{0.44+x}\text{MO}_2$ 系材料 (M = Mn、Ti) について、前年度に見出された材料系の製造条件および化学組成の最適化を検討すると共に、新規に導入した電池特性評価装置等を用いて、高出力時の充放電初期特性の改善を図りつつ、次年度以降の長寿命化の検討に値する充放電初期特性が最適化された材料系を

絞り込むこと等を実施した。その結果、共同研究先企業の試作原料を使用し、前年度に導入した電極材料合成装置等を用いて、化学的リチウム挿入処理を施すことによって、初期充放電効率を83%から99%に改善することができた。この Li 挿入処理品  $\text{Li}_{0.44+x+y}\text{Mn}_{0.51}\text{Ti}_{0.49}\text{O}_2$  について、電圧範囲4.8-2.0 V、電流密度30 mAh/g、25℃にて初期特性を評価したところ、初期放電エネルギー密度814 mWh/g、放電容量253 mAh/g、平均放電電位3.22 V と優れた充放電特性を示し、本  $\text{Li}_{0.44+x+y}\text{MO}_2$ 系が、車載用リチウムイオン二次電池低コスト正極材料として取り組む価値があることが明確となった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リチウム二次電池、正極材料、マンガ酸化物、イオン交換合成法

【研究題目】揮発性有機化合物対策用高感度検出器の開発／センサ素子の研究開発

【研究代表者】松原 一郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】松原 一郎、伊藤 敏雄、申 ウソク、伊豆 典哉、西堀 麻衣子、田口 裕子、後藤 千裕、伊倉 尚

(常勤職員5名、他3名)

【研究内容】

無機層状化合物である酸化モリブデン ( $\text{MoO}_3$ ) の結晶層間に有機物がインターカレートした有機無機ハイブリッド材料は、揮発性有機化合物 (VOC) ガスに対して高い選択性を示す。本研究では室内の VOC 対策として、VOC センサにより制御可能な換気システムの構築を目指し、有機/ $\text{MoO}_3$ ハイブリッド材料を用いた高感度・高選択 VOC センサを開発する。

平成20年度は、センサ素子の高感度化、湿度対策、安定性の向上、プロトタイプ作製、およびフィールドテストに取り組み以下の成果を得た。高感度化については、キャリア数制御を目的として有機/ $\text{MoO}_3$ ハイブリッド薄膜の作製プロセスを改善することにより、感度向上に成功した。湿度変化に対しては、層間ポリマーをポリアニリンからポリイソチアアナフテン誘導体に置き換えることで、その影響を低減することが出来た。これは、有機物の疎水化による効果である。長期安定性の評価では、1ヶ月以上にわたりベース抵抗値のドリフト変化を抑制させ、安定した値を示した。ドリフトの原因は酸素の吸着によるものであり、この知見を元にエージングおよびフラッシング条件を最適化することで達成した。

小型プロトタイプに搭載可能な裏面にヒータを有する基板を新たに設計・作製し、この上にホルムアルデヒド用センサを形成した。この素子を小型プロトタイプに搭載し、センサ評価装置を用いて指針値濃度の1/2濃度のガスに応答することを確認した。また、実空間でのフィールドテストを実施し動作を確認した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造  
 [キーワード] 有機無機ハイブリッド材料、ガスセンサ、揮発性有機化合物

[大項目名] マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

[研究題目] 固体リサイクル材の鍛造素材化技術の開発

[研究代表者] 村越 庸一  
 (先進製造プロセス研究部門)

[研究担当者] 村越 庸一、清水 透  
 (常勤職員2名、他1名)

[研究内容]

平成20年度は中間目標に対するプロジェクトの評価を受けた。評価の内容は工場内スクラップ(AZ31)を過熱水蒸気によりクリーニングし、固体リサイクルによる鍛造素材化を行い、その特性を評価した。その結果、プロジェクトの中間目標である圧縮率0.64以上の変形能を有する固体リサイクルプロセスおよび条件を明らかにした。

また、今年度はAZ91およびAZX911材について切削粉製造装置を用いてAZ91 HOMO材およびAZX911 HOMO材からドライ切削粉を製造し、固化成形による鍛造素材化を行い、固化成形プロセスおよび条件がその機械的特性および組織に及ぼす影響を検討した。また、鍛造素材の後方押し鍛造を行い、ダイやパンチの形状、鍛造条件、潤滑条件が加工品に及ぼす影響を評価した。併せて、AZ91 HOMO材およびAZX911 HOMO材の後方押し鍛造を行い、切削粉による鍛造素材を用いた後方押し鍛造と比較、検討を行った。

これら、研究で得られた成果は国際会議、国内会議において発表した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造  
 [キーワード] Mg合金、鍛造、リサイクル、Mg切り子、押し出し、成形性

[大項目名] 高集積・複合MEMS製造技術開発事業  
 [研究題目] MEMS—半導体横方向配線技術(高密度な低温積層一体化実装技術)

[研究代表者] 明渡 純(先進製造プロセス研究部門)

[研究担当者] 明渡 純、中野 禅、朴 載赫、馬場 創、佐藤 治道、青柳 昌宏、仲川 博、菊地 克弥  
 (常勤職員8名、他2名)

[研究内容]

微細、低抵抗で高周波領域、大電流領域で使用可能な線幅100  $\mu\text{m}$ 以下の微細厚膜配線パターンや結晶性の高い誘電体、磁性体など機能薄膜パターンをマスクレスで直接描画できるマテリアル・ダイレクト・ライティング(MDW)技術を開発し、オンデマンド性の高い

MEMS実装プロセスの実現を目標とする。

平成20年度は、Ag配線において、レーザー援用効果により描画線幅:7~10  $\mu\text{m}$ 、アスペクト比で1以上、体積抵抗率: $5 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{cm}$ の微細配線を、シングルヘッドノズルで、約60  $\text{cm}/\text{min}$ の高速描画に成功、本プロジェクト基本計画の最終目標値を上回る性能を達成した。さらに、実証デバイスとして、無機フィラー複合樹脂テスト基板(TEG)に埋め込まれたデバイスチップ間の配線接続を検討した。無機フィラー複合樹脂部は、表面粗さが $R_a: 0.75 \mu\text{m}$ 、 $R_z: 3.5 \mu\text{m}$ と非常に大きく、デバイスチップと無機フィラー複合樹脂の間に僅かな隙間と段差があったが、本レーザー援用IJ法により、隙間・段差乗り越えに成功し、30  $\mu\text{m}$ 線幅で電極パッド間の配線接続が可能であることを確認した。また、GD法による円錐金バンプ形成について、実用化に向けて企業と共同で堆積条件の安定化、Heガス使用量の削減に向けたプロセス改良の検討を進めた。また、選択析出による無電解Niめっき膜による微細ピッチフリップチップ接続について、反応生成物の拡散現象を仮定したFEM解析により、選択析出現象の定性的シミュレーション手法を開発した。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造  
 [キーワード] レーザー援用、インクジェット、ナノ粒子、エアロゾルデポジション、MEMS、配線、バンプ、直接描画、導体、ナノペースト

[大項目名] ナノテク・先端部材実用化研究開発  
 [研究題目] ナノキャピラリー構造を有する高容量電解コンデンサの研究開発

[研究代表者] 明渡 純(先進製造プロセス研究部門)

[研究担当者] 明渡 純、小木曾 久人  
 (常勤職員2名)

[研究内容]

高容量の電解コンデンサを開発することを目指し、エアロゾルデポジションを用いて、電解コンデンサのキー部材である陽極アルミニウム箔の高容量化を実現し、新陽極箔に導入可能な陰極形成技術を開発していく。さらに電解コンデンサの構造開発を行うことで、低ESR、低ESL化を図り、高容量・低インピーダンスの電解コンデンサを開発することを目的とする。産総研では、金属系エアロゾルデポジションの成膜現象の研究を分担している。

平成20年度は、昨年度に引き続き、アルミニウム原料微粒子の圧縮試験を行い、その変形挙動を調べた。その結果、①塑性変形能が高く、破砕するようなことはない。②粒径が小さくなると、若干降伏応力が大きくなる。③表面酸化膜が厚く形成されると、表面だけが割れるような挙動を示すが全体としては、同様な塑性変形することなどが明らかになった。さらに、エアロゾル流

体の挙動とノズルの基板の位置関係が、搬送流体と原料微粒子にどのように影響を与えるかを数値シミュレーションによって調べた結果、ノズルと基板の位置関係が、AD 成膜性に大きく影響するパラメータであり、衝突速度とその粒径分布に大きく影響することが明らかになった。以上の検討結果より、AD 成膜後、電解コンデンサ形成に適当な塑性変形をする条件を推定できることが可能になった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 エアロゾルデポジション法、ナノキャピラリー構造、電解コンデンサ

【大項目名】 ナノテク・先端部材実用化研究開発

【研究題目】 ナノテク・先端部材実用化研究開発／高性能 AD 圧電膜とナノチューブラバーを用いたレーザ TV 用高安定光スキャナーの基盤技術開発

【研究代表者】 明渡 純（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 明渡 純、朴 載赫、佐藤 治道  
（常勤職員3名）

【研究内容】

AD 法を利用して Si や金属構造体上へ非鉛圧電材料などの高耐久圧電厚膜を形成し、耐衝撃性に優れ、20 kHz 以上の高い共振周波数で長時間安定動作可能な高性能、高耐久性の圧電駆動式板波共鳴型高速光スキャナーを開発するとともに、ナノチューブ分散導電性ラバーを用いて、100 Hz 以下の超低周波数で長時間安定動作可能な高性能、高耐久性の電磁駆動型樹脂ベース光スキャナーを開発し、ハイビジョン TV の解像度（SXGA クラス以上）に対応できるレーザ TV 用2次元光走査システムを実現する。

初年度は、シミュレーションによる設計と SUS 材、Si 材の微細エッチング加工による試作、ミラー平面精度、ミラー走査精度の評価により最適なミラー部共振構造材の選定を完了し、当初計画：共振周波数30 kHz、光学走査角30度以上@駆動電圧60 V に対し、共振周波数30 kHz、光学走査角35度@駆動電圧20 V を実現し、ほぼ目標を達成した。また、設計・試作された高速光スキャナーのヒンジ部の応力解析を行い、構造材料選定にフィードバックするとともに過負荷連続試験や温度サイクル試験（-20～+85℃）を行い、当初計画どおり、材料硬度と疲労限界の関係など耐久性評価の基本的指標を明らかにした。さらに非鉛系圧電材料を加工・調整し、AD 法に適した原料粉末に調整、従来の光スキャナー構造材上で、基礎的な成膜テスト、膜特性評価を完了し、圧電定数では、駆動源として十分な特性を有するが、温度特性に問題のあることを明らかにし、次年度へ向けての材料開発課題を明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光スキャナー、MEMS、非鉛、圧電、

耐久性、メタルベース、レーザーテレビ、ラム波共鳴、エアロゾルデポジション法、カーボンナノチューブ

【大項目名】 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

【中項目名】 次世代技術開発

【研究題目】 液相マイクロ波プロセスによる次世代大容量活物質の研究開発

【研究代表者】 木嶋 倫人

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 木嶋 倫人、秋本 順二

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

現行のリチウムイオン電池で利用されているインターカレーション反応では、リチウム吸蔵量が結晶構造で限定されるため、飛躍的な高容量化は期待できない。近年、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CoO}$  等の金属酸化物もナノ粒子化することにより充放電が可能になることが報告されており、金属酸化物が金属まで還元される反応を利用しているためリチウム吸蔵量が結晶構造で限定されず高容量化が可能であると期待されている。本研究の目的は、液相マイクロ波プロセスを用い、極めて粒径分布が小さいナノ粒子を合成することにより高容量で可逆的に充放電可能な酸化物系負極材料を創製し、リチウムイオン電池の高容量化を実現することである。

平成20年度は、酸化鉄ナノ粒子の液相マイクロ波合成と粒子サイズ制御および電池特性の粒子サイズ依存性について検討した。酸化鉄ナノ粒子は、鉄イオンを含む水溶液に、2.45 GHz のマイクロ波を照射することにより合成した。粒子サイズ制御は、マイクロ波照射時間を制御すること、あるいは、一度、マイクロ波加熱によりナノ粒子を均一に析出させた後、ヒーター加熱で結晶成長時間を制御することにより行った。電池特性の粒子サイズ依存性および活物質と導電剤との混合比率を検討した結果、初期容量1000 mAh/g 以上、10サイクル後の容量維持率60%以上を達成することができた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リチウムイオン電池、負極材料、酸化鉄ナノ粒子、液相マイクロ波プロセス

【研究題目】 希少金属代替材料開発プロジェクト／超硬工具向けタングステン代替材料開発

【研究代表者】 松本 章宏

（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 松本 章宏、加藤 清隆、下島 康嗣、細川 裕之（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

本プロジェクトは、希少金属の代替材料の開発、または使用量低減を目指すものでもあり、我が国の希少金属



の中長期的な安定供給を確保することを目的としている。具体的には、超硬工具（切削工具、耐摩耗工具）のタングステン使用原単位を30%以上低減するため、WC 基超硬合金に代わる硬質材料として有望な炭窒化チタン（Ti(C, N)）基サーメットについて、新規サーメット基材の開発および新規サーメットを基材とした新規コーティング技術の開発を行い、切削工具および耐摩耗工具に適用するサーメット及びコーティング技術を開発することを目標とする。

産総研は「サーメット及びコーティングの基盤研究」を担当し、平成20年度は以下の成果が得られた。「サーメットの構造評価技術」では、サーメットの TEM 観察には、組成情報が含まれる DF-STEM が有効であること、EDX-Mapping により微小領域における元素の分布状態を明らかにするとともに、SADP 解析により新規サーメットの組織形成過程に関して多くの知見を得ることができた。「濡れ性評価技術」では、市販炭窒化物粉を粉碎処理した微粉末を通電焼結により固化成形し、緻密な基材作製に成功するとともに、これら基材上に Ni 粒子を載せて濡れ性評価試験を行い、接触角を精密に測定するための条件を確立することができた。「成形性・焼結性評価技術」では、成形性に与える成形助剤の種類、脱脂温度、脱脂速度などの効果について検討し、割れの少ないサーメット成形体を作製するための知見を得ることができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 サーメット、切削工具、耐摩耗工具、構造評価、濡れ性評価、成形性評価

【研究題目】 革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発／マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

【研究代表者】 中村 守

（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 中村 守、坂本 満、斎藤 尚文、渡津 章、袴田 昌高、重松 一典

（サステナブルマテリアル研究部門）、

小林 幹男、大矢 仁史、古屋仲 茂樹、

小山 和也、飯田 光明、荷福 正治

（環境管理技術研究部門）、

初鹿野 寛一、村越 庸一、清水 透

（先進製造プロセス研究部門）

（常勤職員15名）

【研究内容】

本研究の目的は、マグネシウム合金高性能鍛造部材製造技術の基盤を構築することにある。そこでマグネシウム合金の鍛造特性解明のため、種々の組織を持つ鍛造素材について素材組織と鍛造加工性の関係を調べ、また、加工性と鍛造後の高温強度・耐熱性を普遍的に記述するアトミックスケールからの構成方程式を構築するための

基礎となるマグネシウム合金の高温変形特性に及ぼす添加元素の影響について検討を行う。また素材組織と鍛造加工性の関係を解明し、鍛造加工マップを整備するとともに、素材の加工性と鍛造部材の機械的特性等のデータを整理・解析して、易加工性と優れた部品特性を同時に満足する組織を形成させる加工プロセス開発の指針を提示する。さらに、マグネシウム合金のリサイクル技術に係る課題を抽出し、課題解決のための技術開発を行うとともに、リサイクルシステムの提案と安全性評価を行う。

平成20年度は以下のような内容の開発を行った。

鍛造技術開発に関しては、平成18年度に企業で作製したモデル鍛造用素材の組織観察、機械的特性評価結果を整理して、データベース化した。データベースは、鍛造工程中の単語（材料、鍛造速度、鍛造温度など）から必要な情報を検索できるシステムとした。また、AZ91連続鍛造材および AZX911連続鍛造材を対象とし、昨年度に引き続きサーボプレスを使用した連続鍛造材からの直接鍛造を試みた。今年度は鍛造速度、鍛造温度、潤滑、鍛造品冷却速度などの条件を変化させて試作鍛造を行い、これら鍛造条件と鍛造部材の特性・組織の関係を調べた。その結果、鍛造速度や鍛造後の冷却速度は鍛造部材の特性に影響を与えることが分かった。例えば、材料温度300℃では鍛造速度が速く、鍛造後の冷却速度が速い条件で鍛造部材の室温強度が350 MPa、伸びが22%とマグネシウム合金展伸材と同程度の優れた特性を示した。この結果は、低コストの素材で高機能マグネシウム鍛造部材が作製可能であることを示している。さらに、マグネシウム合金連続鍛造材（AZX911および AZ91）、マグネシウム合金ダイカスト材（ACM522）について熱間鍛造を模した高温圧縮試験を行い、高温圧縮後の試料の引張－圧縮異方性を調べた。引張および圧縮方向は高温圧縮の方向と垂直である。高温圧縮中には（0002）面が圧縮面と0～20°を成すような集合組織が形成されており、圧縮試験における降伏応力は引張試験のそれより小さかった。しかし、結晶粒が数ミクロンのオーダーまで微細化されていることによりこの降伏応力の異方性は低減しており、引張／圧縮の降伏応力比は市販の AZ31圧延板での値（1.8～2.0）に比べて低くなった（1.2～1.4）。降伏直後の変形試料の観察結果から、双晶変形の有無がこの異方性に寄与しており、高温圧縮試料では市販の AZ31圧延板に比べて結晶粒が微細であるために双晶変形が抑えられ、異方性が低減することがわかった。このことから、動的再結晶を利用した結晶粒微細化により、高強度化だけでなく、異方性の低減も可能であることを明らかにした。

リサイクルに関しては、工場内スクラップの有機不純物除去技術では、実用化開発との連携の一環として、蒸気循環方式について検証しその有用性を確認するとともに、残留油分量に及ぼす切削粉粒度分布や水蒸気量の影

響等について必要なデータを取得した。また、耐熱マグネシウム合金（Ca 添加合金）の脱脂について、従来とほぼ同一の結果を得ることが出来、本方式は耐熱マグネシウムの前処理にも採用可能であることを確認した。市中スクラップの物理選別では、スクラップ分離システムの試作品を完成し展示会に出展するとともに、ニューラルネットワークを用いた識別アルゴリズムを開発した。湿式法による無機不純物除去では、有害となる Ni について、溶液系を利用した除去について調査ならびに予察試験を行い、除去剤として有望な物質を選定した。また、リサイクルプロセス内では、種々の燃焼特性をもつ粉塵が発生することから、不燃性物質のマグネシウム粉塵爆発抑制効果の検討、Ca 添加マグネシウム合金に関する安全性評価等を行った。これらにより、不燃性物質によるマグネシウム粉塵爆発抑制特性、マグネシウム切削粉塵爆発に及ぼす粉塵の粒度・形状・分散性等の影響、カルシウム成分を少量（数 wt%程度）添加しても、マグネシウム粉塵の爆発性はさほど変化しないことなどを明らかにした。さらに、切削粉製造装置を用いて AZ91 HOMO（均質化処理）材および AZX911 HOMO 材からドライ切削粉を製造し、固化成形による鍛造素材化を行い、固化成形プロセスおよび条件がその機械的特性および組織に及ぼす影響を検討した。また鍛造素材の後方押し鍛造を行い、ダイやパンチの形状、鍛造条件、潤滑条件が加工品に及ぼす影響を評価した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マグネシウム合金鍛造、鍛造素材組織、高温圧縮試験、軽量化、輸送機器部材、家電部材、リサイクル、安全性評価

【研究題目】 希少金属代替材料開発プロジェクト／超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発

【研究代表者】 小林 慶三  
（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 小林 慶三、尾崎 公洋、多田 周二、西尾 敏幸、三上 祐史、中山 博行（サステナブルマテリアル研究部門）、吉澤 友一、宮崎 広行、福島 学、日向 秀樹（先進製造プロセス研究部門）（常勤職員10名）

【研究内容】

本研究開発は、近年問題になっている資源セキュリティを確保するための技術開発を行うものであり、切削工具などに利用されている超硬合金におけるタングステンの使用量低減をはかるものである。本研究開発では、超硬工具における炭化タングステンの使用量を抑えた「ハイブリッド切削工具」および「複相構造硬質切削工具」を開発することを目指す。

本年度は昨年度開発した接合装置を用い、超硬母材の

ついた硬質材料チップをサーメット基材に短時間接合する技術を開発した。接合に用いるインサート材料を種々検討し、短時間接合に適したインサート材料を見出した。さらに、接合時の加熱プロファイルなどを種々検討し、目的の接合強度（100 MPa 以上）を実現できるプロセス技術を開発した。その結果、界面での反応を制御しながら120秒以内での接合を実現することができた。また、サーメットの高性能化を図るため、サーメットを構成する硬質粒子、結合金属相の組成、結合金属相の量について検討を行い、低温で液相を生成する技術などを開発した。合金成分などを調整した結果、乾式の短時間混合によって、曲げ強度が1.7 GPa を超えるサーメットを試作した。また、サーメットの熱伝導性を改善するために硼化物を利用した合金開発を行い、熱伝導率の改善のメカニズムを明らかにした。今後さらに、サーメットの高性能化と高熱伝導化を図るとともに、破壊靱性の改善も行っていく必要がある。開発したサーメットと超硬合金の同時焼結を行い、剥離を防止した成形体を作製することができた。今後、焼結時のメカニズムを詳細に検討することで焼結体の寸法精度の向上を目指す。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 レア金属、省タングステン、切削工具、サーメット合金、接合、粉末冶金

【研究題目】 希少金属代替材料開発プロジェクト／超硬工具向けタングステン使用量低減技術開発（補助金）

【研究代表者】 小林 慶三  
（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】 小林 慶三、尾崎 公洋、三上 祐史、多田 周二、西尾 敏幸、中山 博行（常勤職員6名）

【研究内容】

異種硬質材料の界面の残留応力の測定および接合界面に形成される反応相の構造を知るために、従来の X 線法による解析を試みたが、X 線の照射領域が広く、十分な評価をすることができなかった。そこで、微小領域 X 線回折装置を導入するための検討を行った。超硬合金とサーメットを同時焼結した試料の界面を微小スポットで X 線照射し、その回折を調べることにより、残留圧縮応力が存在し、両者での応力に違いがあることが明らかとなった。今回の試料に対して、必要なスポット径のサイズを割り出し、そのサイズの X 線を照射できる装置であれば、異種硬質材料の接合界面の残留応力状態を調べることが可能であることが明らかとなった。特にデバイリングによって解析すると測定精度が向上することがわかった。さらに、デバイリング測定によって、超硬合金の金属相がほぼ単結晶状態であることも明らかとなった。これらのことを種々の硬質材料に対しても詳細に検討することで、本プロジェクトの研究が加速できるものと予

想される。そこで、微小領域 X 線回折装置を導入することとした。上記の結果を基に、本プロジェクトを遂行するために使用する微小領域 X 線回折装置の基本スペックを決定した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超硬合金、サーメット、残留応力、界面

【研究題目】 革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発／マグネシウム鍛造部材技術開発プロジェクト

【研究代表者】 小林 幹男（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 小林 幹男、古屋仲 茂樹、小山 和也、大矢 仁史、荷福 正治、藤木 由美子、小林 賢一郎、山本 剛義  
（常勤職員3名、他5名）

【研究内容】

本研究では、マグネシウム合金の循環型素材の特性とコスト低減の観点からリサイクル技術に係る課題抽出と課題解決のための技術開発を目的として、リサイクル前処理技術（不純物除去技術）ならびにマグネシウム粉粒体のハンドリング時の安全性評価について検討している。本年度の進捗状況は以下の通りである。

工場内スクラップの有機不純物除去技術開発では、過熱水蒸気循環方式について検証しその有用性を確認するとともに、残留油分量に及ぼす切削粉粒度分布や水蒸気量の影響等について必要なデータを取得した。また、耐熱マグネシウム合金（Ca 添加合金）の脱脂について、従来とほぼ同一の結果を得ることが出来、本方式は耐熱マグネシウムの前処理にも適用可能であることを確認した。市中スクラップの物理選別技術開発では、スクラップ選別システムの試作品を完成し展示会に出展するとともに、ニューラルネットワークを用いた識別アルゴリズムを開発した。湿式法による無機不純物除去技術開発では、有害となる Ni について、溶液系を利用した除去について調査ならびに予察試験を行い、除去剤として有望な物質を選定した。

安全性評価研究では、リサイクルプロセス内では種々の燃焼特性をもつ粉塵が発生することから、不燃性物質のマグネシウム粉塵爆発抑制効果の検討、耐熱マグネシウム合金に関する安全性評価等を行った。これらにより、不燃性物質によるマグネシウム粉塵爆発抑制特性、マグネシウム切削粉塵爆発に及ぼす粉塵の粒度・形状・分散性等の影響、Ca 成分を少量（数 wt%程度）添加しても、マグネシウム粉塵の爆発性はさほど変化しないことなどを明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 マグネシウム、リサイクル、不純物除去、分離・精製、安全性評価

【研究題目】 環境汚染物質削減先導研究開発／廃液・工程液中の有害イオン新規分離法の研究

開発

【研究代表者】 原田 晃（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 原田 晃、辰巳 憲司、田中 幹也、市川 廣保、小山 和也、成田 弘一、大石 哲雄、和田 慎二、

Basudev Swain

（常勤職員7名、他2名）

【研究内容】

本研究は、表面処理業における廃液・工程液を対象として、汚泥排出量の削減、有用成分再資源化の促進、排出液の無害化・有害元素の拡散防止を図り、有害物質によるリスク最小化を達成するため、抽出法および沈殿法それぞれに関する新技術を開発することを目標としている。

(1) 高濃度の廃液・工程液中の金属イオンの抽出除去回収、工程液の長寿命化

a. 亜リン酸除去による長寿命化

無電解ニッケルめっき工程からの廃棄物排出量削減のために、我々が以前に提案した、アミン系試薬を用いた溶媒抽出法を利用してめっき液から亜リン酸イオンを除去しめっき液を長寿命化するプロセスにつき、基礎的な検討を行ない、本プロセスに適したアミン系抽出剤、希釈剤、改質剤の組み合わせを見出した。また次亜リン酸および亜リン酸の抽出に関する量論関係を推定した。

b. 使用済みめっき液からのニッケル回収

溶媒抽出法を用いた使用済み無電解ニッケルめっき液からのニッケルの回収において、抽出剤である LIX84I を単独で用いた時は抽出が遅いが、PC88A 等の酸性有機リン化合物を少量添加すると大きく加速される。しかし、その加速機構については十分な検討がなされていない。また添加剤として加える PC88A は、ニッケル抽出を行う弱酸性～中性領域においてナトリウムを抽出する。このため、有機相を硫酸で逆抽出すると、得られる硫酸ニッケル溶液の中に硫酸ナトリウムが混入してくることになる。したがって、ニッケル抽出にあたってはできるだけナトリウムの共抽出を抑制することが望まれる。

本研究では、有機相と水相間の界面張力の測定結果を解析し、抽出を行う条件での界面での優勢吸着種は PC88A モノマーアニオンであることを見出した。また分散系および非分散系による抽出実験結果に基づく考察より、添加剤によって界面積増大は 30%程度増大し、面積増大が加速に及ぼす寄与は添加剤の触媒効果の1/3ほどであると推定した。さらに抽出条件を適切に制御することによって、ナトリウム共抽出を抑制できることを明らかにした。

(2) 促進酸化物沈殿法及び硫化物沈殿法による重金属汚泥の削減

排水中の重金属は、一般にアルカリを添加して中和

処理し、水酸化物の沈殿として処理される。しかし、この処理では大量の水分を含むスラッジは発生する点が問題である。そこで、めっき廃液を対象に、重金属の水酸化物から酸化物へのエージングによる変化を促進する技術ならびに常温フェライト法、すなわち水酸化物ではなく酸化物として沈殿除去する促進酸化物沈殿法の開発を目指した。

エージングの研究では、まず加熱水中で酸化物に変化することが知られている銅について、温度、pH の影響を検討した。その結果、50℃以上で酸化物に変換できること、pH が高いほど酸化物に変換されやすいことが明らかになった。さらに、酸化剤を併用することにより室温下でも酸化物に変換できることが明らかになった。

常温フェライト法の研究では、種々の酸化剤や還元剤を含む多くの薬剤について、3価鉄含有排水の常温フェライト化を検討した結果、還元剤を用いると pH9 でフェライト化されることがわかった。

以上の結果から、重金属水酸化物ではなく酸化物の沈殿にすると汚泥量が大幅に削減できることが明らかになった。このことは、銅めっき廃液から資源の回収、さらには重金属排水のフェライト法による処理の可能性を示すものである。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 廃液、工程液、重金属、溶媒抽出、重金属酸化物、フェライト法、エージング

【研究 題目】 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／次世代技術開発／錯体系 CO 酸化電極触媒を組み込んだ新規耐 CO アノード触媒の研究開発

【研究代表者】 山崎 眞一  
(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 山崎 眞一、前田 泰  
(ユビキタスエネルギー研究部門)、  
竹田 さほり (環境化学技術研究部門)  
(常勤職員3名)

【研究 内容】

本研究開発では、CO を低過電圧で酸化できる電極触媒を開発することを目指す。このプロジェクトでは、既に前年度に0.1 V 以下 (RHE 基準) で CO を電極酸化できるロジウムポルフィリン触媒を開発している。そこで、本年度はさらなる過電圧の低下を目指し、ロジウムポルフィリン錯体の配位子上の置換基が CO 酸化過電圧に与える効果に関して系統的な検討を行うために合成された配位子構造の異なる数種類の錯体について、昨年度に引き続きエレクトロスプレー質量分析法 (ESI-MS) およびキャピラリー電気泳動-エレクトロスプレー質量分析法 (CE-ESI-MS) での解析を行った。これにより、昨年と同様に合成された錯体の質量電荷比 ( $m/z$ )、荷

数および純度についての情報を得ることができた。ここで得られた結果を基に、引き続き「高濃度 CO 耐性アノード触媒」のプロジェクトにおいて、錯体解析の研究開発を行った。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 PEFC、電極触媒、錯体解析、CE-ESI-MS

【研究 題目】 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／要素技術開発／高濃度 CO 耐性アノード触媒

【研究代表者】 山崎 眞一  
(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 山崎 眞一、前田 泰  
(ユビキタスエネルギー研究部門)、  
竹田 さほり (環境化学技術研究部門)  
(常勤職員3名)

【研究 内容】

本研究開発では、CO を低過電圧で酸化できる電極触媒を開発し、この触媒と白金系触媒とを組み合わせることにより、高濃度 CO に対応した燃料電池システムを開発することを目指す。本年度は、まず、0.05 V 以下 (RHE 基準) で CO を電極酸化できる触媒の開発を目標とした。合成した各種ロジウムポルフィリン系錯体について、これまでと同様にエレクトロスプレー質量分析法 (ESI-MS) およびキャピラリー電気泳動-エレクトロスプレー質量分析法 (CE-ESI-MS) での解析を行った結果、目的の錯体が高純度で合成されていることがわかった。また、本研究で用いているイオントラップ型質量分析装置の特長を生かしたタンデム質量分析 (MS/MS) と CE-ESI-MS での測定結果を検討することにより、高い活性を有するパラ位にカルボキシル基を持つロジウムテトラカルボキシフェニルポルフィリン (Rh(TCPP)) については陽イオン検出において CO 配位の可能性が示唆されたが、パラ位に置換基を持たないロジウムテトラフェニルポルフィリンでは溶媒のみが配位しているものと推測された。さらに、より活性を高めるため新たに合成したスルホ基を有し平面性の高いロジウムジューテロポルフィリンジスルホン酸 (Rh(DPDS)) について解析を行ったところ、陽イオン検出において Rh (TCPP) と同様に CO 配位の可能性が示唆された。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 PEFC、電極触媒、錯体解析、CE-ESI-MS

【研究 題目】 環境汚染物質削減先導研究開発／新規吸着剤によるほう素分離システムの先導研究開発

【研究代表者】 遠藤 明 (環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 遠藤 明（常勤職員1名）

〔研究内容〕

ほう素は、健康に有害な物質であるが、産業廃水処理に適した技術がないことから、環境基準を達成することが困難であり、暫定排水基準を設定し、新たな処理技術の開発が待たれている。ほう素処理技術として現在行われているものとして、最も一般的なものは凝集沈殿法である。しかし、排水基準値以下まで処理するには多量の薬剤添加が必要であり、汚泥発生量も多量となる。また、発生した汚泥中にはほう素以外に多量の不純物を含む。これに対し、最近では、吸着法が検討されている。吸着法においては、吸着剤の再生処理によりほう素を回収することが可能であり、凝集沈殿法で問題となる汚泥発生もないことから、今後のほう素処理技術として期待されている。しかし、これまで提案されている吸着剤は、吸着能力が十分でなく、単位吸着剤体積あたりの吸着量が少ないことが課題となっている。そのため、本先導研究においては、単位体積あたりのほう素吸着量の大きな吸着剤を開発することを目的とした。

吸着剤としては、イオン交換樹脂、キレート樹脂、キトサン系、無機酸化物（セリア、ジルコニア等）等が、考えられるが、本研究では、無機酸化物に注目し、吸着に適したナノ多孔質構造を形成することで、表面積の増大・ほう素吸着量の増大を目指した。その結果、セリアのナノ粒子の凝集条件を制御し、比表面積が200 m<sup>2</sup>/gを超える多孔体の合成に成功し、またほう素の吸着量も増加することがわかり、既存の各種吸着剤と比較した結果、新規吸着剤として非常に有望であることがわかった。現状では、吸着剤のハンドリング性、選択性、耐久性について未検討であるため、継続して検討を行う予定である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ほう素、吸着、ナノ多孔体

〔研究題目〕 革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト／革新的断熱技術開発／次世代断熱発泡剤の研究開発

〔研究代表者〕 関屋 章（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 関屋 章、田村 正則、権 恒道、水門 潤治、徳橋 和明、陳 亮、高橋 明文、滝澤 賢二、内丸 忠文、賈 暁卿（常勤職員9名、他1名）

〔研究内容〕

発泡プラスチック系断熱材の断熱性能は、発泡剤の断熱特性が優れているほど高い断熱性能が得られるが、断熱性能に優れた従来の発泡剤は温暖化係数が大きい。本研究では、温暖化係数が小さく断熱特性も優れた発泡剤の開発を目指して検討を進める。フッ素系オレフィン類を候補化合物とし、毒性、熱伝導率、温暖化評価、燃焼性評価、VOC 評価、合成法など多方面から検討するこ

とで、断熱特性が優れ環境への負荷の小さい発泡剤を開発する。本年度は、以下の研究を行った。

環状及び鎖状のオレフィンそれぞれ1種類について合成のスケールアップと効率化に成功した。また、気体熱伝導率の測定について、測定装置、及び計測・制御プログラムを作成し、測定値を検証した。

フッ素系オレフィンとポリオールとの相溶性を評価し、この結果を踏まえて発泡体製造を試み、発泡体が形成できることを確認した。

環境影響評価として、フッ素系オレフィンと OH ラジカルとの反応速度の測定を行い、大気寿命を求めた。これまでに13化合物の測定を進め、大気寿命は1日～1年程度であることが分かった。また、総合温暖化評価に関し、LCCP 及び総合温暖化手法によるオレフィン系発泡剤の評価を開始した。

安全性評価として、ASHRAE 法でフッ素系オレフィン6化合物の燃焼限界を測定し、F 置換率が同じであっても、鎖状化合物に比べ環状化合物の方が燃焼性が高いことを明らかにした。燃焼速度に関して、F/（F+H）比及び炭素鎖長の増加により燃焼速度が低下することなど、燃焼性を低下させる分子設計の指針を得た。また、2化合物について Ames 試験を行い、陰性であることがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 代替物、発泡剤、断熱材

〔研究題目〕 ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発／実用的な性能評価、安全基準の構築／『ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発』の実用的な運転モード及び評価手法ならびに安全基準の構築

〔研究代表者〕 田村 正則（環境化学技術研究部門）

〔研究担当者〕 田村 正則、徳橋 和明、滝澤 賢二、近藤 重雄（常勤職員3名、他1名）

〔研究内容〕

ノンフロン型冷媒の安全性評価として燃焼性評価を進めている。具体的には、冷媒の燃焼性評価で不可欠な燃焼限界と燃焼速度の測定を行った。今年度は以下の結果を得た。

HFO-1234yf（分子式 CH<sub>2</sub>=CF<sub>2</sub>CF<sub>3</sub>）のように、分子内のフッ素原子数が水素原子数よりも多い化合物の場合は、燃焼性が空気中の湿度の影響を受ける。そこで、実際にどの程度の湿度依存性をもつか測定を行った結果、湿度の増加と共に、燃焼下限はより低く、燃焼上限はより高くなることが分かった。さらに、各湿度における燃焼熱の検討から、水分の存在が燃焼熱の増加だけでなくプラスアルファの効果を持つことが分かった。

HFO-1234yf の燃焼限界について温度依存性の測定を行った。その結果、温度の上昇と共に燃焼下限はより低く、燃焼上限はより高くなった。また、本化合物におけ

る温度変化は上下限界共に一般の化合物と比べてより顕著になっていることが判明した。

燃焼速度については、測定温度50℃及び80℃における燃焼速度の HFO-1234yf 濃度依存性を求めた。その結果、最大燃焼速度は50℃で1.7 cm s<sup>-1</sup>、80℃で2.0 cm s<sup>-1</sup>となり、初期温度が上昇するにつれて燃焼速度が増大することが分かった。さらに、燃焼速度の温度依存性についての解析から、実際の使用環境における HFO-1234yfの燃焼速度が予測可能なことを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】冷媒、燃焼性評価、燃焼限界、燃焼速度

【研究題目】有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発 デュアルメンブレンシステムによるガソリンペーパー回収装置の開発

【研究代表者】原谷 賢治（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】原谷 賢治、藤原 一郎、内丸 祐子、向田 雅一、須田 洋幸、原 重樹、吉宗 美紀（常勤職員7名、他1名）

【研究内容】

ガソリンペーパーの回収技術として、分子ふるい型膜水蒸気透過膜と溶解拡散型膜 VOC 透過膜の2種類の膜を用いる新規なデュアルメンブレンシステムによって、水分フリーのガソリンペーパーを回収する装置の開発をめざし、以下の研究を行った。

昨年度に問題になった脱水膜用のゼオライト膜モジュールからのガソリンペーパーの漏洩について、膜の欠陥を補修するためにシリコンゴムコーティングを施す改善処理を行った。その結果、脱水膜モジュールからのガソリンペーパーの漏れが大幅に低減でき、濃度として0.2 Vol%以下まで抑えることができた。

ガソリンペーパーの漏れがほとんどない、分子ふるい炭素膜については、実機サイズのモジュール作製に向けて、炭素中空糸膜の大量製造法の検討し、連続大量紡糸装置による作製法を検討した。モジュール作製に関しては炭素中空糸膜1000本程度のエレメント作製に成功し、7本のエレメントを収納するモジュール構造を設計して製作を行い、回収システムに組み込んで評価運転した。

VOC 透過膜としてシリコンゴム中空糸膜で実機サイズのモジュールを作製した。また、分離性能向上の可能性を検討するために昨年に続いて代替膜素材の探索を行った。代替膜素材の候補としてフッ素系シリコンゴム、クロロプレングムを評価した結果、特にクロロプレングムが分離性能の面で優れており、その薄膜コーティングによる複合膜を試作した。

提案プロセスのガソリンペーパー回収性能の確認を行うために、製作した実機サイズの膜モジュールを組み込んだシステムの試運転を共同研究先のタツノ・メカトロニクス横浜工場で行った。脱水膜としてゼオライト膜を用いた場合のガソリンペーパーの回収率は97%程度であ

るが、分子ふるい炭素膜に置き換えることにより99.2%の回収率が達成できた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】脱水膜、VOC 透過膜、ガソリンペーパー回収

【研究題目】新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発）／バイオポリオレフィン等のバイオマス由来度の測定・試験方法の研究開発

【研究代表者】国岡 正雄（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】国岡 正雄、田口 和宏、船橋 正弘、八木 久彰（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

バイオマス由来のポリオレフィンと石油由来のポリオレフィンを判別でき、ポリオレフィン中のバイオマス由来度を定量的に測定できる方法を開発するため、規格 ASTM D6866にある放射性同位元素炭素14濃度を測定してバイオマス由来度を評価する方法を中心に検討する。炭素14の濃度測定法として、加速器質量分析に着目し、以下のことを明らかにしていく。①再生可能原料であるバイオマス等のみから生成したポリオレフィンのバイオマス由来度を測定する。また、石油由来のポリオレフィンについてもバイオマス由来度を測定する。②バイオマス由来及び石油由来のモノマー等のポリマー原料について、バイオマス由来度を測定する。③ポリオレフィンから製造される製品に近いプラスチック製品、複合材料を視野に、充填材や添加剤等のバイオマス由来度を測定する。④無機炭素類（珊瑚、貝殻、珪藻土等）に、この測定法が適用できるかどうかを詳細に検討する。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオマス炭素含有率、炭素14、試験法、ポリオレフィン、標準規格

【研究題目】新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発（先導技術開発）／セルロース系バイオマスエタノールからプロピレンを製造するプロセス開発

【研究代表者】島田 広道（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】島田 広道、中岩 勝、榊 啓二、羽部 浩、大森 隆夫、山本 拓司、原谷 賢治、吉宗 美紀、藤谷 忠博、伊達 正和、中村 功、高橋 厚、Chaichanawong Jintawat、宋 朝霞、Wu Qiang、Xia Wei（環境化学技術研究部門）、村田 和久、高原 功、稲葉 仁

(バイオマス研究センター)  
(常勤職員15名、他4名)

**【研究内容】**

本研究では、2015～2020年頃の実用化をめざし、セルロース系バイオエタノールからプロピレンを製造するための触媒開発、分離精製プロセス開発を行う。主な開発項目は、1)エタノールを直接プロピレンへ化学変換する高性能で長寿命の触媒の開発、およびその評価、2)原料中に存在する触媒被毒成分の分離除去、およびプロピレンを反応物から分離精製するプロセス開発、3)100 kg/d規模のベンチプラントの設計を行うことである。

1) 高性能触媒開発

10員環の MFI 型ゼオライトを中心としてプロピレン選択率と Si/Al<sub>2</sub>比との関係を検討し、20-80程度の Si/Al<sub>2</sub>比の場合にプロピレン生成が認められること、またエチレン、C<sub>4</sub>以上の炭化水素、芳香族などが多く副生することを明らかにした。また、低 Si/Al<sub>2</sub>比の H-ZSM-5担体への表面修飾について検討し、有望な修飾剤を見出した。

2) 触媒評価手法の確立と反応システムの最適化

ZSM-5を用いたエタノールからのプロピレン合成において、生成物分布におよぼす接触時間の影響を調べた。接触時間が短い場合には、主な生成物はエチレンで、接触時間の増加と共にエチレン収率は低下し、プロピレン、ブテン収率が増加した。このことから、エタノールはエチレンを経由し C<sub>3</sub>以上のオレフィンに転換すると考えられた。

3) 原料中不純物分析

粗留エタノールを入手し、その硫黄濃度を JIS 準拠の方法で調べたところ、ブラジル産2種の粗留エタノールには硫黄が9 wtppm および2 wtppm 検出された。この硫黄は、ジメチルスルフィド (DMS) やジメチルスルホキシドとして含まれていた。

4) 硫黄不純物吸着剤の開発

DMS 等の硫黄不純物を、液相で除去するための吸着剤を開発した。市販吸着剤に種々の金属を担持し、DMS の平衡吸着量および吸着破過曲線を測定した。その結果、亜鉛を10 wt%担持した活性炭の DMS 吸着容量が最も大きいことが明らかになった。

5) 膜による脱水法の開発

プロピレンの脱水処理として、中空糸炭素膜を用いる膜分離法の適用を検討した。ポリフェニレンオキシドを原料とする炭素膜についてその製膜条件を最適化し、炭化温度を600℃、2時間とした場合に最も高い水蒸気透過速度と優れた選択性が得られた。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** バイオマスエタノール、プロピレン、ゼオライト触媒、硫黄化合物、吸着分離、膜分離

**【研究題目】** 新エネルギー技術研究開発／バイオマスエネルギー高効率転換技術開発（先導技術開発）／膜分離プロセス促進型アルコール生産技術の研究開発

**【研究代表者】** 池上 徹（環境化学技術研究部門）

**【研究担当者】** 池上 徹、榊 啓二、根岸 秀之、羽部 浩、森井 奈保子、契約職員2名（常勤職員4名、他3名）

**【研究内容】**

本研究では、発酵法によって生産される低濃度ブタノール液を対象として、蒸留法を用いない膜分離プロセスのみによる無水ブタノールの生産技術を確立するための要素技術として、分離膜の開発、およびアルコール分離プロセスの開発を実施する。

分離膜の開発において、シリカライト種結晶粒子を非導電性基板へ塗布するための泳動電着装置を考案し、アルミナ管やムライト管上への種結晶塗布を可能とした。これらに水熱合成を行うことで、多孔質ステンレス管を基板とした場合と同程度のエタノール分離係数、約70のシリカライト膜を作製することが出来た。シリカライト膜をブタノール発酵液の分離に適用する場合には、その発酵液中に共存の溶剤（アセトン、エタノール等）が膜分離性能に影響を及ぼすことが考えられることから、シリカライト結晶粉末への吸着挙動について調べた。アセトンおよびエタノールのシリカライト結晶への平衡吸着量は、ブタノール吸着量に匹敵するレベルであったことから、ブタノールを高選択的にシリカライト膜で分離するためには、供給液中におけるアセトンやエタノール濃度をできるだけ低く抑えることが必要であると考えられる。

抽出剤と膜を利用する濃縮技術の開発では、オレイルアルコールを抽出剤とし、膜を介してブタノール水溶液からブタノールを選択的に分離する方法を検討した。ブタノール水溶液とオレイルアルコールとを隔てる膜内でのブタノール拡散速度が水溶液からのブタノール抽出速度に大きく影響することから、膜厚を薄くする方が抽出には有利であることが分かった。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** ブタノール、膜分離、シリカライト膜、抽出剤

**【研究題目】** 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発／有害廃棄物フリー高効率エステル合成プロセスの開発

**【研究代表者】** 竹内 和彦（環境化学技術研究部門）

**【研究担当者】** 竹内 和彦、田口 洋一、田口 和宏、長畑 律子、百武 昌子、森 由紀江、土井 芳子、古賀 梨乃、末光 茂紀（常勤職員4名、他5名）

**【研究内容】**

医薬品中間体等の機能性化成品の高効率かつ低環境負荷型製造法の開発を目的とし、モデル化合物としてハロゲン化カルボン酸およびアミノ酸のエステルを採り上げ、マイクロ波反応場と高効率触媒の複合化による高速エステル合成反応法等の開発による上記合成プロセスの実現をめざし、昨年に引き続き以下の研究を行った。

マイクロ波加熱条件下で高活性なエステル化反应用固体触媒として種々の固体酸を検討した。ハロゲン化カルボン酸のエステル化ではナフィオンやアンバーリスト、ポリスチレンスルホン酸などの有機物系固体酸が高い活性と選択性を示すことを見いだしたが、これらの有機固体酸は反応中に粉碎されて微粉末となった。そこで強度に優れたシリカゲルや活性炭に無機酸を固定化した触媒を調製・検討した結果、強度に優れ、高い活性・選択性を示し、さらに繰り返し使用も可能なことが分かった。また、有機酸をシリカゲルに担持した触媒が高い活性・選択性を示すことを見いだした。この担持有機酸触媒は反応条件下でもステンレスを腐食しないことを確認した。

アミノ酸のエステル化では金属触媒や固体酸触媒はあまり活性を示さなかった。一方、均一系有機酸はバッチ反応で高い活性を示し、次いで無溶媒流通反応系を検討したところ活性を保持することが分かった。この反応系の反応状態での誘電特性を計測したところ、電力半減深度が1~2 cm程度と非常に小さいことが分かった。そこで、マイクロ波が反応溶液全体に行き渡るような流通型反応器を試作したところ、さらに高い収率が得られた。

以上の結果は、当初の目標をいずれも概ね達成するものであることを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】グリーンケミストリー、マイクロ波化学、エステル合成

【研究題目】コプロダクション設計手法開発と設計支援ツールの研究開発

【研究代表者】中岩 勝（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】中岩 勝、大森 隆夫  
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

産業分野の中でエネルギー消費比率の上位にある鉄鋼・非鉄、石油・石化、化学、窯業・セラミックスなどのプロセス産業では効率的なカスケード利用がなされていないことなどから、利用困難な廃熱を多く発生させる結果となっている。今後、石油・石化工場等で更なる省エネルギーやエネルギー有効利用の対策を目指すには、プロセスシステムやエネルギーシステムを統合運用し、エネルギーと物質を併産するコプロダクションの導入が不可欠と考えられる。本研究は、そのコプロダクションの具体的な導出を試みる先進的な研究開発であり、コプロダクションの体系的な導出を可能とする設計理論の開発を行い、その設計手法を標準化した設計支援ツールを

開発し、具体的なコプロダクションの導出を図るものである。

本年度は、産総研の開発したコプロダクションピンチ解析ソフトウェアプロトタイプ2に対して、昨年度明らかにした問題点とその具体的改善方法に基づき、新たな機能をプロトタイプ3として試作・開発した。プロトタイプ3では、コプロプロセスの存在しない場合と存在するがコプロ変数が初期値固定されている場合と存在して変数も自由な場合の3通りの解析結果を1つの結果出力テーブルにて比較できるようにした。そして計算収束の安定化を図るため、プロトタイプ2の手順でまず解いて、既に求めてある解から改善されていない場合は、エネルギーとコプロプロセスからなる部分問題を先に解いてその初期値を使うルーチンを追加できるようにした。このようなプロトタイプ3を使うことで、燃料などから各種の蒸気や電力を生成しているユーティリティコジェネシステムをモデル化し、エネルギーユーティリティ需要変化による燃料マテリアル変化も含めた全体プロセス評価を行うことが可能であることを明らかにした。また、他の研究開発項目で作成された BTX 蒸留プロセスモデルとナフサ・ケロシン脱硫反応プロセスモデルに対して適用し、自己熱再生型が有効であることを示した。プロトタイプ3を使うことで、燃料などから各種の蒸気や電力を生成しているユーティリティコジェネシステムをモデル化し、エネルギーユーティリティ需要変化による燃料マテリアル変化も含めた全体プロセス評価を行うことが可能となる。さらに、他開発項目で作成された BTX 蒸留プロセスモデルとナフサ・ケロシン脱硫反応プロセスモデルに対して適用し、自己熱再生型が有効であることを示した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】省エネルギー、コプロダクション、最適化、ピンチテクノロジー

【研究題目】革新的部材産業創出プログラム／新産業創造高度部材基盤技術開発・省エネルギー技術開発プログラム／革新的マイクロ反応場利用部材技術開発

【研究代表者】島田 広道（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】島田 広道、  
安田 弘之、坂倉 俊康、高橋 利和、  
小野澤 俊也、崔 準哲、竹中 康将、  
深谷 訓久、岩浪 克之、斉藤 佳織、  
杉山 順一、山下 浩、小橋 比呂子、  
依田 敏江、羽鳥 真紀子、満倉 由美、  
佐藤 隆博、中岩 勝、遠藤 明、  
片岡 祥、宮沢 哲、

Kultyshev Roman

（環境化学技術研究部門）

水上 富士夫、花岡 隆昌、石井 亮、



伊藤 徹二、角田 達朗、川合 章子、  
 松浦 俊一、水口 純子、横山 敏郎、  
 川波 肇、佐藤 正大、鈴木 明、  
 畑田 清隆、川崎 慎一朗（コンパクト  
 化学プロセス研究センター）  
 古屋 武、依田 智、竹林 良浩、  
 川西 祐司、堀内 伸、鈴木 靖三、  
 安倍 太一  
 （ナノテクノロジー研究部門）  
 濱川 聡（企画本部）  
 （常勤職員31名、他13名）

#### 〔研究内容〕

ナノ空孔を分子触媒・酵素の固定化担体あるいは精密反応場として利用した合成技術の開発を通じて、電子デバイス材料、医薬品中間体、機能性食品など高付加価値化学品の高効率製造に必要な基盤技術を開発する。同時に、ナノ空孔を担体とする固定化分子触媒を工業的に製造するための基盤技術を開発し、幅広くナノ空孔利用機能性化学品製造技術の普及を図る。平成20年度は、環状イオウ酸エステル合成に有効な触媒分子を固定化した触媒について、ナノ空孔反応場の利用が生成物の分解抑制に有効であることを見出した。芳香族ヒドロキシルアミン合成では、ナノ空孔内に固定化したアミノ基が触媒活性向上に寄与することを見出した。金属酸化物によりナノ空孔材料の表面改質を行うことで、塩基性条件でも耐性があり、テアニン合成活性の劣化を抑制できることを見出した。ナノ空孔材料の製造技術開発では、用途に合わせた細孔径制御や表面改質等を検討し、他のグループへ提供して反応による評価を行った。ナノ空孔固定化分子触媒の開発では、炭素-炭素結合形成反応において、収率80%以上、リーチングを1.4 ppm まで抑えた触媒の開発に成功した。また、不斉水素化においては、分子触媒と同等の不斉収率を達成した。アルミニウム含有ナノ空孔触媒が3成分ストレッカー型反応に有効であることを見出した。分子触媒の固定化の際に用いる新しい脱離基を有する修飾材を開発した。メソポーラスシリカ細孔内に固定化したリパーゼが、酵素の凝集を抑制するナノ空孔材料の協奏的效果により、高濃度条件下まで酵素活性を維持できることを明らかにした。

また、マイクロリアクター技術やナノ空孔技術の特長を生かした反応系に、マイクロ波などの外部エネルギー、高温高圧反応場、超臨界流体反応場などを適用した協奏的反應場を創出し、機能性化学品生産のための革新的反応プロセスの構築に資する基盤技術を開発する。平成20年度は、硝酸アセチルを用いた芳香族の低温ニトロ化により、各種ニトロ化合物を反応時間10秒以内でほぼ定量的に得ることに成功した。また、各炭素-炭素カップリングでは、反応時間0.1秒以内ながら、最高収率99%、選択率100%を達成した。高温高圧水を利用した連続ニトロ化では、ニトロナフタレンのジニトロ化（収率

45%）およびビフェニルのモノニトロ化（収率87%）について詳細に検討した。超臨界二酸化炭素+アセトニトリル混合溶媒中で、ニトロベンゼンの1段還元カルボニル化反応が進行することを確認した。摂動法により室温～320℃の範囲で固体触媒の複素誘電率測定を行う装置を開発した。液体や触媒粉体等の誘電特性評価を継続して行い、マイクロ波利用協奏的反應場開発のための基礎データを蓄積した。照射・反射・透過電力の測定から消費電力を算出し、高い内部温度上昇効率（70%利用）とするための設計と評価方法を開発した。メソポーラスシリカに酵素を固定化したマイクロリアクターの技術を開発し、酢酸ニトロフェニルの加水分解をモデル反応として反応工学的解析を行った。原料として誘電損失の大きい原料化合物を用いることにより、従来の外部加熱法より高効率な芳香環修飾反応を開発できた。ナノ空孔固定化触媒を用いた鈴木カップリング反応に対するマイクロ波照射条件等を改良した結果、収率90%以上で目的物を合成できた。マイクロ波吸収能を有する活性炭素に白金を担持した触媒、重水から成る協奏的反應場を用いたジメトリダゾール（農薬原体）の直接重水素化反応において、残留農薬検査用安定同位体サロゲートとして使用可能な95%の同位体導入に成功した。ナノ空孔材料を内壁に固定化したガラス製マイクロリアクターにリパーゼを固定、動作の実証と反応工学的な解析を行った。また、リパーゼを固定化したナノ空孔材料を実装したマイクロリアクターにより、バッチ式反応に対して優位な反応活性が達成できることを見出した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 機能性化学品、ナノ空孔、協奏的反應場、メソポーラスシリカ、分子触媒、酵素、マイクロリアクター、高温高圧反應場、超臨界流体反應場、マイクロ波

〔研究題目〕 水素貯蔵材料先端基盤研究事業／金属系水素貯蔵材料の基礎研究

〔研究代表者〕 秋葉 悦男（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 中村 優美子、林 繁信、榎 浩司、  
 浅野 耕太、松田 潤子、齊田 愛子、  
 中村 仁（常勤職員7名、他1名）

〔研究内容〕

目標：

高性能な水素貯蔵材料開発のため、水素貯蔵に関する基本原理を解明し、開発指針を産業界へ提供することを目的として、先端的測定手法を活用した金属系水素貯蔵材料の構造解析技術を確立する。また、構造解析の結果に基づき、水素吸蔵・放出反応特性の理解をすすめ、反応機構の解明への道筋を見出す。

研究計画：

X線回折法、中性子回折・散乱法、陽電子消滅法、固体 NMR、透過型電子顕微鏡などを用いた金属系水素貯

蔵材料の構造解析手法の開発・高度化を行う。各手法を用いた構造解析を進め、構造と水素吸蔵・放出反応特性との相関を調べる。

年度進捗状況：

水素吸蔵状態を制御しながら測定する「その場観察」X線回折法を用いて、積層構造をもつ  $\text{La}_2\text{Ni}_7$  合金の水素放出過程の結晶構造変化を詳細に調べた。 $\text{La}_2\text{Ni}_7\text{H}_{11}$  水素化物は単斜晶の構造を保ったまま、二相共存状態をとらずに約半分の水素を放出することがわかった。また、米国ロスアラモス国立研究所との共同研究のもと、中性子全散乱・PDF法を用いた  $\text{Mg}_{50}\text{Co}_{50}$  合金とその水素化物の局所構造の解析をすすめた。放射光X線を用いたPDFデータも併せて収集し、MgおよびCoの原子レベルでの配列を解析した。固体NMRを用いた水素の存在状態の解析においては、水素雰囲気において測定が可能なその場NMR（核磁気共鳴）実験装置を構築し、V水素化物中の水素のNMRスペクトルおよびスピナー格子緩和時間  $T_1$  を測定した。水素吸蔵時に導入される格子欠陥を解析するため、陽電子消滅法の新しい手法として、格子欠陥周りの元素の同定が可能である同時計数ドップラー幅広がり（CDB）測定法を導入した。CDB測定を  $P-C$  曲線の測定及び陽電子寿命測定と同時に行うことに成功した。TEMを用いて、 $\text{LaNi}_5$  合金が水素を吸蔵する際に導入される転位についても検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素貯蔵材料、結晶構造、局所構造、格子欠陥

【研究題目】水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発 システム技術開発 車載水素貯蔵・輸送容器システム技術に関する研究開発

【研究代表者】浅野 耕太（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】秋葉 悦男、中村 優美子、榎 浩利、柚 浩司、齊田 愛子、上條 亮毅（常勤職員6名、他1名）

【研究内容】

目標：

燃料電池自動車に燃料である水素を車載するためのハイブリッド貯蔵タンクに使用する水素貯蔵材料の開発および評価を行う。ハイブリッド貯蔵タンクとは高圧水素ガスと水素貯蔵材料を組み合わせた水素貯蔵タンクであり、重量当たりの水素貯蔵量が高いことが求められている。本研究ではハイブリッド貯蔵タンクの充填水素圧力として想定されている35 MPaあるいはそれ以上の水素圧力下で2.7質量%以上の水素貯蔵量をもつチタン系合金の開発を目標として、以下の材料開発を進めた。

研究計画：

現在ハイブリッド貯蔵タンクに用いられている水素貯蔵材料は、過去に我々がトヨタ自動車との共同研究によ

り開発した体心立方（BCC）構造をもつチタン系合金がベースとなっている。Ti-V-Mn系合金を水素化すると水素濃度によってBCCおよび2種類のFCC（面心立方）構造をもつ水素化物相が生成する。本研究では、これら3種類の水素化物間の水素吸蔵放出を利用することで高い水素吸蔵量を目指した。

年度進捗状況：

Ti-V-Mn系合金は合金の組成によってBCC相および/あるいはC14型ラーベス相を生成する。我々は本事業開始以前にBCC相がC14型ラーベス相に比べて高い水素貯蔵量をもつことを明らかにした。そこで本研究では、高い水素吸蔵量を有する合金の開発を目指して、 $\text{Ti}_{0.8}\text{V}_{1.4}\text{Mn}_{0.8}$ 、 $\text{Ti}_{0.6}\text{V}_{1.4}\text{Mn}_{1.0}$ 、 $\text{Ti}_{1.0}\text{V}_{1.1}\text{Mn}_{0.9}$  および  $\text{Ti}_{0.9}\text{V}_{1.2}\text{Mn}_{0.9}$  などの組成で表されるTi-V-Mn系BCC単相合金をアーク溶解法にて作製した。

$\text{Ti}_{0.8}\text{V}_{1.4}\text{Mn}_{0.8}$  合金は本研究の目標値である2.7質量%の水素貯蔵量を上回る2.8質量%の水素を25℃において吸蔵した。また、この合金は吸蔵した水素を120℃にて放出できることが分かった。現在、Ti-V-Mn系合金の組成とBCC相の格子定数を調整して、室温付近で繰り返して水素を吸蔵放出する合金の開発を進めている。特に水素放出過程の平衡水素圧力を上昇させることが今後の課題である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素エネルギー、水素貯蔵材料、ハイブリッド貯蔵タンク

【研究題目】戦略的炭ガス化・燃焼技術開発（SETP CCT）次世代高効率炭ガス化技術開発

【研究代表者】鈴木 善三（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】松田 聡、松岡 浩一、村上 高広、壹岐 典彦、幡野 博之（常勤職員6名）

【研究内容】

高効率の次世代炭ガス化装置の開発のため、①低温ガス化の基礎研究、②実機として想定される二塔ガス化装置開発のための流動解析、③システムの最適化のためのシステム解析、の各研究を実施した。

低温ガス化では、独自に試作した常圧二塔式循環流動層によるアダロ炭の連続水蒸気ガス化で、媒体として多孔質アルミナを用いた場合には硅砂の場合に比べてガスへの転換率は向上し、例えば、900℃においてはコークの改質によりガス収率は約20%向上した。次いで熱分解炉を併設した循環流動層ガス化反応器を試作し、熱分解とガス化反応場の分離によるガス化促進効果を検証した。反応場の分離により、ガス化はやや促進されることを明らかにした。チャーの燃焼速度では、アダロ炭チャーの燃焼における温度、圧力および粒径の影響を調べ、燃焼完結時間は、圧力が高いほど、温度が高いほど、粒径が

小さいほど速くなることを明らかにした。粒径が大きいと圧力が高いほど速くなるが、温度が高くなるに連れて、その影響は小さくなる。0.5~1.0 mm のような細かい粒子では、圧力の影響は小さかった。

流動解析では、二塔式循環流動層コールドモデルを用いて、基本流動特性を実験的に検討した。その結果、ライザーガス流速  $u_r=6.0$  m/s、気泡流動層ガス流速  $u_b=3.0 \times 10^{-2}$  m/s ( $u_b/u_{mf}=5.2$ ) の条件において、最大の  $G_s (=116$  kg/( $m^2 \cdot s$ )) を得た。さらに、粒子ホールドアップを求めたところ、ライザー部分で、 $\epsilon_s \leq 0.04$  であり、希薄層の形成が認められた。得られた知見をもとに、実機および1/10スケールの大型コールドモデルの設計を行った。

システム解析では、原料石炭をアダロ炭とした場合について、二塔式循環流動層ガス化炉を用いた IGCC と A-IGCC の性能の変化を圧縮機やタービンの空力性能や熱交換器性能の向上を想定して調べた。その結果、以下のことが分かった。Autothermal 条件の IGCC システムでは、空力性能向上により、発電効率は50%を超えるポテンシャルがある。A-IGCC は、空力特性を向上し、ピンチポイント温度差を15°Cにすると、1700°C級で効率60%超のポテンシャルがある。A-IGCC の方が噴流床ガス化を用いた IGCC システムに対しても効率が高い。また A-IGFC に関連して SOFC のモデルの改良に取り組んだ。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 石炭、ガス化、発電効率

【大項目名】 次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発

【研究題目】 活物質・カーボンナノ複合構造制御による高出力・大容量 Li イオン二次電池の研究開発

【研究代表者】 本間 格 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 本間 格、デニッシュ ランガッパ、曾根 浩司、大久保 将史

【研究内容】

本研究では、電極構成材料として活物質/カーボンのナノ複合材料に焦点を当て、高速でのイオン・電子移動ならびに固体内 Li 拡散を可能にするナノ複合構造の新しい制御技術開発を行い、高性能電極の構造設計・構築を通して Li イオン二次電池の高出力・高容量化を図ることを目的とする。本目的に対し、導電相としてのカーボンと活物質からなる複合構造をナノレベルからマクロレベルに至るまで最適化し、電子移動や固相内 Li 拡散の抵抗低減とともに、電解質イオンの移動に有利(電解液抵抗の低減)で、大きな界面面積(電荷移動抵抗の低減)を有するナノ複合電極の開発およびこれによる高出力・大容量の Li イオン二次電池の性能評価を長崎大と連携して行った。

超臨界反応装置を用いて、Li, Fe, P 源を含む前駆体水溶液を400°C, 35 MPa の超臨界水熱条件で10分間反応させることにより、20~40 nm サイズのナノ結晶  $LiFePO_4$  活物質を一回の化学合成プロセスで得ることに成功した。これまでに合成されたナノ結晶  $LiFePO_4$  としては最小径のものである。これらの活物質を、カーボンとボールミリングを用いて混合・焼成し、作製した、カーボンコートした複合電極において、0.1~0.8 C の条件で定電流充放電測定を行い、155 mAh/g 以上の容量を確認するとともに、良好なサイクル特性を示すことも明らかにした。本合成法は、従来の固相合成法や水熱合成法と比べて、低温・短時間でナノ結晶活物質が得られる実用的な新しい合成法として応用が期待されるものである。さらに反応時間、反応温度、前駆体濃度を制御して20 nm レベルで精密な活物質のナノサイズコントロールが可能な合成法を開拓した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ナノ結晶、リチウム二次電池、高速充放電、超臨界水熱合成、高出力型二次電池

【研究題目】 固体酸化物形燃料電池システム要素技術開発事業/耐久性・信頼性向上に関する基礎研究

【研究代表者】 横川 晴美 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 横川 晴美、堀田 照久、山地 克彦、岸本 治夫、Manuel.E. Brito、鈴木 善三、倉本 浩司  
(常勤職員7名、他2名)

【研究内容】

固体酸化物形燃料電池(SOFC)スタックの耐久性・信頼性向上のために、5スタックの耐久試験後サンプルの詳細分析を行い、その劣化機構を検討した。特に筒状平板形及び筒状横縞形の2スタックについて、担当機関として2000時間までの耐久試験を行うと共に、その劣化挙動を調査した。電圧劣化率は、概ね0.5%/1000時間以下を見通す水準に来ていることを確認すると共に、改良点などをスタックメーカーと協議した。5つの異なるスタックにおける耐久試験後サンプルの詳細分析では、二次イオン質量分析計(SIMS)等を適用して不純物の蓄積部位と蓄積傾向を明らかにし、電圧劣化現象との相関を明らかにした。不純物が関与する劣化現象を体系化して、一部の劣化機構を解明した。劣化に影響を及ぼす不純物元素と SOFC 構成材料との反応性について、熱力学的平衡計算により反応駆動力の解析を行うと共に、拡散係数などの速度論的データを集積し、寿命予測のための基盤データを蓄積した。また、加速劣化試験法として、Cr や S などの不純物の供給量や過電圧を変化させ、空気極で起こる劣化現象に対する影響を検討した。石炭ガス化ガスの SOFC への影響を評価するために、水洗、フィルターなどの処理をした石炭ガス化ガスを SOFC

に直接導入し、発電試験をおこなう実験を開始した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 固体酸化物形燃料電池、耐久性、信頼性、不純物、二次イオン質量分析計、スタック

〔研究 題目〕 系統連系円滑化蓄電システム技術開発／次世代技術開発／炭素微小球体を用いる次世代蓄電デバイスの研究開発

〔研究代表者〕 吉澤 徳子（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 羽鳥 浩章、曾根田 靖  
（常勤職員3名）

〔研究 内容〕

炭素微小球体（CNS）は表面が基底面に覆われているにもかかわらず、負極反応は非常に高速に進行する。電極反応の高速化はリチウムイオンの反応サイトが多いこと、および、活物質内の固相内拡散が迅速に起こることにより達成できる。そこで、本年度は前者に着目し、基底面に覆われた炭素微小球体へのリチウムイオンの挿入離脱反応サイトを検討し、より高速に反応を進行させるための微小球体構造についての検討を実施している。

平成20年度は、負極としてより粒子径の大きな CNS を用い、被膜-炭素構造の関連の粒子径依存性について検討した。充放電前の CNS 粒子を TEM で観察したところ、700-1000 nm 級試料は共に、2000℃処理を経た段階で黒鉛化組織が粒子の表面側から半分程度の領域に発達していた。一方、TEM 格子像・暗視野像から、2000℃以上の熱処理を経た CNS 粒子は、ポリゴニゼーションにより形成された稜付近に構造欠陥が集中する様子が確認された。これらの構造欠陥は、同じくポリゴニゼーションにより形成された粒子の面部分における欠陥と共に、Li イオンの出入り口として機能するものと推定される。

さらに充放電後の CNS 表面につき TEM 観察を行った。EC+DEC (1:1) 系電解液にて充放電を経た CNS の2600℃処理品では、その表面に厚み0.8-1 nm の被膜が確認された。また、PC 系電解液中では初回充放電後、被膜が良好に生成する領域と、10層程度ずつ束状に剥離した網面が被膜と混在する様子が観察され、PC 系電解液における炭素負極の劣化機構と関連付けることができた。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 リチウムイオン電池、ナノカーボン、高速充放電挙動

〔研究 題目〕 グリーンネットワーク - システム技術研究開発プロジェクト（グリーン IT プロジェクト）／エネルギー利用最適化データセンター基盤技術の研究開発／最適放熱方式の検討とシステム構成の開発／冷

却ネットワークとナノ流体伝熱による集中管理型先進冷却システムの開発

〔研究代表者〕 阿部 宜之（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 阿部 宜之、佐藤 正秀、瓜田 有己、鈴木 智裕（常勤職員1名、他3名）

〔研究 内容〕

本研究では、近年消費電力量の増大が著しいデータセンターの、消費電力量を30%以上削減することを目標としている。この目標を達成するために、現状のサーバ冷却システムの概念を一新する新たな冷却システムを提案し、実証、商品化を目指す。新冷却システムにおいては、サーバラックに設けた冷却用ソケットにフレキシブル構造の熱移動ケーブルをあたかも LAN ケーブルを接続するようにプラグイン接続し、熱移動ケーブルを介して供給される冷却媒体によって、サーバに内蔵されたデバイスを直接液冷すると共に、ネットワーク化した冷却系によって集約された廃熱を集中管理することにより、室内環境への廃熱の放出の大幅削減、サーバールーム、データセンターの消費電力の大幅削減を実現する。

本年度は、冷却ネットワーク構築のための各種コネクタ、単相流冷却ユニット、沸騰2相流冷却ユニット、高性能薄型ヒートパイプ、伝熱促進のためのナノ流体の合成等の要素技術開発を開始すると共に、単相流冷却ユニット、薄型ヒートパイプを組み合わせて、サーバラック上に構成した冷却プラットフォームでの冷却実証試験を実施した。

〔分 野 名〕 環境エネルギー、情報技術

〔キーワード〕 グリーン IT、省エネルギー、データセンター、サーバ、電子機器、伝熱、ヒートパイプ、ナノ流体、冷却ネットワーク

〔研究 題目〕 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発／次世代技術開発／分子篩炭素を利用した高いCO被毒耐性を有する電極触媒の開発

〔研究代表者〕 高木 英行（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 高木 英行、安藤 祐司、山本 恭世  
（常勤職員2名、他1名）

〔研究 内容〕

固体高分子形燃料電池において、水素製造過程での副生成物である CO（一酸化炭素）が白金電極を被毒するため、シフト反応や CO 選択酸化反応等により CO 濃度を10 ppm 程度まで十分下げて燃料電池に供給する必要があり、その結果、システムの大形化及び起動性の低下などが問題になっている。従って、高い CO 被毒耐性を有する電極用触媒の開発は、固体高分子形燃料電池技術の発展・普及において、克服すべきキーテクノロジーの一つとなっている。本研究開発では、孔径0.2～0.35 nm の微細孔を有する特徴的なナノカーボン材料である分子篩炭素を利用することで、CO が活性金属

(白金等)に吸着せず、500 ppm の CO 共存下でも使用可能な、高い CO 被毒耐性を有する革新的な固体高分子形燃料電池アノード触媒を開発することを目標としている。

本年度は、活性金属ナノ粒子が分子篩炭素に被覆された微粒子触媒の調製法の確立を目標とした研究を遂行し、400 nm 以下の分子篩炭素微粒子中に、10 nm 程度の貴金属微粒子が分散した触媒の調製に成功した。また、開発した触媒の構造について電子顕微鏡、X 線回折法、蛍光 X 線分析、吸着（プローブ）法及び昇温脱離法等を用いて評価した。さらに、回転ディスク電極装置を購入し、触媒活性の評価が可能であることを確認した。また、触媒活性評価装置を導入し、CO 混合ガスが供給可能なシステム構築に向けて検討を進めている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】固体高分子形燃料電池、電極触媒、CO 被毒耐性、ナノカーボン材料

【大項目名】水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発

【中項目名】次世代技術開発・フィジビリティスタディ等

【研究題目】可視光応答性半導体を用いた光触媒および多孔質光電極による水分解水素製造の研究開発

【研究代表者】佐山 和弘（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】佐山 和弘、杉原 秀樹、柳田 真利、草間 仁、小野澤 伸子、Wang Nini（常勤職員5名、他1名）

【研究内容】

太陽エネルギー利用の数少ない選択肢の一つとして、水を分解して水素と酸素を製造する「太陽光水素製造技術」は持続可能な水素社会実現のための理想的な技術である。本研究開発事業の目的としては、可視光応答性半導体を用いた光触媒及び多孔質光電極による水分解水素製造の研究開発に関して、太陽光による水分解水素製造の実用化のための基礎要素技術を開発するとともに、正確なコスト計算に必要な実験データを収集する。太陽電池と水電解を単に組み合わせたシステムや化石資源の接触改質による水素製造システムの水素製造コストよりも大きく下回る新しい低コスト水素製造システムの実現可能性を検討する。具体的には、多孔質半導体光電極の構造制御による高性能化、レドックス媒体を用いた効率的な光触媒—電解ハイブリッドシステムによる水素製造、高速自動半導体探索システムと計算化学を用いた新規可視光応答性半導体探索、理論効率、経済性・将来性の試算などの研究を進め、上記事業目的を達成する。

多孔質半導体光電極の構造制御による高性能化については、酸化タングステン光電極の高性能化のための要因を解明することを中心に行い、前駆体塗布溶液の濃縮条

件が性能に著しい影響を与えることを見いだした。高速自動半導体探索システムを用いた新規可視光応答性半導体探索については、欧州と競争が激しい酸化鉄系半導体について3元系の探索を行い、特殊な組成での性能向上効果を確認した。レドックス媒体を用いた効率的な光触媒—電解ハイブリッドシステムによる水素製造については、酸化タングステン粉末光触媒の高性能化のための要因を解明することを中心に行い、酸化ルテニウムなどの助触媒の担持方法が全体活性に大きく影響することを確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素製造、光触媒、光電極

【研究題目】次世代自動車用高性能蓄電システム技術開発／次世代技術開発／ナノ界面制御による大容量電極の研究開発

【研究代表者】周 豪慎（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】細野 英司、齋藤 喜康、劉 海梅（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

水熱合成法、ゾル・ゲル方法と、イオン交換法、高温焼結法を用いて、VO<sub>2</sub> (B)、LiV<sub>3</sub>O<sub>8</sub>と LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>などナノサイズ微結晶、ナノワイアの形状を有する正極活物質材料の合成に成功した。特に、VO<sub>2</sub> (B)、LiV<sub>3</sub>O<sub>8</sub>と LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>について、充・放電などの電気化学特性を調べた。

ゾル・ゲル方法を用いて、ナノサイズの VO<sub>2</sub> (B 相)を合成した。得られたサンプルの結晶子および結晶サイズは X 線回折 (XRD) ピークの半値幅と透過電子顕微鏡 (TEM) により約5~15 nm であると評価された。VO<sub>2</sub> (B 相) 初期放電容量は、5 nm~10 nm のサイズの粒子の場合、約350 mAhg<sup>-1</sup>であった。容量は、充放電30サイクル後に約320 mAhg<sup>-1</sup>まで低下したが、50サイクル後では再び350 mAhg<sup>-1</sup>まで回復した。

また、新しい合成方法に着目し、直径約150 nm の LiV<sub>3</sub>O<sub>8</sub>ナノベルトを合成した。これらのサンプルを用いて、低いレート (0.02 Ag<sup>-1</sup>) で充・放電した場合、初期放電容量は350 mAhg<sup>-1</sup>となり、15サイクル後には380 mAhg<sup>-1</sup>と若干増加する挙動が示された。現時点では、20サイクル後においても、容量の劣化が認められないことが分かった。

さらに、スピネル LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>ナノワイアに対して、電位範囲1.5-4.5V (vs Li/Li<sup>+</sup>) の充・放電特性を調べ、LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>の大容量化を検討した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノ結晶、酸化物、大容量電極、リチウム二次電池、表面擬似容量

【大項目名】新エネルギー技術研究開発

【研究題目】次世代風力発電技術研究開発／基礎・応

## 用技術研究開発

[研究代表者] 小垣 哲也 (エネルギー技術研究部門)

[研究担当者] 小垣 哲也、吉田 博夫、阿部 裕幸、  
松宮 輝、今村 博、谷垣 三之介、  
高乗 加代子  
(常勤職員3名、客員研究員他4名)

## [研究内容]

## 1. 研究開発の内容及び成果等

本事業は、わが国における健全な風力発電導入拡大を目的として、わが国特有の外部条件に適した風車設計が容易に行えるよう基礎・応用研究を行うとともに、高々度での風況観測を容易にするため、リモートセンシング技術を確立することを目的としている。産業技術総合研究所は本事業の代表研究機関として、また、研究代表者は本事業全体のプロジェクトリーダーとして、事業全体の統括を実施している。

NEDO 日本型風力発電ガイドライン策定事業データおよび NEDO 風力発電フィールドテスト事業 (風況精査) データを詳細に解析し、乱流強度の統計的分布特性の評価と現状の IEC 国際標準との比較に着手した。高度な CFD 数値シミュレーション手法を確立し、複雑地形風特性モデルの適用性を評価するため、各手法の検討を実施するとともに、風計測地点の予備的シミュレーションを行い、今後の CFD 技術高度化のための課題抽出を実施した。また、風洞実験技術の高度化の予備実験として、単純地形 (円錐) 周りに発生するはく離流れが後流場に与える影響を調査した。リモートセンシング技術の現状とこれからの課題について文献収集・調査を実施するとともに機器メーカーへのヒアリングを実施し、最新のリモートセンシング技術の動向を調査した。本事業の目的・実施内容を遂行し、IEA 推奨基準/IEC 国際標準への提案を実施するためには、単に本事業受託者のみならず、多くの利害関係者を交えた議論が必要である。そのため、国内の風力発電関係者を結集した「次世代風力発電基礎応用技術研究開発・IEA 風力国内委員会」(事務局: 日本電機工業会) を設置し、体制を整備した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 風力発電技術、風車設計、複雑地形風特性、風のリモートセンシング技術

[大項目名] 新エネルギー技術研究開発

[中項目名] 太陽光発電システム未来技術研究開発

[研究題目] 高効率・集積型色素増感太陽電池モジュールの研究開発

[研究代表者] 杉原 秀樹 (エネルギー技術研究部門)

[研究担当者] 杉原 秀樹、春日 和行、佐山 和弘、  
草間 仁、小野澤 伸子、柳田 真利、  
船木 敬、倉重 充彦、他  
(常勤職員7名、他3名)

## [研究内容]

クリーンで無尽蔵な太陽光エネルギーの高効率な利用による、新しいクリーンエネルギーの生産プロセスの提案と実証を目的として、新しい次世代型太陽電池として注目されている色素増感太陽電池について検討し、高効率な光電変換を実現するための技術開発を行っている。増感色素の設計合成、酸化チタンを代表例とする酸化物質半導体電極の製造技術、酸化還元電解質溶液の構成・調製法、対極、セル構成法等の要素技術について検討し、世界最高水準の光電変換特性を持つ色素増感太陽電池を開発する。平成20年度は、モジュールを構成する単セルをさらに高効率化することを目指し、新規高性能ルテニウム錯体色素の開発、半導体電極、電解質溶液系の最適化を行った。具体的には新規シクロメタル化ルテニウム錯体、ピリジンカルボキシラト配位子をもつルテニウム錯体、有機発色団をもつ新規ルテニウム錯体などを開発し構造と性能の関係について検討し、その結果、ピリジンカルボキシラトをもつ新規ルテニウム錯体色素を用いる色素増感太陽電池で従来の最も優れた増感色素を用いたものに匹敵する変換効率を実現した。また、異なる波長範囲の光エネルギーを変換する複数の太陽電池を組み合わせるタンデムセル化による高効率実現に向け要素技術の開発を行っている。具体的には、近赤外部に吸収をもつ色素を用いたセルの構成において電解液の組成を工夫することにより近赤外光による光電変換効率の向上に成功した。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 太陽電池、色素増感、ルテニウム錯体

[研究題目] 水素製造・輸送・貯蔵システム等技術開発/次世代技術開発・フィージビリティスタディ等  
技術開発シナリオに関するフィージビリティスタディ等研究開発/水素エネルギーシステムの社会的便益に関する研究開発

[研究代表者] 赤井 誠 (エネルギー技術研究部門)

[研究担当者] 西尾 匡弘、伊藤 博、前田 哲彦  
(常勤職員3名)

## [研究内容]

FCV の本格的導入普及に向けた水素供給インフラの立上げ時期を念頭に、①水素燃料電池自動車の導入に伴う社会的・経済的便益の評価、及び②社会的便益評価システムの構築を通じて、燃料電池自動車の有効な導入施策の検討などを行い、燃料電池自動車及び水素の社会的受容の拡大と導入普及の効率的な実現施策を支援する。

① 水素燃料電池自動車の導入に係る社会的便益に関する研究

これまでの研究をベースに、(1)燃料の資源採掘、輸送・貯蔵、燃料製造、輸送・貯蔵、燃料供給を含め

るように評価バウンダリを拡大し、(2)欧米を含めた排出規制や燃費達成目標の設定動向などを参照した排出係数の見直しや暴露評価などの分析・評価手法の再検討などを通じた便益評価精度の向上を図り、FCVの導入初期のシナリオ(NEDO/MRI(2008)、「水素経済社会移行シナリオ等研究」)をベースとしつつ、競合する次世代型自動車(電気自動車(EV)、プラグインハイブリッド自動車(PHEV)、ハイブリッド自動車(HEV))が導入される競合シナリオの検討も行い、種々のシナリオ下での便益評価を実施した。また、燃料供給インフラをも考慮した経済波及効果の分析も実施した。

## ② 水素燃料電池自動車の社会的便益評価システムの構築

市販のソフトウェア Analytica™ をベースとし、Excel™ シートで計算条件・導入シナリオを入力し、自動的に Analytica™ で読み込み、外部コストおよび導入コストを計算し、エクセルに出力するモデルのプロトタイプを構築した。また、主要なパラメータに対して確率分布を設定し、モンテカルロシミュレーションにより感度分析も実施可能とした。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] 水素、燃料電池自動車、外部性

[研究題目] 革新的ゼロエミッション石炭ガス化発電プロジェクト／発電からCO<sub>2</sub>貯留までのトータルシステムのフィジビリティスタディ／全体システム評価(発電からCO<sub>2</sub>貯留に至るトータルシステムの評価)

[研究代表者] 赤井 誠(エネルギー技術研究部門)

[研究担当者] 西尾 匡弘、近藤 康彦  
(常勤職員3名)

[研究内容]

本研究「全体システム評価」では、(財)エネルギー総合工学研究所と連携して、①全体調整・取り纏め、②経済性評価モデルの構築と評価、③エネルギー需給影響評価モデルの構築と評価、④国際標準化の検討という4つのサブテーマを実施し、将来的なゼロエミッション石炭火力発電所及びCCSの導入によるCool Earth 50イニシアティブへの貢献度や、CCSが我が国のエネルギー需給に及ぼす影響を分析評価することにより、また、技術導入の促進に資する国際標準化戦略の検討を通じ、戦略的な施策形成に有益な基礎情報を提供することを最終目標としている。当所においては、主として上記の②～④を分担する。

本年度の各サブテーマについての成果を以下に概略示す。②については、既存の経済性分析研究事例をレビューし、パラメータを整理することにより、経済性評価モデル用のデータベース項目の検討を行った。また、電力

事業者による公開情報、環境影響評価書／工事計画書、等を参照し、火力発電所の設備・運転情報や Capture Readiness の評価における情報のひとつとなる敷地レイアウトといった情報を収集整理した。また、GISベースの経済性評価モデルのプロトタイプ(仮称:SEEC)を作成し、ひとつのトータルシステムを対象として試計算を実施した。③については、我が国の長期的電力需給構造や長期的エネルギー需給構造に及ぼすCCSの影響分析、およびCCSのCool-Earth50イニシアティブへの貢献度分析に関する既存モデルの増強・更新を行った。④では、CCSにおける国際標準化活動の可能性を調査し、既に標準化の動きがある分野として、貯留容量の推定方法(CSLF、USDOE)、回収プラント評価・輸送パイプライン基準・貯留層評価(DNV)などがあり、また今後の標準化分野候補としてモニタリング、環境影響評価、リスクアセスメント、船による輸送、地震や断層の評価、等に興味が寄せられていることが明らかとなった。

[分野名] 環境・エネルギー

[キーワード] ゼロエミッション、石炭ガス化発電、CO<sub>2</sub>貯留

[研究題目] エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／水素貯蔵装置及び水電解・燃料電池一体型セルの研究開発

[研究代表者] 前田 哲彦(エネルギー技術研究部門)

[研究担当者] 伊藤 博、中納 暁洋、丹下 学  
(常勤職員3名、産総研特別研究員1名)

[研究内容]

### (1) 水素貯蔵装置の開発

変動する水素吸蔵・放出が可能な高フレキシビリティタンクについて、目標値とした水素貯蔵量6000 Nリットル、合金利用率80%以上、15 Nリットル/分の水素流量を達成するため、数値計算により水素吸放出管と循環水配管等の構造について検討した。その結果に基づき、50 kgの合金を充填した水素吸蔵合金タンクを製作した。この製作した合金タンクを用いて、水素吸蔵時の発熱は、夏季の冷却塔による冷却可能な32℃の循環水で冷却し、放出時の吸熱を冷房に利用するために、循環水温度を12℃とし実験を行った。水素流量については、吸蔵時10 Nリットル/分、放出時6.9 Nリットル/分を定格と定め、定格と高流量(定格150%)の2つの条件で実験を行った。10時間程度の安定した吸蔵放出が実現でき、流量低下なく6000 Nリットル吸放出を達成した。このときの合金利用率は89%であり、目標値を上回る性能を有することが確認できた。

### (2) 可逆セルの研究開発

水電解・燃料電池の両運転モードの出力向上を目的

として、小型セル ( $A=25 \text{ cm}^2$ ) を用いた両モードの運転試験の結果から流路形状がセル性能に及ぼす影響を定量的に評価した。加えて、可逆セル・スタックの両運転モードの電流-電圧特性及び切り替え時のガスパーズによる抵抗変化が模擬可能なシミュレーションモデルを完成させ、実機データとの比較を行い良好な結果を得た。

### (3) 成果の実用化の構想

システム構成装置の妥当なユニット規模を検討した。その結果、以下の結論を得た。

水素貯蔵装置は、①故障・劣化時のリスク分散、②搬出入時の制約（エレベータへの積載）、③第二種圧力容器の規制外といった理由により、合金充填量50kgの合金タンクがユニットとして適している。可逆セルは、①部分負荷への対応、②MEAの適正面積、③電解電圧と建物電圧との整合性といった理由により、 $250 \text{ cm}^2 \times 20 \sim 200$ セルがユニットとして適している。様々な建物の実際の負荷データを用いて、各用途での妥当なシステム規模を試算した。その結果、以下の結論を得た。負荷平準化用途でのシステム規模は、建物の契約電力の10~20%が最も省エネになる。非常時用途でのシステム規模は、法規的に建物の契約電力の10~20%が必要になる。自然エネルギー用途でのシステム規模は、設置面積等により建物の契約電力の2~5%になる。したがって、小規模ビル（延床面積 $5,000 \text{ m}^2$ 、契約電力370 kW）から大規模ビル（延床面積 $40,000 \text{ m}^2$ 、契約電力3,000 kW）までを導入対象と仮定すると、必要なシステム規模は数~300 kW級になることを特定した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素エネルギー、水素貯蔵、水素吸蔵合金、燃料電池、水電解

【研究題目】ナノテク・先端部材実用化研究開発／ハイブリッドナノカーボン電極による水系電気化学スーパーキャパシタの開発

【研究代表者】曾根田 靖（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】羽鳥 浩章、山下 順也、山下 安正、常名 美穂子、猿渡 篤  
（常勤職員3名、他3名）

【研究内容】

炭素材料を電極とする電気二重層キャパシタ（EDLC）では、現在有機系電解液が主流となっているが、水系電解液（水系キャパシタ）は高導電率であることや低コストであるなどの利点を持っている。水系は有機系と較べて作動電圧が低い事に起因して低容量であり、疑似容量導入によって比容量を改善することによって、廉価な汎用型デバイスとしての需要拡大が見込まれる。本研究では炭素繊維から合成した高結晶性で高容量を示す膨張化炭素繊維と、含有窒素による疑似容量効果を持

つ窒素ドーブ炭素の性能を融合することで両者の特徴を併せ持った新電極材料を創製し、ハイブリッドナノカーボン電極による革新的な水系電気化学スーパーキャパシタの開発を目的としている。

本年度は、窒素ドーブ炭素構造の最適化に関してメラミンフォームを窒素含有炭素前駆体として用い、その炭素化挙動に対する脱灰処理の影響、ならびに二酸化炭素賦活の影響を検討した。脱灰処理そのものは試料形態に影響を与えないが、炭素化過程で部分的な溶解を生じさせ、ガラス状炭素が生成した。熔融固着した試料においても比容量の低下は著しくないことが確認された。賦活処理については重量減少の著しい賦活条件においては比容量の低下が著しく、重量減少の少ない条件下では比容量の増加は見られなかった。これらの結果はメラミンフォーム炭における電気二重層容量の発現が、窒素吸着によって求められる比表面積と相関していないことを裏付けている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】キャパシタ、窒素ドーブ、ハイブリッド

【研究題目】エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発（事前調査）／給湯用薄肉樹脂カプセル型潜熱蓄熱器の研究開発

【研究代表者】平野 聡（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】平野 聡（常勤職員1名）

【研究内容】

給湯温度域の蓄熱利用システムを実用化するには、 $80 \sim 120^\circ\text{C}$ 程度の熱源に対し長期的に使用可能な潜熱蓄熱装置を開発するとともに、熱源と熱利用施設との熱的、時間的、位置的マッチングやシステムの最適化を図る必要がある。

そこで、初めに産業、民生、運輸各部門の熱利用の現状と課題を調べ、 $150^\circ\text{C}$ 程度以下の排熱回収利用が依然として十分ではなく、オンサイトでの利用促進とともにプロセス生産や民生部門への熱搬送利用も必要である点、自動車の燃費改善が早急に必要である点、長期的視点に立ち自然エネルギー利用を促進させる必要がある点などを明らかにした。

次に、今後の需要増と導入効果の期待できそうな中温度域の蓄熱利用対象として、低温度差発電、蒸気供給、プロセス給湯、熱搬送給湯、熱併給発電、太陽熱発電給湯、業務用ヒートポンプ給湯、自動車暖機を取り上げ、各システムの蓄熱量や熱交換速度等の典型的な必要諸元、放熱損失低減効果等を明らかにした。

さらに、前述の各システムの普及台数を統計／市場調査資料から推計し、潜熱蓄熱を導入することによる省エネルギー量と炭素排出削減量を見積もり、プロセス給湯システムや太陽熱発電給湯システムで導入効果が大きいこと、我が国全体では原油換算で百万 kl／年程度の省



エネルギー効果と、千 Gg-C/年近くの炭素排出削減効果が期待できることなどを明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 蓄熱、給湯、樹脂カプセル

〔研究題目〕 グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト（グリーン IT プロジェクト）／エネルギー利用最適化データセンタ基盤技術の研究開発／データセンタのモデル設計と総合評価

〔研究代表者〕 関口 智嗣、伊藤 智  
（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 関口 智嗣、伊藤 智、児玉 祐悦、  
中田 秀基、小川 宏高、竹房 あつ子、  
広瀬 崇宏、中村 宏  
（常勤職員6名、他2名）

〔研究内容〕

本研究開発においては、「エネルギー利用最適化データセンタ基盤技術の研究開発」の a) データサーバの最適構成と進化するアーキテクチャの開発、b) 最適抜熱方式の検討とシステム構成の開発、c) データセンタの電源システムと最適直流化技術の開発、の三つの独立したプロジェクトの成果として個別に得られる成果を統合することで、グリーン IT プロジェクト全体の効果として、データセンタにおいて年間消費電力量を30%以上削減することが可能であることを5年目に検証する。

今年度は初年度にあたり、産総研では、データセンタの省エネルギー性を評価できる指標の枠組みを検討するとともに、評価指標の開発と検証を行うためのデータセンタ模擬環境を構築した。データセンタの省エネルギー性を評価できる指標は、データセンタが生み出す生産性（Productivity）とそれに必要となる消費電力量を含むものとし、指標の利用目的に合わせて、精度の異なる複数のレベルで指標を策定することとした。指標は、次のような少なくとも二通りの精度を有する形で策定することとした。一方はデータセンタのハードウェア的な構成によって定まる簡素なもの、他方はデータセンタにおける運用時の状態を反映した精緻なものである。

また、データセンタの模擬環境として導入した装置は、1U サーバ、ブレードサーバ、ネットワークスイッチ、ストレージであり、動作させる業務アプリケーションに合わせて組み方を変更できるよう、ラックのスペースには余裕を設けて設置した。また、運用中の IT 機器の電力量を機器毎に測定できるよう、100 V および200 V のネットワーク対応交流電力計測システムを導入した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 グリーン IT、データセンタ、省エネ指標

〔研究題目〕 グリーンネットワーク・システム技術研

究開発プロジェクト（グリーン IT プロジェクト）／②革新的省エネルギーネットワーク・ルータ技術の研究開発／a) IT 社会を遠望した、情報の流れと情報量の調査研究、c) 社会インフラとしてのネットワークのモデル設計と総合評価

〔研究代表者〕 工藤 知宏（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 工藤 知宏、挾間 壽文、並木 周、  
児玉 祐悦、小林 克志、中田 秀基、  
竹房 あつ子、高野 了成  
（常勤職員8名）

〔研究内容〕

本課題では、現在広く用いられているパケット交換網に加え、光のまま経路を切り替える光パス網やヘッダの単純なルックアップだけで経路切り替えを行うラベルスイッチ網などを組み合わせて省エネルギー型ネットワークを構成する手法と、そのようなネットワークを構築した場合の省エネルギー効果を調査・評価することを目的としている。このために、平成20年度は、トラフィックの量と性質に関して、映像技術および配信サービスによるトラフィックの現状と将来の展望と、インターネット上のトラフィックおよび利用者あたりの接続数の調査を行った。この結果、P2P が依然として多くのトラフィックを占めているが、映像配信サービスに基づくと思われるトラフィックの伸びは大きいこと、利用者が特定の動画系サイトに集中するというサイトの寡占化がすすんでいることが明らかになった。さらに、利用者あたりの接続数は90%の利用者が50接続以内には分布するものと推定されることがわかった。

また、Web ベースのアプリケーションを対象に、トラフィック量、転送レートなどの要求要件をネゴシエーションするプロトコルについて、既存技術を調査した。トラフィックを適切なルーティング方式のネットワークに振り分ける仕組みに関して、フロー単位にルーティングするフロールータの調査を行った。さらにエンドユーザ側で VLAN タグやパケットにマーキングすることで既存技術を用いてルーティングする場合に必要な機能について検討した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 グリーン IT、ネットワーク、省エネルギー、ルーティング方式

〔研究題目〕 インテリジェント手術機器研究開発プロジェクト

〔研究代表者〕 樋口 哲也（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 村川 正宏、坂無 英徳、岩田 昌也、  
樋口 哲也、坂部 史生、荒木 英人  
（常勤職員4名、その他2名）

〔研究内容〕

手術戦略ヘッドクォータ技術に求められる重要な機能

の一つとして、手術室内および術野映像の圧縮保存がある。そこで本研究では、輪郭情報の再現性に優れた静止画像圧縮方式である BTC (Block Truncation Coding) 方式をベースに、その動画像向け拡張や、色空間変換機能の強化、動画像内容に応じた圧縮率の制御を図った。以下具体的に説明する。

#### ○手術映像圧縮ソフトウェアの開発

動画像対応の手術映像圧縮ソフトウェアを作成した。動画像対応するにあたって、入出力形式を Microsoft 社の DirectShow Filter に適合させることで、標準化された方式で、手術室マネージメント情報収集システム等の他ソフトウェアとのデータ交換が可能となった。

また、画像データの符号化処理を高速化する目的で、K 平均法をベースに産総研で開発した技術を、画素のクラスタリング方式として新たに導入した。

#### ○手術映像向け色空間変換フィルタの開発

昨年度に開発した「色空間変換ソフトウェア」をベースとして、RGB 要素毎の量子化テーブルを利用する方式と、RGB 空間の射影変換に基づく方式の2種類の動画像対応色空間変換フィルタを開発した。さらに、手術室マネージメント情報収集システムとのインターフェイスとの整合性を確認した。

#### ○オフライン型動画像内容分析システムの開発

昨年度に検討した CHLAC (立体高次局所自己相関) 特徴量を用いた動画像内容分析手法を用いて、手術映像圧縮ソフトウェアにその分析結果を反映させるためのシステムを開発した。開発したシステムでは、分析の結果通常と判定されたシーンに対するフレームレートやフレームサイズをさげることで、動画像の圧縮率をさらに向上できる。

また、提案手法をマルチチャンネルの時系列データに対しても適用できるように手法を拡張した。これにより、動画像のみならず、1次元の信号系列に対しても異常検出を行うことが可能となった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】手術映像、データ圧縮、CHLAC

#### 【研究題目】戦略的先端ロボット要素技術開発プロジェクト、被災建造物内移動 RT システム (特殊環境用ロボット分野)、閉鎖空間内高速走行探査群ロボット

【研究代表者】野田 五十樹 (情報技術研究部門)

【研究担当者】野田 五十樹、秋山 英久、下羅 弘樹 (常勤職員1名、他2名)

#### 【研究内容】

本研究は、被災した建造物内 (地下鉄、地下街、高層ビルなど) での迅速かつ分散的な方法による情報伝達の高効率化と高精度化が被害軽減活動全体の成否を決定付けるとの観点から、迅速移動・センシング・自律性に優れた RT 技術をこのような特殊環境下における情報収集

に適用し、複数ロボットが被災建造物内を高速に走破・探査できるシステムの研究開発を行う。

複数ロボットの高速走破・探査の実現のために必要な技術は、高速移動メカニズムの開発のみならず、移動体の半自律性、オペレータの遠隔操作のための環境認知と移動行動命令、建造物内での通信と位置計測、GIS (Geographic Information System) への情報マッピング、環境の情報構造化、分散協調など多岐の技術の融合となる。

平成20年度は、ロボットの移動の迅速性を保ったまま、複数台のロボットにより収集されたカメラ画像・レーザスキャンなどのセンシングデータを既存の地図情報に統合するために、ロボットの測位で用いる座標系の不確実性や取得データの位置情報の誤差を許容しつつ、事後にその不確実性や誤差を解消できる枠組みを検討した。その結果を受けて、センシングデータを集約する GIS を拡張し、複数の座標系を許容できる機能を追加すると共に、座標系の修正をインタラクティブに行うためのビューワの開発を行った。同時に、ロボットのスキャン速度に対応できるように GIS のチューニングを行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】災害救助、ロボット、センシングデータ、データベース、GIS、地理情報

#### 【研究題目】ノンフロン型省エネ冷凍空調システムの開発/実用的な性能評価、安全基準の構築/『ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発』の実用的な運転モード及び評価手法ならびに安全基準の構築

【研究代表者】中西 準子 (安全科学研究部門)

【研究担当者】中西 準子、永翁 龍一、吉田 喜久雄、梶原 秀夫、田原 聖隆、江馬 眞、高田 亜佐子 (常勤職員6名、他2名)

#### 【研究内容】

本研究開発課題では、温室効果が高い現在冷媒として使用されている代替フロン類のノンフロン化を図り、この次世代冷媒の適用における機器性能の悪化や、有害性、可燃性、などの安全性の問題に関する課題の解決を図り、ノンフロン化に適切に対応する冷凍空調機器・システム開発を支援することが主たる目的である。

平成20年度には、ノンフロン型冷媒による冷凍・空調システムの製品寿命気候負荷 (LCCP) 評価においては、冷媒の生産や冷凍空調機器のライフサイクル全体での製品寿命気候負荷 LCCP を総合的に評価する手法の開発を行うため、外気温や空調温度、及び空調規模などの運転条件について、国内でのいくつかの想定地域における LCCP 評価のための基礎データを収集した。上記の運転条件データを考慮し、次世代冷媒を適用した冷凍・空調システムの実運転時の LCCP 評価を実施した。

ノンフロン型冷媒の有害性評価においては、次世代冷

媒の大気中での光化学反応によって発生する副生成物について、ヒト健康リスク評価のための有害性エンドポイントとそのヒト無毒性量等の情報を収集整理した。また次世代冷媒の有害性情報についても情報を収集し、ヒト健康に対する無影響量等を調査した。

ノンフロン型冷媒の暴露・リスクトレードオフ評価においては、次世代冷媒の大気中への放出を想定した場合の移流拡散挙動に基づく暴露評価、及び冷媒による対流圏でのオゾン生成による大気汚染由来の健康リスク評価を実施した。また、暴露評価の結果と有害性評価、ならびに燃焼特性評価の結果を考慮し、冷媒の漏洩時と使用状況時における冷媒の室内利用に関するリスクトレードオフ評価を実施する手法の開発を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 冷凍空調機器、冷媒、安全性評価、LCCP 評価、リスクトレードオフ

#### 〔研究題目〕 低 GWP 不燃ガスの噴射剤適用時の暴露評価に関する研究

〔研究代表者〕 永翁 龍一（安全科学研究部門）

〔研究担当者〕 永翁 龍一（常勤職員1名）

#### 〔研究内容〕

本研究開発においては、不燃性噴射剤であるヨウ化トリフルオロメタン（CF<sub>3</sub>I）のリスクの評価に資する暴露評価を実施した。このため、平成20年度においては下記の3つの項目について調査、及び研究開発を行った。

##### 1) 噴射剤の有害性情報の調査

第一に、CF<sub>3</sub>I の有害性に関する試験結果などの情報について、過去に発表されたものから最新の研究成果まで可能な限り幅広く入手することを目的とし、有害性項目（エンドポイント）ごとの有害性の情報の収集と整理を行った。

##### 2) 噴射剤の使用形態に関する情報収集調査

不燃性噴射剤をダストブローとして使用する際の、平均的な使用形態に関する情報収集を行った。これらの情報を利用し、下記3)にて示す噴射剤のスプレー噴射後の流体力学的な挙動の解析実施のため、噴射剤の閉鎖密閉室内における平均的な暴露濃度の推定のための基礎データとした。

##### 3) 噴射剤濃度の流体力学的な予測ツールの構築

スプレー噴射された噴射剤の、噴射後の流体力学的な挙動を解明した。特に、スプレーから噴射された後の噴射剤の移流・拡散挙動に注目し、噴射剤の濃度の空間的・時間的変化を、数値流体力学的手法に基づき評価した。さらに、閉鎖空間内における噴射剤の壁面による反射についても解析を行った。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 噴射剤、安全性評価、有害性、使用実態調査、流体力学解析

〔研究題目〕 化学物質の最適管理をめざすリスクレ

#### ードオフ解析手法の開発／リスクトレードオフ解析手法の開発

〔研究代表者〕 吉田 喜久雄（安全科学研究部門）

〔研究担当者〕 吉田 喜久雄、東野 晴行、蒲生 昌志、恒見 清孝、岸本 充生、梶原 秀夫、堀口 文男、林 彬勲、岩田 光夫、小野 恭子、井上 和也、石川 百合子、牧野 良次、内藤 航、篠崎 裕哉、加茂 将史、山本 譲司、高井 淳、川本 朱美、荒沢 弘子、飯野 佳世子、手口 直美、蒲生 吉弘（常勤職員16名、他7名）

#### 〔研究内容〕

ヒト健康や生態へのリスクが懸念される化学物質を代替する際に生じる被代替物質と代替物質のリスクの変化を科学的・定量的に推定し、代替の費用対効果を分析する「リスクトレードオフ解析手法」を開発している。平成20年度は、以下の研究開発を行った。

- 1) 排出シナリオ文書ベースの環境排出量推計手法の確立  
洗剤（工業用）とプラスチック添加剤の2用途群を対象に、排出寄与が大きいライフステージを特定し、排出量推計式のプロトタイプを構築した。
- 2) 製品から直接暴露等室内暴露評価手法の確立  
室内暴露量推定ツールのプロトタイプを構築するとともに、生活・行動パターンの Web アンケート調査と解析を行った。
- 3) 環境動態モデルの開発  
大気、河川及び海域生物蓄積の各モデルのプロトタイプを構築し、目標の推定精度をほぼ確保したことを確認した。
- 4) 環境媒体間移行暴露モデルの開発  
土壌、植物及び家畜の各環境媒体間移行モデルのプロトタイプを構築し、目標の推定精度をほぼ確保したことを確認した。
- 5) リスクトレードオフ解析手法の確立  
反復投与毒性試験データを基にデータマイニングを試行し、ヒト健康に係る有害性推論アルゴリズムの骨格を作成した。また、生活の質（QOL）でヒト健康リスクを比較する手法を検討した。さらに、基本データセットを基に生態毒性の種の感受性分布推論手法の初期的なプロトタイプ手法を開発し、影響を受ける種の割合で生態リスクを比較する手法を検討した。
- 6) 用途群別リスクトレードオフ評価書の作成  
洗剤（工業用）とプラスチック添加剤について代替シナリオを選択し、開発中の手法とモデルを用いて、予備的なリスクトレードオフ解析と社会経済分析を実施した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 リスクトレードオフ、排出シナリオ文書、

環境動態・暴露モデル、有害性推論

**【研究題目】** ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクター化・曝露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

**【研究代表者】** 中西 準子（安全科学研究部門）

**【研究内容】**

工業ナノ粒子を材料として、キャラクター化手法とその校正手法開発を確立することにより信頼性と再現性を確保しつつ、有害性試験に供する工業ナノ粒子の分散調製と有害性試験とその試料の解析、暴露評価を行い、これらに基づきリスク評価の実施と適正管理のあり方の提言を行うことを目的とし、昨年度に引き続き、以下の研究課題について研究開発を行った。

①分散・調製技術開発では、有害性試験へキャラクター化された分散試料を供給するため、ナノ粒子の気中及び液中への分散・調製技術開発、またフィルタ捕集効率の評価手法の開発を行った。②工業ナノ粒子のキャラクター化手法の開発として、暴露評価や有害性評価試験の信頼性と再現性の確保に資するため、気中、液中及び生体試料中でのナノ粒子の計測とその校正手法の開発を行い、有害性試験からの試料解析に適用した。③工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発として、室内モデル試験及び使用事業所の調査を行うとともに、これらに基づき排出シナリオの構築と暴露評価を行った。④工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発では、工業ナノ粒子の分散試料を用いて、経皮暴露試験とインビトロ有害性試験の実施、生体組織・培養細胞における影響プロファイル作成、全身影響の観点からの有害性評価手法の開発、及びヒト影響への外挿・評価のための検討を行うとともに、共同実施者により吸入暴露試験を実施した。⑤工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理の考え方の構築では、有害性試験を実施すると共に、現在得られている有害性および暴露の情報から、暫定的なリスク評価書の作成を行った。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** 工業ナノ粒子、分散・調製、計測、校正、キャラクター化、排出シナリオ、環境動態、暴露評価、有害性評価、リスク評価、リスク管理、社会受容性

**【大項目名】** ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクター化・曝露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

**【研究題目】** 工業ナノ粒子のキャラクター化手法の開発／分散系調整技術開発

**【研究代表者】** 中西 準子（安全科学研究部門）

**【研究担当者】** 遠藤 茂寿、内田 邦夫、石田 尚之（環境管理技術研究部門）、島田 学、奥山 喜久夫、汪 偉寧

（広島大学）、

大谷 吉生、瀬戸 章文（金沢大学）  
（常勤職員3名、他5名）

**【研究内容】**

気中分散系調製技術開発では、多層カーボンナノチューブ（CNT）を対象として、吸入暴露による有害性試験への適用可能な気中分散・調製技術を開発した。噴霧発生装置の改良と条件設定、懸濁液性状の影響の検討等により、既往の乾式分散法よりも優れた分散状態の多層CNTエアロゾルを得ることに成功した。多層CNTは繊維状粒子であるため、平成19年度までに検討した金属酸化物ナノ粒子及びフラーレン（C<sub>60</sub>）とは懸濁液の調整条件が大きく異なることが判明した。以上の知見を含めて調製仕様・手順案をまとめた。

液中分散系調製技術開発では、金属酸化物ナノ粒子及びC<sub>60</sub>を対象に広範囲な有害性試験要件に対応可能な水分散系調製法を確立し、中項目E158-4での*in vivo*有害性試験へ適用した。また、多層CNTを対象に、同様に長さを5 μm以下に調整した水系分散液調製法を検討し、本課題での気中分散系調製技術開発用いとともに、気管内注入による有害性試験へ適用した。以上の知見を含めて分散液調製仕様・手順案として取りまとめた。

工業ナノ粒子のフィルタ捕集効率評価手法の開発と評価では、スーパーグロース法で生成した単層CNTを液相分散後、噴霧乾燥することで、電気移動度径50～150 nmの範囲でエアロゾル状態の試験粒子を得ることに成功し、そのフィルタ捕集効率の評価を行った。また、気相流動触媒CVD法による多層CNT試験エアロゾル連続発生装置を開発し、直径10～25 nm、長さ～2 μm程度のエアロゾル状態の試験粒子発生に成功した。ISOCD29463-3及びJIS9908をベースに、工業ナノ粒子に対するフィルタ捕集試験方法に関する手順書を取りまとめた。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** 工業ナノ粒子、気中分散、液中分散、調製技術、フィルタ、金属酸化物、フラーレン、カーボンナノチューブ

**【大項目名】** ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクター化・曝露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

**【研究題目】** 工業ナノ粒子のキャラクター化手法の開発／媒体中における工業ナノ粒子のキャラクター化手法の開発

**【研究代表者】** 中西 準子（安全科学研究部門）

**【研究担当者】** 榎原 研正、桜井 博、高畑 圭二、佐藤 佳宏、矢部 明、衣笠 晋一、高橋 かより、加藤 晴久（計測標準研究部門）、瀬戸 章文、河野 正道（先進製造プロ

セス研究部門)、  
山本 和弘、牧野 雅 (計測フロンティア研究部門)、  
田尾 博明、中里 哲也、佐藤 浩昭、  
稲田 征治、田村 守孝、根岸 信彰、  
平川 力 (環境管理技術研究部門)  
(常勤職員12名、他7名)

#### 【研究内容】

気中粒子計測の試験・校正技術開発では、サイズ分布・質量濃度測定に対する試験・校正手順書を改訂するとともに、電気移動度と粒子質量の同時測定による気中工業ナノ粒子質量濃度測定技術を高精度化し、フローレンに対する適用可能性を実証した。気中粒子オンライン特性評価技術開発では、気中粒子の多元特性同時評価系を多層カーボンナノチューブ (CNT)、フローレン (C60)、すすを含む多種の粒子に適用し、有効密度と光散乱径から粒子種が一定の範囲で識別可能であることを示した。試験用工業ナノ粒子の連続発生技術では、多層 CNT 気中連続発生法の最適化を進め、高アスペクト比の多層 CNT の発生を確認し、中項目 E158-1でのフィルタ捕集効率評価手法の開発へ適用した。

液中粒子計測技術開発では、中項目 E158-4での *in vitro* 有害性評価用の細胞培養液に分散された金属酸化物粒子の平均粒子径と分散安定性を動的光散乱 (DLS) で評価する手順書を作成した。また、NiO、CeO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>については希釈による影響評価、SnO<sub>2</sub>、CoO、SiO<sub>2</sub> (2種)、ZrO<sub>2</sub>、TiO<sub>2</sub> (3種: 形状、表面コーティング等が異なるもの)、Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CuO、コバルトブルーについて平均粒子径と分散安定性試験を行い、これらの結果を中項目 E158-4での *in vitro* 毒性評価に提供した。

電子顕微鏡によるキャラクタリゼーション技術開発では、急速凍結技術を用いた液中試料調整法を検討して最適な電子顕微鏡観察試料作成方法を確定した。また、平成19年度年度までに開発したエネルギー分光透過型電子顕微鏡観察手法を中項目 E158-4での *in vivo* 有害性試験に適用し、NiO、C<sub>60</sub>、多層 CNT を吸入暴露したラット肺について電子顕微鏡観察を行い、工業ナノ粒子の取り込みや時間推移について調査した。

微量試料に対する化学分析技術開発と工業ナノ粒子の体内分布の測定では、C<sub>60</sub>及び酸化 C<sub>60</sub>類の分析精度を向上させ、生体に暴露された C<sub>60</sub>の動態を明らかにした。また、CNT を生体の炭素成分と分別する方法、及び、気管内注入された CNT の肺中濃度を測定した。中項目 E158-4での *in vitro* 有害性試験において生成される主要活性酸素種の測定手法を開発した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、気中粒子、液中粒子、計測・校正、キャラクタリゼーション、フローレン、カーボンナノチューブ

【大項目名】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究題目】工業ナノ粒子の暴露評価手法の開発

【研究代表者】中西 準子 (安全科学研究部門)

【研究担当者】蒲生 昌志、小倉 勇、篠原 直秀、  
小林 憲弘、小竹 真理  
(安全科学研究部門)、  
脇坂 昭弘、伊藤 文之、小原 ひとみ、  
近藤 裕昭、岩上 透  
(環境管理技術研究部門)  
(常勤職員8名、他2名)

#### 【研究内容】

排出シナリオの構築では、カーボンナノチューブ (CNT)、二酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) などの工業ナノ材料の模擬排出試験を行った。また、炭素系工業ナノ材料の製造・使用現場 (5施設) 及び酸化金属系工業ナノ材料の製造・使用現場 (5施設) の環境調査を行った。これらの定量・定性的な排出情報を基礎として、CNT や TiO<sub>2</sub> などを対象に、5類型の排出シナリオ文書を作成した。暴露評価技術の開発では、文献情報やアンケート調査の結果を踏まえつつ、前項における5類型についての排出シナリオをもとに、粒子の量、サイズ、性状等の情報を含んだ定量・定性的な暴露量の推定を実施した。

環境中挙動モデルの構築では、加熱昇華法によって気中に分散させたフローレン (C<sub>60</sub>) の粒子化プロセスについて、走査型移動度粒径測定器 (SMPS) 法とキャピタリーリングダウン分光法による粒径・濃度観測を行い、冷却速度と湿度により二次粒子径が30 nm~100 nm の範囲で変化することを明らかにした。この粒子化プロセスの速度論的解析に基づいた挙動モデルの作成を試みた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、環境動態、暴露評価、フローレン、カーボンナノチューブ、排出シナリオ、ライフサイクル、粒子成長、フローチャンバー

【大項目名】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究題目】工業ナノ粒子の有害性評価手法の開発

【研究代表者】中西 準子 (安全科学研究部門)

【研究担当者】岩橋 均、吉田 康一、堀江 祐範、  
石田 規子、高橋 淳子、藤田 克英  
(健康工学研究センター)、  
中西 準子、蒲生 昌志、小林 憲弘、  
納屋 聖人、岩田 光男、江馬 眞  
(安全科学研究部門)、  
山元 修、山田 七子、足立 孝司

(鳥取大学)、  
 小山 省三、羽二生 久夫、藤井 千文  
 (信州大学)、  
 島田 学、奥山 喜久夫、汪 偉寧  
 (広島大学) (常勤職員8名、他13名)

#### 【研究内容】

経皮暴露による皮膚形態学的影響の評価では、二酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) の経皮暴露実験を重ね、電子顕微鏡観察に主軸を置いて標本数を増やし形態学的に観察した。その結果、細胞に大きな変化はなく、生細胞領域に TiO<sub>2</sub> 粒子は観察されなかった。これまでの成果をもとに、TiO<sub>2</sub> 経皮単回暴露による皮膚急性影響の形態学的評価手順書を作成した。

生体影響プロファイルの作成・評価手法の開発では、*in vitro* 試験では、約30種類のナノ粒子について生体影響プロファイルを充実させた。これにより、ナノ粒子のタンパク質吸着性、イオン化、細胞内移行が、生体影響に重要な因子であることを明らかにした。また、評価手法のマニュアル化を進めた。*in vivo* 試験では、ストレスマーカー、遺伝子発現解析等を継続して実施した。

工業ナノ粒子の全身影響の観点からの有害性影響評価法の開発では、多層カーボンナノチューブ (CNT) をマウスの皮下に移植後1~6か月の時点での皮下組織の病理学的解析を行い、対照試料である酸化ニッケル (NiO) 及び結晶性二酸化ケイ素との差違を認めた。また、同じマウスから血液を採取し、T 細胞表面 CD 抗原の検出を行った。さらに、血中サイトカイン濃度について検討した。

吸入暴露試験装置の開発では、中項目 E158-2で気中分散させた多層 CNT エアロゾルを用いた吸入暴露試験を実施した。エアロゾルの輸送系と計測系を検討し、生体暴露試験容器に供給される多層 CNT エアロゾルの濃度が試験実施期間中安定であることをモニタすることが可能となった。容器中の多層 CNT は、幾何平均長さを 1.1 μm 程度に、4週間の試験期間の平均質量濃度を 0.37 mg/m<sup>3</sup> に維持することができた。

有害性評価試験結果の外挿に関する研究では、フラーレンについて、本課題での有害試験及び既往文献を解析し、気管内注入試験の吸入暴露試験への外挿法の検討を行った。また、引き続き、選定したバイオマーカーについて本課題での有害性試験への適用を検討した。

#### 【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、有害性評価、気管内注入、経皮暴露、二酸化チタン、フラーレン、カーボンナノチューブ、バイオマーカー

【大項目名】ナノ粒子特性評価手法の研究開発／キャラクタリゼーション・暴露評価・有害性評価・リスク評価手法の開発

【研究題目】工業ナノ粒子のリスク評価及び適正管理

#### の考え方の構築

【研究代表者】中西 準子 (安全科学研究部門)

【研究担当者】中西 準子、本田 一匡、蒲生 昌志、岸本 充生、小林 憲弘、小倉 勇、篠原 直秀、納屋 聖人、岩田 光夫、塩沢 文朗、花井 莊輔、江馬 眞、米澤 義堯、高井 亨、斎藤 英典、谷口 慶、カザウイ 理香  
 (安全科学研究部門)、  
 水野 耕平 (ナノチューブ応用研究センター) (常勤職員10名、他8名)

#### 【研究内容】

工業ナノ粒子の詳細リスク評価では、二酸化チタン (TiO<sub>2</sub>)、フラーレン、カーボンナノチューブについての、リスク評価書の暫定版を作成した。有害性評価では、既存文献情報と本研究開発で行った試験結果を、整理・解析した。暴露評価では、室内試験結果及びこれらの物質の製造・使用事業所での実態調査、また、製品の生産・開発動向を検討した。これらの結果に基づき、今後の暫定版評価書の改訂・作成方針の検討を進めた。また、成果や情報の発信と意見の収集を目的として、2008年4月に NEDO、OECD との共催で国際シンポジウムを開催した。

ナノテクノロジーの社会的受容性に関する研究では、ナノテクノロジーの使用が明記されている消費者製品に関する情報の収集を継続するとともに、一般人に対する4年間のアンケート調査の結果と解析を報告書としてまとめた。それらの結果をもとに、工業ナノ粒子が適用されるナノテクノロジーのガバナンスに向けた提言をまとめた。

#### 【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業ナノ粒子、リスク評価、暴露評価、有害性評価、リスク管理、社会受容性、

【研究題目】新エネルギー技術研究開発 バイオマスエネルギー等高効率転換技術開発 (先導技術開発) 総合調査研究

【研究代表者】匂坂 正幸 (安全科学研究部門)

【研究担当者】匂坂 正幸、工藤 祐揮、林 彬勤、岩田 光夫、北川 直美、李 正国  
 (常勤職員4名、他2名)

#### 【研究内容】

この研究では、「バイオマスエネルギー先導技術研究開発」で進められている技術開発による地球温暖化への影響をライフサイクルで評価するもので、その成果は、先導的技術開発における各プロセスの課題や改善点を見つけ出し、プロセスの改善と併せて、バイオマスの有効活用となるシステム提案を目指すものである。

初年度である平成20年度は、先導的技術開発の各課題を開発実施者からヒアリングし、製品システムの確定、

システム境界の設定、単位プロセス・基本フロー調査表の作成を行った。さらに、それに並行して、基本流入フローのバックグラウンドとなるインベントリの調査を行った。

また、当該研究開発の最終目標である、既存の化石燃料に比べてライフサイクルでの温室効果ガス排出量半減を評価するための、比較対象となる既存燃料のライフサイクルインベントリデータの妥当性の検討を、公表されているデータベースを基に実施した。

さらに、実用化に向けて別の枠組みで実施されている技術開発の情報にもとづき、そのライフサイクルでの地球温暖化評価を試行し、先導的技術開発に対して情報提供が期待されている。そのため、内外の技術開発情報の収集、分析を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオマス、バイオ燃料、セルロース、地球温暖化、LCA

【研究題目】健康安心イノベーションプログラム／糖鎖機能活用技術開発

【研究代表者】西村 紳一郎（研究ユニット長）

【研究担当者】清水 弘樹、松下 隆彦、  
天野 伸治郎、作田 智美、  
長島 生、東 倫子、八須 匡和  
（常勤職員1名、他6名）

【研究内容】

本研究は、財団法人化学技術戦略推進機構との共同研究にて、動物細胞を利用した糖鎖合成技術を核とし、「平成22年度までにヒト型糖鎖を10 mg レベルで100種類、うち20種類は g レベルで合成する」NEDO プロジェクトである。このうち、細胞法では苦手とする多価シアル酸やフコースの導入などに関して、当研究室で開発した「糖鎖自動合成装置 Golgi™」を用い、我々の担う最終目標として15種類の有用ヒト型糖鎖を10 mg のオーダーで供給することを目的とする。

具体的には、以下の3項目に関して、研究を展開している。

1) Golgi™ で研究展開すべく細胞に投与する糖鎖プライマーの化学変換研究：

これまでは共同研究者らが細胞合成法で利用する炭素数12のアルキル鎖を有するアジド型細胞用プライマーを Golgi™ 用プライマーに変換する化学合成ルートを開発し、その手法を確立させた。そして、難溶性糖脂質に対する糖転移酵素反応促進にシクロデキストリン類の添加が効果的なことを見出した。

2) Golgi™ を用いた糖鎖部連続的再修飾の遂行：

これまで糖ペプチド体が対象であった Golgi™ を本研究に展開出来る様、必要なスペックの変更、調整をおこない、実際に全自動でアルキルアジドをアグリコンとするグルコサミンを原料とし、シアリルルイスX

合成に成功した。

3) Golgi™ に利用する糖転移酵素の調製：

Golgi™ では糖転移酵素を利用するが、現時点で市販されており入手可能な糖鎖末端部分を修飾する糖転移酵素はシアル酸転移酵素（SiaT）、ガラクトース転移酵素（GalT）の2つのみである。そこで市販されていないが利用価値の高いフコース転移酵素（FucT）とグルコサミン転移酵素（GnT）について、その調製と固定酵素化研究を進めている。

本研究課題は、当創薬シーズ探索研究ラボが解散した後も、ゲノムファクトリー研究部門内に設立される糖鎖プロジェクト研究特別チームで引き続き遂行される予定である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖、自動合成装置 Golgi™、ケモエンザイム合成、糖転移酵素

【研究題目】グリーンネットワーク・システム技術研究開発プロジェクト（グリーン IT プロジェクト）における「サーバにおける情報と電力のダイナミックフロー観測技術、電源のアダプティブマネージメントの要素技術及び電源システムの最適設計」に係る調査研究

【研究代表者】山口 浩（エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ）

【研究担当者】山口 浩、福田 憲司、清水 三聡、  
関口 智嗣、児玉 祐悦、馬場 哲也、  
中村 安宏、山田 達司、青柳 昌宏、  
仲川 博、古瀬 充穂（常勤職員11名）

【研究内容】

ブロードバンドの普及や IT 機器の高度化・設置台数の急激な増加に伴い、ネットワークや IT 機器が扱う情報量は増大していることから、IT 機器の消費電力も膨大な量が見込まれ、省エネルギー化が重要課題となっている。特にデータセンタおよびそれを構成するサーバ、ネットワーク機器の消費電力量は急増しており、深刻な課題となりつつある。

このような背景を踏まえ、データセンタにおける IT 機器および電源システムの省エネルギー化に関する開発課題の明確化を図る事を目的とした調査活動を実施した。本調査では、データセンタの電源システム技術、特に、サーバにおける情報と電力のダイナミックフロー観測技術、電源のアダプティブマネージメントの要素技術および電源システムの最適設計の確立に係わる技術動向、技術課題、研究動向等の調査を行った。また、実運用状態のデータセンタにおける消費電力の実測調査を通じて、データセンタの消費電力の状況分析と評価を行った。これらの調査結果に基づき、データセンタにおける IT 機器（サーバ、ネットワーク機器等）および電源システム

(無停電電源装置を含む)の省エネルギー化に向けた技術課題を明確化し、IT 機器と電源システムの連携運用技術が重要である事などを指摘した。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス、環境・エネルギー

〔キーワード〕 情報通信機器、省エネルギー、電源システム

〔研究 題目〕 エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー有効利用基盤技術先導研究開発／情報通信機器用低損失電源基盤技術開発

〔研究代表者〕 清水 三聡 (エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

〔研究担当者〕 井手 利英、中島 昭、奥村 元、大橋 弘通、青柳 昌宏、仲川 博、石井 順太郎、清水 裕公子 (常勤職員7名、他6名)

〔研究 内容〕

本研究開発では、窒化物半導体材料を用いた電界効果トランジスタのノーマリオフ化の研究を進め、低損失動作かつ高速スイッチング動作が可能なノーマリオフ型半導体スイッチング素子を開発することを目的とする。またその為には、窒化物半導体ダイオードの開発、配線損失が少なく放熱特性の良い実装技術の開発、及びスイッチング電源での実用化技術の開発も必要である。よって、①トランジスタ開発、②ダイオード開発、③素子実装技術、④素子モデル技術、⑤レギュレータ回路技術の5サブテーマを設定して研究開発を行った。

① トランジスタ開発

本年度は、AlGaIn/GaN トランジスタの製品化、低コスト化に必要な技術開発を行った。有機金属化合物気相成長装置を用いて、Si 基板上への成長技術を開発し、AlN/GaN 超格子構造を用いることにより、歪の制御が可能なことを確認した。

また、実際に Si 基板上に成長した HEMT 基板を用いて10A 程度の素子を作製した。大電流化には鍍金を用いた。またリセス構造を用いたノーマリオフ動作する素子も作製した。

② ダイオード開発

トランジスタと同様に大電流化を行った。7A 程度の素子を作製した。

③ 素子実装技術

AlN 基板を用いてチップキャリアを製作し、その上に実装を行った。

④ 素子モデル技術

継続し、デバイスシミュレータの解析結果から GaN-HFET 等価回路の構築を行った。また、実際のデバイスの特性からも GaN-HFET 等価回路の構築を行い、両者が一致することを確かめた。さらに、回路

の動作を、等価回路モデルから、数値解析し、実際の実験結果と一致することを確かめた。

⑤ レギュレータ回路技術

市販のノーマリオン形の GaN-HFET を用いて、絶縁型トランスを用いた AC-DC コンバータおよび DC-DC コンバータを作成し、3~5MHz のスイッチング周波数での動作を確認した。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 GaN、スイッチングデバイス、低損失電源

〔研究 題目〕 エネルギー使用合理化技術戦略的開発／エネルギー使用合理化技術実用化開発／インバータ高効率化のための GaN 双方向スイッチの研究開発

〔研究代表者〕 清水 三聡 (エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

〔研究担当者〕 井手 利英、大橋 弘通

〔研究 内容〕

本研究開発では、窒化物半導体材料を用いたゲートインジェクション型の双方向スイッチング素子の開発を進め、マトリックスコンバータや、インバータなどの低損失化を目的とする。そのため①素子モデル技術、②レギュレータ回路技術の開発を行った。

① 素子モデル技術

本年度は、ゲートインジェクション型の素子の動作の詳細を調べるために、まずデバイスシミュレータの解析を行った。また、実際のデバイスの特性の測定環境をそろえるため、双方向素子の測定用のゲート駆動回路を用意し、動作確認を行った。

② レギュレータ回路技術

マトリックスコンバータ等に应用する場合の動作方法について調べた。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 GaN、スイッチングデバイス、双方向素子、マトリックスコンバータ、低損失電源

〔研究 題目〕 高圧流体と反応ガスを用いる高圧マイクロ反応システム開発

〔研究代表者〕 古屋 武 (ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 古屋 武、依田 智、竹林 良浩 (常勤職員3名)

〔研究 内容〕

超臨界二酸化炭素溶媒を用いて、各種原料と反応ガスを溶解してマイクロ空間反応場で協奏的に反応を行わせることにより、反応の暴走を抑制し厳密な反応制御を可能とする、有機溶媒を極力用いない反応システムを開発しようとするものである。そのため、1)有毒かつ環境負荷が高い化合物の相平衡測定技術、2)高圧流体と反応ガ



スの加圧・送液システム開発、3) 高压流体と反応ガスを用いる高压マイクロ反応プロセス開発の各段階で研究を進める。

本年度は、ニトロ化合物の転換反応の例としてカルボニル化反応を取り上げ、超臨界二酸化炭素+アセトニトリル混合溶媒中で、ニトロベンゼンの1段還元カルボニル化反応が進行することを確認した。また、ニトロ化合物のカルボニル化反応触媒の一つである、パラジウムピリジン錯体触媒の超臨界二酸化炭素への溶解度測定を行った。体積可変型試料飽和溶解装置を用いて系統的な測定を行い、40°C、10~25 MPa の圧力範囲において、パラジウムピリジン錯体の溶解度はモル分率で10<sup>-6</sup>以下であることを確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超臨界二酸化炭素・マイクロリアクタ

### 3) その他の収入

#### 一文部科学省 科学研究費補助金一

【研究題目】 リレーショナル化学災害データベース

【研究代表者】 和田 有司 (安全科学研究部門)

【研究担当者】 緒方 雄二、和田 有司、大屋 正明、若倉 正英、茂木 俊夫、加藤 勝美、江淵 輝雄、尾和ハイジック 香吏、阿部 祥子、阿部 則子、内村 紗希 (常勤職員2名、他9名)

【研究内容】

産総研の「研究情報公開データベース (RIO-DB)」の一つとして公開している「リレーショナル化学災害データベース (RISCAD)」の拡充を実施する。更新が遅れている最新事例を中心に、継続的に化学災害事例の収集、解析を行い、キーワードによる分類を行うとともに、過去の主要な化学災害事例について、事故進展フロー図の作成、原因、教訓の抽出を行う。これらを既存の「リレーショナル化学災害データベース」に追加、公開する。平成20年度は、約160件の事例について、化学災害事例の収集を行い、概要文を作成し、キーワードによる分類を行い、「リレーショナル化学災害データベース」に追加、公開した。また、過去の事例を含めて、主要な化学災害事例について、約25件の事故進展フロー図の作成、原因、教訓の抽出を行って、これらを「リレーショナル化学災害データベース」に追加、公開した。

事故進展フロー図の作成は、事故調査報告書等の収集、報告書の内容の精査、事故進展フロー図のたたき台の作成、グループ討議 (複数の人間によって議論しながら解析を行う)、最終版の作成、と単に事例を入力する作業とは異なり、熟練した担当者が複数で数日はかかる作業であるが、人材確保の面で問題が発生したため、平成21年6月まで期間延長が認められた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 産業保安、化学災害、データベース

【研究題目】 G タンパク質共役型受容体の網羅的データベース (SEVENS)

【研究代表者】 諏訪 牧子

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 諏訪 牧子 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、様々な生物種のゲノム配列から、G タンパク質共役型受容体 (GPCR) 遺伝子を網羅的に同定し、総合データベース化する。これには従来から開発している SEVENS データベースに、新規機能解析情報を加えながら、現状よりさらにアクセス数を増大させ、世界的なデータベースとして定着させることを目指している。

GPCR 遺伝子ごとの情報セット (1 レコード) は、生物種、細胞、ゲノム、遺伝子関係性、遺伝子構造、タ

ンパク質構造、物理化学的特徴量の7階層に分かれているが、20年度は、遺伝子構造レベルでは、プロモーターや制御領域情報、タンパク質構造レベルでは立体構造モデリング情報を加えた。このため1遺伝子あたり約250kbのデータサイズになった。

また、現状の遺伝子総数に加え、新たに増大した真核生物ゲノム数に伴い遺伝子数を増加させ、解析情報を追加させた。そのため、生物種数は19年度に比べ、11種類増加し、18,826遺伝子の（データ総量4,674 MB）の情報が増加した。

20年度は、国際雑誌、文科省や経産省の統合DB整備事業などのポータルにもリンクされ、国内、国外（アメリカ、ドイツ、フランス、ブラジル、スペイン、イタリア、台湾）の製薬企業や、政府機関等から月850件程度の非冗長なアクセス数があるようになった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ゲノム、PCR、総合データベース、SEVENS、真核生物

【研究題目】 創発化学の自己組織化的デザイン

【研究代表者】 山口 智彦

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 山口 智彦、西村 聡

（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

本研究では、新たな階層や機能の創発を可能にする創発化学を体系的に理解するための熱力学的基盤の確立を目指す。数理科学的アプローチも援用して、物理/生物/複雑系の領域でなじみの深い散逸構造や創発という抽象概念を分子論的ボトムアップ・プロセスで活用するための基礎的検討を行う。本提案は、階層形成の自己組織化的デザイン（化学と工業54, 1363, 2001）とその実験的検証（*J. Coll. Interface Sci.* 310, 648, 2007）、CREST（茅領域2002-2007）における自己組織化の学理（*Chaos* 15, 047501, 2005）などの研究実績に基づくものである。

本年度は、独自の開発による r-GS モデル（ $U+2V \leftrightarrow 3V$ ：CREST（2002～2007）で開発）の整備をすすめた。従来の非平衡系のシミュレーションでは、系の環境（外界）は変化しないという条件を課するのが一般的であったが、本研究は階層形成を主題とするので、「系が存在することによる環境への影響」と、「環境を介した系自身へのフィードバック」が議論できる階層モデルの構築を進めた。これに伴い、平衡近傍でポテンシャル関数として働くエントロピー生成という熱力学量に加えて、エントロピー流およびシステム全体のエントロピー変化という熱力学的指標を新たに導入した。

この計算モデルを用いて、自己増殖系およびチューリング構造形成系という2つのパターン形成過程について計算を行った。自己増殖系では、パターンの発展とともに

に系のエントロピー生成は増加し、システム全体のエントロピーも増加した。これに対し、チューリング構造形成系では、これらの熱力学的指標は全く逆の振る舞いを示した。まだ計算途中ではあるが、系内のエントロピーを環境に捨てる場合でも、環境から系内にエントロピーが流入する場合でも、系内でパターン形成が創発される条件のあることが示唆される。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 自己組織化、分子デバイス、計算科学

【研究題目】 健康影響が懸念される PM2.5 粒子状物質のわが国風上域での動態把握

【研究代表者】 兼保 直樹（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 兼保 直樹（常勤職員1名）

【研究内容】

産業技術総合研究所においては、PM2.5計測器（TEOM）および粒子状カーボン濃度計（R&P5400）を整備し、長期運転のためのテストを行った後、国立環境研究所が長崎県五島列島の福江島に設置した観測小屋に配備した。また、もう一台のTEOMを福岡県福岡市の郊外にある福岡大学に配備し、これらの測定器により、3月初旬よりPM2.5濃度および粒子状カーボン濃度の長期観測を開始した。

国立環境研究所は、多環芳香族炭化水素類の粒径分布を測定するため、アンダーセン・ハイボリウム・エアサンプラーの調達および試運転を行った。福江島に観測機器を設置するための観測小屋の仕様を決定し、2月下旬に完成をみた。この福江島の観測小屋および沖縄辺戸岬の大気観測施設において、3月17日よりハイボリウム・エアサンプラーおよびローボリウム・エアサンプラーを用いた集中観測を行い、長距離輸送が卓越する春季のエアロゾルをフィルターサンプルとして日毎に捕集した。

名古屋大学は、独自に開発してきたレーザーイオン化個別粒子質量分析装置を用いて2006年春に沖縄本島で観測されたエアロゾルの質量スペクトルを新しい手法を用いて解析を進めた。大陸から飛来したと考えられるエアロゾルの中に鉛などの人体に影響のある重金属が含まれていることを見出した。質量スペクトル中に含まれる重金属成分の組成および気塊の後方流跡系解析に注目し、これらの放出起源を推定した。鉛含有の大気エアロゾルの起源は、石炭燃焼起源、産業廃棄物燃焼起源などが推定された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 大気エアロゾル、PM2.5、長距離輸送、PAH、重金属、黒色炭素

【研究題目】 3次元ナノ相分離膜構造と高感度分子認識能の動的解析

【研究代表者】 佐藤 縁（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕 佐藤 縁、丹羽 修、吉岡 恭子  
(常勤職員3名)

〔研究内容〕

本研究では、生体分子認識部位を有する分子と非特異吸着抑制分子とで構成する複合単分子層の機能発現と新規機能評価法を提案することを目指している。特定の生体分子を認識する分子(糖鎖分子)と各種非特異吸着抑制材料とで、基板に対し(1)横(水平)方向および(2)垂直方向の3次元の構造制御を行い、分子認識に最適なナノ相分離単分子膜を構築し、生体分子間相互作用を高感度、高選択的に検出するための分子認識ソフトインターフェースを構築し、これまで主に均一な分子層に限られていた膜評価手法を、複合系膜評価法へと展開していく。今年度は、まず、基板上への認識分子・非特異吸着抑制分子からなるハイブリッド膜が生体分子(タンパク質)の高感度認識において有効であることを実証し、この薄膜の有するセンシング能や基本特性について詳細に検討した。糖-レクチン(タンパク質)の相互作用は、抗原-抗体の相互作用などと比較すると大変弱い(解離定数  $KD$ : 糖-レクチン ( $10^{-4}$ ~ $10^{-5}$ 程度)、抗原-抗体 ( $10^{-9}$ 程度)、溶液内ではある程度検出可能であっても基板上での検出は難しい場合が多かった。このような弱い相互作用の系でも、基板上で安定に感度よく検出できる系を構築するため、(1)分子認識部位の膜表面上での効率的な配置、(2)感度を下げってしまう原因となる非特異的吸着の抑制、に関して具体的な検討を行った。これらの知見を元に、次年度以降、新規基板材料の検討、分子認識薄膜の分子層・認識機構の新規評価法の確立等を進めていくための予備的検討にも着手した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ソフト界面、自己組織化膜、分子認識、レクチン、糖、非特異吸着抑制、金表面、表面プラズモン共鳴、電気化学

〔研究題目〕 超分子単分子膜作製と刺激応答素子への応用

〔研究代表者〕 石田 敬雄  
(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 石田 敬雄(常勤職員1名)

〔研究内容〕

本年度は、微弱な光などの刺激を大きく表面で増幅することが可能な高感度な刺激応答単分子膜形成を目指して原子的に平坦なアルミナとITO、さらにスパッタ法で作製した導電性酸化チタン表面にフォスホン酸を有するRu錯体超分子やそのほかの色素などを吸着させ、表面をX線光電子分光法で定量した。フォスホン酸を有するRu錯体分子では酸化チタンやアルミナ上に1時間で高密度な単分子膜が形成できることが分かった。またその成長は単純なLangmuir型ではなかった。それは分子の脱離と多層化の影響のためである。またアルミナ

上でRu錯体の多層膜を形成することにも成功した。またこれらのRu錯体の多層膜の密度は従来に行ったシリコン酸化膜上の同じ分子による膜よりも高かった。またITO上のRu錯体分子膜での光電気化学測定によって光応答の予備実験を行い、光応答があることや、電荷をためる働きがあることが分かった。次年度は電荷の蓄積を利用した高感度な増幅機能の発現に向けて研究を行う。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 表面コーティング、分子素子、自己組織化

〔研究題目〕 ストレスとサンゴ礁の歴史的变化

〔研究代表者〕 鈴木 淳(地質情報研究部門)

〔研究担当者〕 鈴木 淳(常勤職員1名)

〔研究内容〕

地球温暖化、人間居住史、都市化や農林畜産業の構造変化に伴う変化に着目し、数十から数百年で、ストレス要因(温暖化による水温上昇、海洋酸性化、陸域負荷等)の過去からの変遷とサンゴ礁の状態(サンゴ分布の変化、断片化等)を復元し、人-サンゴ礁共生・共存系の変遷・崩壊過程とその要因を明らかにすることが本研究課題の目的である。研究初年度は、研究に適した地域の選定作業を進め、関連情報の収集を実施し、空中写真や土地利用図の存在が確認された沖縄県石垣島とインドネシア・ジャカルタ湾を選定し、利用可能なサンゴ骨格試料の存在を確認した。また、サンゴ骨格試料の誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)による元素分析手法の検討を実施した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 サンゴ、骨格、水温、ストレス

〔研究題目〕 低熱伝導率系熱電材料を用いた環境調和型高出力発電モジュールの開発

〔研究代表者〕 小菅 厚子  
(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 小菅 厚子(常勤職員0名、他1名)

〔研究内容〕

現在、日本の一次供給エネルギーの約70%は廃熱として捨てられている。この廃熱を回収して電気として再度利用する技術が、熱電変換技術である。これまでのところ熱電変換技術は、材料性能の悪さから、非常に限られた用途のみしか実用化されておらず、高性能熱電材料の開発が早急に求められている。近年、材料をナノレベルで構造制御する事で熱電性能が飛躍的に向上する事が明らかになっている。これはナノ構造により、電気的特性は損なわれずに、熱伝導率だけが低減される事に起因している。しかしながら、これまでに研究されてきた材料は、トップダウン的なプロセスによる薄膜・細線形状であり、実際の大容量発電には向かない。本研究では、簡単な相分離を利用して酸化物パルク体中にナノ構造制御

された領域を形成し、熱電性能の高いバルク状酸化物を開発し、環境調和型の熱電モジュール用材料を作製する事を目的とした。簡単な熱処理により、組成と結晶構造が違う2種類のナノロッドが、自己組織化的に格子模様状に配列すると報告されている  $\text{ZnMnGaO}_4$  に着目した。この系は2相がナノレベルで混ざりあった「自己組織化ナノ構造材料」であると考えられる。この系と同じ2相をマイクロレベルで混合した「マイクロ混合材料」も作製し、これらの熱伝導率を比較した。その結果、自己組織化ナノ構造材料の熱伝導率はマイクロ混合材料のそれよりも測定温度範囲全て (300K~973K) において低い事がわかった。さらに、室温の熱伝導率を解析した結果、自己組織化ナノ構造材料の熱伝導率は、マイクロ混合材料よりも低く、さらに理論的に予想される最小熱伝導率を下回る事が明らかになった。この主な原因は、自己組織化ナノ構造材料中に、フォノン散乱の原因となる相界面が増加した事によるものと考えられる。この結果により、ボトムアップ的手法で形成されたこの種のナノ構造が、熱伝導率低減に有効である事を明らかにし、高性能熱電材料開発への可能性を示したといえる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】熱電変換

【研究題目】メカイラリティの揃った単層カーボンナノチューブ単電荷結合デバイスの開発

【研究代表者】上村 崇史

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】上村 崇史 (外来研究員1名)

【研究内容】

単電子トランジスタは、原理的に微小な容量を持つことから、単電荷検出感度のある電荷センサーとしても応用が期待されるデバイスである。電子回路の集積度の向上によるデバイスサイズの微細化によって、究極的に、単電荷によるメモリデバイスや信号輸送デバイスが必要となる。単層カーボンナノチューブ単電子トランジスタの単電荷検出感度を利用して、単電荷メモリの読み出しや単電荷信号輸送デバイスの電荷カウント計 (微小電流計) として単層カーボンナノチューブ単電子トランジスタを動作させることも可能である。

これまでに単層カーボンナノチューブ単電子トランジスタの作製とトンネル抵抗の大きさを変化させることにより、量子ドット内への電荷閉じ込め強度を変化させ、単電子トランジスタ特性と共鳴トンネルトランジスタ特性の可逆的な特性変化を示すことをこれまでに見出し、量子多機能トランジスタと名付けた。この素子を用いて単電荷メモリと高速信号伝達動作を実現できる可能性がある。

本年度は、量子多機能トランジスタ特性のチャンネル長依存性について調べた。

単電子トランジスタ特性から見積もられたゲート容量

は、チャンネル長に比例することがわかった。また、共鳴トンネルトランジスタ特性から見積もられた量子準位間隔は、チャンネル長に反比例することがわかった。これらの結果は、理論から求められる結果と定性的に一致する。

【分野名】ナノテクノロジー

【キーワード】電荷輸送、量子効果素子、単一電子トランジスタ、共鳴トンネルトランジスタ

【研究題目】カーボンナノチューブ冷陰極イオン検出器の開発と極限計測応用

【研究代表者】藤井 俊治郎

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】藤井 俊治郎 (他1名)

【研究内容】

本研究では、カーボンナノチューブ (CNT) 冷陰極電子源を真空エレクトロニクス機器に応用することを目的として研究開発を進めてきた。昨年度までの研究では、多層カーボンナノチューブ (MWCNT) を電子源に用いて、従来の熱陰極型真空計よりも低消費電力の冷陰極型真空計を作製することに成功した。しかし、低真空下では CNT 電子源が短時間で劣化するという問題があった。これを解決するためには、電子源を低電界で駆動させることが必要であり、直径が小さく、電界集中効果が高い単層カーボンナノチューブ (SWCNT) を用いることが有効であると考えられる。MWCNT はすべて金属的であるのに対し、合成した SWCNT には金属的なものと半導体的なものが1:2の割合で存在する。金属・半導体 SWCNT はそれぞれ冷陰極電子源・電界効果トランジスタなどへの応用が期待されているが、金属・半導体 SWCNT の混在はそれらの電子デバイス応用を阻む原因の1つになっている。

本年度は、アガロースゲルを用いた分離法により得られた半導体および金属 SWCNT の電気伝導特性について調べた。熱酸化膜付き Si 基板上に作製した半導体 SWCNT 薄膜の場合、ゲート電圧を変化させるとソース・ドレイン電流が変調され、半導体的な p-type の伝導特性を示した。一方、金属 SWCNT 薄膜の場合、ソース・ドレイン電流のゲート電圧依存性はなく、半導体 SWCNT 薄膜よりも高い導電性を示した。今後、この分離した金属 SWCNT を用いれば、高効率で耐久性の高い冷陰極電子源の作製が可能になると考えられる。

【分野名】ナノテクノロジー・製造・材料

【キーワード】カーボンナノチューブ、電子源、真空デバイス

【研究題目】第一原理シュミレーションによる炭素系物質の脱水素化特性の研究

【研究代表者】香山 正憲、坂本 (原田) 晶子 (ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】坂本 (原田) 晶子、香山 正憲

(常勤職員1名、他1名)

**【研究内容】**

ナノ構造化グラファイトはグラファイトを水素雰囲気中でミリング処理して得られる物質であり、多量の水素を吸蔵する可能性が報告されている。吸蔵された水素は温度700 K および950 K 付近で放出され、高温側の水素放出は試料中の炭素原子と共有結合した水素によるもの、低温側の水素放出は試料の欠陥構造中に弱く結合した水素によるものだと考えられているが、水素放出のミクロなメカニズムは明らかになっていない。本研究では、第一原理分子動力学シミュレーションにより、水素放出のメカニズムを明らかにする。特に、次の3点について検討する。①700 K 付近で放出される水素の起源と放出のメカニズム、②脱水素化過程において鉄原子が果たす役割、③吸蔵されている水素原子間の相互作用。平成20年度は、①、③の課題に取り組み、グラフェンのアームチェアエッジに炭化水素が複数結合したモデル系の第一原理分子動力学シミュレーションを行い、電子状態を調べた。その結果、炭素・水素原子が $-CH$ として結合すると、エッジの炭素原子と水素原子の間に相互作用がほとんどなく、エッジでは5員環が形成された。一方、 $-CH_2$ として結合した場合はエッジの炭素と水素原子は互いに反発し、これにより炭素原子は5員環ではなく3員環をつくるように再結合することが分かった。この傾向は炭化水素が複数結合していても同じであり、エッジ部分の結合状態には、水素とエッジの炭素との相互作用が大きく影響することを明らかにした。また、 $-CH_2$ が複数結合すると、水素原子間の相互作用により  $CH_2$ は激しく運動するなど、水素原子間相互作用とエッジの炭素・水素のふるまいとの関わりを明らかにした。

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** 第一原理分子動力学法、水素吸蔵材料、グラファイト、グラフェン

**【研究題目】** チオレドキシ還元酵素 (TrxR) 阻害剤としての合金による新規抗生治療薬の創製

**【研究代表者】** 小俣 葉

**【研究担当者】** 小俣 葉

**【研究内容】**

細菌類 TrxR に着目し、これに対する抑制剤で哺乳類の酵素を抑制しないものがあれば、効果的な抗生物質になるという仮説の下に、細菌酵素の抑制剤について主に金属化合物に関する研究を重ねてきた。実際に *E.coli* の TrxR を用いたビトロ実験において細菌類 TrxR とともに低濃度の各種金属化合物と基質の Trx を一定時間反応させることにより、Ni(II)、GSTM、AuTPP、Hg(II)、AF が TrxR を抑制することが明らかとなった。MTT アッセイによるミトコンドリア活性測定の結果、同様の条件、濃度ですべての金属化合物は哺乳類細胞に

対して毒性を示さなかった。そこで、抑制剤の抗生薬としての有効性を探るため、各種金属化合物を大腸菌とともに培養し、細菌増殖抑制能を評価した。その結果、GSTM のみが、ほかの金属化合物に比べ、哺乳類細胞に毒性のない濃度で、より高い細菌増殖の抑制を示した。さらに、GSTM の効能を探るため、神経細胞およびヒト血球細胞においてリポ多糖 (LPS) による細胞毒性に対する効果をみたところ、低濃度の GSTM を24時間前処理することにより、その後の LPS による細胞毒性が抑制される結果が示された。一方で、細菌感染による疾患のメカニズムを探るため、LPS を用いた研究を行い、神経細胞に対し低濃度 LPS を処理すると、グルタチオン S トランスフェラーゼの発現亢進によって細胞適応反応が発揮されることを明らかとした。さらに生体内で高い抗酸化効果をもつ亜鉛についても着目し、これについても神経細胞に対しどのような効果をもたらすかを研究している。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** チオレドキシ、阻害剤、金属化合物、抗生治療薬、チオレドキシ還元酵素

**【研究題目】** 輝度の時間的変動を伴う光環境の心理学的及び神経生理学的評価に関する研究

**【研究代表者】** 岡本 洋輔 (人間福祉医工学研究部門)

**【研究担当者】** 岡本 洋輔 (他1名)

**【研究内容】**

輝度の時間的変動に関しては、これまで単一の時間周波数での輝度変動 (正弦波パターン) に対して、その知覚特性や知覚メカニズムが明らかにされてきた。一方、複数の周波数成分によって構成された輝度変動 (複合波パターン) に対しては、周波数スペクトルには含まれない、エンベロープに対応した周期性が知覚されることが報告されているが、その知覚の詳細については不明点が多い。複合波パターンに対する知覚現象は、輝度変動の周波数スペクトルだけではその知覚を正確に予測できないことがあることを示しており、その知覚の検討は人間の視覚系の時間情報処理メカニズムを明らかにする上で重要である。

本研究では、振幅変調パターンのエンベロープ周期に対する検出閾測定及び脳磁界計測の結果から、エンベロープ周期の知覚メカニズムについて考察を行った。

振幅変調パターンのエンベロープ周期に対する知覚感度は、刺激のキャリア周波数が高い場合に低下、つまり、低域通過型の時間周波数特性を示すことが明らかとなった。この結果は、振幅変調点滅光が低域通過型フィルタを経た後にエンベロープ成分が生成されたことを示している。さらに、正弦波状点滅光に対する脳磁界反応は、低周波域 (2-4 Hz) における刺激の時間周波数の増加に伴い増大したが、振幅変調点滅光のエンベロープ周期に対する脳磁界反応にはこのような低周波域での増大は

みられなかった。これは、振幅変調点滅光のエンベロープ情報が高域通過型フィルタの影響を受けていないことを示している。これらの結果は、エンベロープ成分が網膜の低域通過型とそれに続く高域通過型フィルタより後の視覚路で抽出されている可能性を示唆している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】光環境、点滅、時間周波数、振幅変調、知覚感度、脳磁界

【研究題目】前頭葉における系列行為のメカニズムの解明

【研究代表者】仁木 千晴（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】仁木 千晴（他1名）

【研究内容】

「お茶を入れる」「書道をする」といった複数のステップを経た後にゴールにたどりつく系列行為は、人の遂行機能の多くを占める。また、不必要な物品を使用しないためには前頭葉の抑制機能が働いていることが示唆されている。今年度の目標は、系列行為施行中の物品選択における前頭葉の活動を調べることであった。進捗状況としては、健常者を対象として実験を施行し以下の成果をあげた。実験では実物品を用いて実際に系列行為をおこなわせ、その際の脳活動が近赤外線分光法と呼ばれる脳イメージング機器により測定がなされた。課題の遂行に必要な物品（ターゲット物品）に加えて不必要な物品（ディストラクター物品）が提示された。物品は見ただけで行為のスキーマが活性化されるため、ディストラクター物品の行為スキーマは抑制される必要がある。ディストラクター物品提示条件は、ある系列行為をおこなうために用いられる物品一式（例えばお茶入れ用具一式）が提示された条件と、物品同士に何の関連もない、無関連物品群が提示された条件とが設定された。系列行為課題施行中にこれらのディストラクター物品が影響を及ぼすかどうか調べられた。その結果、系列物品一式がディストラクターとして提示された場合は、有意に右上前頭前野の活性化が観察され、無関連物品群が提示された場合は有意に左右の下前頭前野に活性化が観察された。ここから、右上前頭前野は「コーヒーを入れる」といった系列行為レベルの行為スキーマの抑制に、左右の下前頭前野は個別の物品レベルの行為スキーマの抑制に関わっていることが考えられた。この結果は日本ヒト脳機能マッピング学会で発表がなされた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】前頭葉、遂行機能、系列行為

【研究題目】反復接触による視覚情報処理過程の適応的変容の解明

【研究代表者】八木 善彦（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】八木 善彦（他1名）

【研究内容】

人間の視覚情報処理系は、同一の刺激に繰り返し接触することにより、その処理様式を質的に変化させることが知られている。例えば、無意味な線画の反復提示は、その刺激に対する認識速度を速めるだけでなく、その刺激に対する好意度を増加させる（単純接触効果）。本研究の目的は、こうした情報処理の変容が視覚情報処理のどの段階において生起するか、また、具体的にどのような処理の変容によって、行動の変化が生起するのかを解明することである。本年度は、単純接触効果と人間の他の高次視覚情報処理機能である選択的注意との関係を議論するための実験が行われた。すなわち、実験参加者は赤と緑の無意味な線画を重ね合わせて繰り返し提示され、そのどちらか一方、あるいは両方に注意を向けるよう求められた。実験の結果、単純接触効果は、参加者が刺激観察時に注意を向けるよう求められた刺激の形状に対してのみ生起することが明らかにされた。すなわち、参加者が赤い刺激にのみ注意を向けるよう求められた場合には、赤い刺激と同一の形状に対してのみ好意度の増加が認められ、その他の形状（つまり、緑、あるいは緑と赤の重ね合わせ図形）に対して、この現象は確認されなかった。また、赤と緑の線画に同時に注意を向けるよう求められた場合、赤または緑に対する意識的な想起が可能であるにもかかわらず、単純接触効果は重ね合わせ図形に対してのみ生起した。これらの結果は、反復接触による好意度の増加という変容が、注意による選択を受けた刺激に対してのみ生じることを示している。

【研究題目】重度難聴者のための骨導超音波による音の到来方向知覚支援に関する研究

【研究代表者】保手浜 拓也

（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】保手浜 拓也（他1名）

【研究内容】

本研究では、重度難聴者が音の到来方向を知覚するための骨導超音波補聴器システムの構築を目指している。そのために、骨導超音波に対する両耳知覚特性の解明と補聴器で方向定位するための最適な方法を検討する。本年度は、骨導超音波の両耳音響パラメータを制御したときに知覚される音像位置について検討を行った。具体的には、振幅包絡の両耳間時間差（ITD<sub>env</sub>）あるいは両耳間強度差（IID）を制御した骨導超音波の標準刺激に対して、知覚された音像位置を回答させる課題（課題1）および同じ位置に知覚される可聴気導音の両耳間時間差（ITD）あるいは強度差（IID）をそれぞれ調整法により回答させる課題（課題2）の2つ心理実験を実施した。

課題1の結果から ITD<sub>env</sub>（骨導超音波）、IID（骨導超音波）ともに値の変化に応じた音像位置の変化があり、標準刺激として設定されたパラメータに対して頭内の広い範囲の位置を回答していた。課題2においても同様の結果を示すとともに、ITD<sub>env</sub>（骨導超音波）=5.9・

ITD（気導音）、IID（骨導超音波） $=0.58 \cdot \text{IID}$ （気導音）の線形関係が観察された。これらより、ITD<sub>env</sub>（骨導超音波）、IID（骨導超音波）の両パラメータに基づいて骨導超音波の定位が可能であることが示された。ただし、結果から ITD<sub>env</sub>（骨導超音波）と IID（骨導超音波）では定位の難易に差があることが示唆された。ITD<sub>env</sub>（骨導超音波）を手がかりとした定位の難しさを考慮すると、骨導超音波補聴器で定位には IID（骨導超音波）がより有効な手がかりとなりうると考えられた。以上のことから、聴覚が、振幅包絡の知覚に関して、骨導超音波でも可聴音と共通の機能を有することを改めて示唆するものであった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 骨導超音波、両耳知覚、方向定位

【研究題目】 ホソヘリカメムシにおける宿主-共生細菌間相互作用に関する研究

【研究代表者】 菊池 義智（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 菊池 義智

（日本学術振興会特別研究員1名）

【研究内容】

本研究は、ホソヘリカメムシ類において報告されている環境獲得型相利共生系を対象とし、遺伝子レベルでの宿主-共生細菌間相互作用の実態解明を行い、これを通して昆虫における細菌共生系の進化・維持機構の理解を目指している。昨年度までに確立した共生細菌の形質転換系・宿主への再感染系を用いて、今年度は（課題1）GFP 組換え体を用いた宿主体内における共生細菌感染動態の観察、および（課題2）Transposon mutagenesisによる共生関連遺伝子群の大規模スクリーニングを行った。（課題1）：GFP 組換え体を2齢若虫に人工接種し、共生細菌の体内局在を経時的に観察することで共生細菌感染過程の解明を試みた。接種後24時間の観察から、共生細菌はまず盲嚢前部の膨大部に定着し、その後盲嚢へ徐々に感染することが明らかとなった。（課題2）：細菌のバイオフィーム（BF）形成には運動性や基質への接着に関わる遺伝子群が関与しており、それらは共生細菌の共生器官への侵入・定着にも関わっている可能性が高い。そこで、transposon mutagenesis で得られた変異株を BF 形成の有無によりスクリーニングし、得られた BF 形成不全株についてカメムシへの感染能力を調査した。変異株4250系統をスクリーニングし22系統の BF 形成不全株を得、これらをカメムシへ感染させそれぞれの感染率を調査した。その結果、鞭毛形成など運動性に関わる遺伝子変異株（計5株）が全く共生器官へ感染できないことが明らかとなった。このことから、共生細菌の盲嚢への感染には運動性が重要な役割を果たしていることが明らかとなった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 共生微生物、昆虫、進化

【研究題目】 微生物燃料電池システムの高効率化に関する研究

【研究代表者】 石井 俊一（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 関口 勇地、石井 俊一  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

微生物燃料電池プロセスによるエネルギー回収の実用化を目指し、廃水処理プロセスの一次処理槽の排水を、微生物燃料電池にて処理した。微生物燃料電池として、気体状の酸素が電極と直接反応できる空気正極型微生物燃料電池を用いた。750 W の外部抵抗を適用すると、0.3 mA の電流産生が見られた。原水の生物学的酸素要求量（BOD）は約180 ppm であるが、2週間の微生物電池処理で6 ppm まで分解し、BOD 分解率は96%であった。負極のカーボン織布には、バイオフィームが形成され、菌叢解析の結果、Geobacter、Arcobacter、Bacteroidetes などの菌が多数存在する事が分かった。これらの菌が電気産生を担っている可能性が高く、来年度以降は、これらの微生物の電気産生メカニズムを解明し、電気産生速度や効率の向上を目指す。さらに、今回用いたバイオリクターは、電気化学的な解析により、負極反応よりも正極反応の方が遅い事が示唆され、今後は高出力の空気正極の適用も検討していく。また、共生菌の Pelotomaculum thermopropionicum SI 株の鞭毛の導電性を詳細に検討するため、アメリカの J. Craig Venter Institute にて、微細繊維の電流電圧曲線測定用チップによる解析を進めている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 微生物燃料電池、微生物ナノワイヤー、廃水からの電気生産

【研究題目】 4者系の共進化：クリシギゾウムシ・寄生植物・寄生蜂・共生細菌系の適応進化を探る

【研究代表者】 東樹 宏和（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 東樹 宏和

（日本学術振興会特別研究員1名）

【研究内容】

2種の生物間で起こる形質のエスカレーションは、共進化が生物の適応的分化に貢献することを強く示唆する。しかし、現実の生物群集内では多数の種の間で自然選択が働いている。そのため、生物群集において共進化過程が果たす役割を適切に評価するためには、共進化研究の対象を2種系から多種系へと拡張していく必要がある。

そこで本研究では、シギゾウムシ類の一種であるクリシギゾウムシを軸として、その寄主植物・捕食寄生蜂・共生細菌で構成される4者系の共進化ネットワークを解明する。

クリシギゾウムシの幼虫は、生長阻害物質であるタン

ニンを高濃度に含むブナ科の種子を食害する。そのため、このゾウムシは何らかの手段でこのタンニンを克服しなければならないが、昆虫一般について、タンニン分解酵素を生産できるものは知られていない。そこで、ゾウムシ体内に共生する細菌に着目する。現在までに、クリシギゾウムシ体内から、ゾウムシ体内でしか生存できない共生細菌を6種発見している。これらの共生細菌による感染率がゾウムシの個体群や寄主植物によって変化するか明らかにすることで、ブナ科の寄主植物とゾウムシの化学共進化において、第3者である共生細菌が果たす役割を明らかにしたい。

今後は、日本各地において進めているゾウムシの採集を継続し、地域や寄主植物の種類によって共生細菌による感染率が変化するか明らかにする。その上で、タンニンを高濃度を含む寄主植物を食害するゾウムシ系統で感染率の高い共生細菌を特定し、その機能を明らかにする。まず、ゾウムシに抗生物質を投与することで、特定に細菌を除去したゾウムシの処理区と、抗生物質を投与しないコントロール区を設定し、タンニンを添加した餌を与えた際の生存率や幼虫成長率を比較する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 昆虫、共生、共生細菌、共進化

【研究題目】 メタゲノム及び進化工学的手法によるリグノセルロース系廃棄物の微生物分解

【研究代表者】 宮崎 健太郎 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 Bidyut Ranhan Mohapatra、  
宮崎 健太郎 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

リグノセルロース系のバイオマスの酵素分解の効率化を目指し、初年度は、とくに高機能β-グルコシダーゼの創出を目的に研究を行った。まず、活性の高いβ-グルコシダーゼを好冷性細菌由来のものに求め、遺伝子の合成を行った。アミノ酸配列をもとに遺伝子合成を行う際に、天然の配列と大腸菌のコドン使用頻度を加味した設計を行い、両者間で発現量の比較を行ったが、大腸菌を用いた発現レベルでは大きな違いがないか、やや天然配列の方が高い活性を示した。次に、発現プラスミドを保持した組換え大腸菌をβ-グルコシダーゼの基質である X-glc 存在下、様々な温度でコロニー形成させ、活性発現の程度を確認した。その結果、25℃では活性を示したが、30℃、37℃と温度が高くなるにつれて活性の低下が見られた。このことにより、好冷性細菌由来である酵素の特徴となっている低い安定性を確認できた。本研究では、この好冷性細菌由来の高活性型β-グルコシダーゼの安定性を高めることであるが、現在、β-グルコシダーゼ遺伝子へのランダム点突然変異の導入 (エラーブローン PCR 法) を行い、20,000クローン程度からなる変異ライブラリーの作成を完了した。今後、本ライブラリーのスクリーニングにより、耐熱化変異酵素の取得と

酵素解析を行う予定である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 β-グルコシダーゼ、好冷菌、進化分子工学、耐熱化、機能改変

【研究題目】 新規ガーネット型高速リチウムイオン伝導体の単結晶育成と固体-固体界面の制御

【研究代表者】 阿波加 淳司

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 阿波加 淳司、秋本 順二

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

リチウムイオン二次電池における安全性および信頼性の更なる向上を目標に、全固体型のリチウムイオン二次電池に関する研究が盛んに行われている。本研究では、全固体電池のキー・マテリアルである固体電解質のうち、特に、ガーネット関連型構造をもつリチウムイオン伝導体の構造・物性の解明を目指して研究を行っている。この化合物群は、高いリチウムイオン伝導性と優れた化学的・電気化学的・熱的安定性をもつため、全固体電池の固体電解質として期待されている。

これまで報告されてきたガーネット関連型リチウムイオン伝導体は全て立方晶系に属しているが、平成20年度は合成条件の検討を行い、新たに正方晶系に属するガーネット関連型リチウムイオン伝導体を見出し、その多結晶試料、および単結晶試料の合成に成功すると共に、結晶構造の詳細を、単結晶 X 線回折データおよび粉末 X 線/中性子回折データを用いて決定した。交流インピーダンス法により、リチウムイオン伝導性を評価し、立方晶ガーネット関連型リチウムイオン伝導体との相違点を構造・物性相関の観点から明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 固体電解質、ガーネット関連型リチウムイオン伝導体、単結晶構造解析、リートベルト解析

【研究題目】 全身の触覚情報を触原色に基づき提示することを特徴とする人型ロボットの遠隔臨場制御

【研究代表者】 多田隈 理一郎

(知能システム研究部門)

【研究担当者】 多田隈 理一郎 (他1名)

【研究内容】

本年度は、産業技術総合研究所において、前年度に米国で製作した、ヒューマノイドロボットの遠隔臨場制御 (テレプレゼンス) を目的とするロボット制御用の触覚ディスプレイの実証試験を、モーションキャプチャ miniBIRD と液晶ディスプレイ上に提示した CG による VR システムにおいて行った。



さらに、製作した触覚ディスプレイに基づく、人間の中枢神経系における視触覚情報処理の解析手法を、2次元 VR 内部の物体の輪郭の上に複数のドットを配置して、そのドットを正規分布に従いランダムに移動させるという方式を用いることで、新規に開発し、その手法により、人間の指先のみならず、有毛部皮膚の触覚情報も、最尤法型モデルに基づいて中枢神経系において視覚情報と統合的に処理されていることを科学的に解明した。それに加えて、上記のモデルに基づき、有毛部皮膚の触覚の解像度を、腕を動かして物体に触れるというアクティブタッチにおいて検出した。また、物体の輪郭の上に配置したドットにより、有毛部皮膚の触覚を可視化する技術も開発した。

今後は、実験により検証された「アクティブタッチ時の有毛部皮膚における触覚の解像度」に基づく、より高密度な触覚ディスプレイを開発し、ヒューマノイドロボットの遠隔臨場制御に応用する予定である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ヒューマノイドロボット、テレプレゼンス

【研究題目】非相反位相型光アイソレータの高機能化に関する研究

【研究代表者】庄司 雄哉（ネットワークフォトニクス研究センター）

【研究担当者】庄司 雄哉（JSPS フェロー1名）

【研究内容】

シリコン細線導波路は、本光アイソレータの小型化に向けて重要な役割を果たす。しかし、導波路作製時にできる側壁荒れによる伝搬損失増加の影響が大きい。そこで、導波路の作製プロセスと側壁荒れが生じる原因について詳細な検証を行った。これにより、作成したシリコン細線導波路の伝搬損失は改善され、昨年度以前が 38 dB/cm であったのに対し今年度では 18 dB/cm が得られた。一方、このシリコン細線導波路を用いて光アイソレータの基盤となるマッハツェンダー干渉計を作製し評価した。波長スペクトルから得られる消光比は最大で 28 dB であり、昨年度動作実証に成功したシリコン光アイソレータの消光比 21 dB よりも大きく、その特性改善が期待できる。また、シリコン導波路による偏光分離素子の開発を行った。非相反移相型光アイソレータは通常のタイプであると TM モードでの動作となる。今後、一体集積回路化に向けた偏光無依存動作を実現するために、光信号を偏光によって分離して処理し再度結合する偏光ダイバーシティの導入が必要とされている。今回、シリコン光導波路を用いて偏光分離素子の試作と評価を行った。結合長 950  $\mu\text{m}$  程度において TE モードと TM モードの分離動作が得られた。このときのクロストークとして -10 dB を得た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】シリコンフォトニクス、光アイソレータ

【研究題目】低電圧動作強誘電体ゲート不揮発 FET 作製プロセスの研究

【研究代表者】高橋 光恵

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】高橋 光恵（常勤職員1名）

【研究内容】

当該年度は、SiO<sub>x</sub> 低誘電率遷移層を含めた絶縁層全体の換算膜厚が小さくかつデバイス特性のよい MFIS FET を作製することを目的として、洗浄済みの素子分離パターン付 20 mm 角 Si 基板を酸化処理後に窒化処理することでチャネル領域上に酸窒化膜を形成した。この実験のために平成 18 年度に導入した超清浄減圧アニール装置を用いた。酸窒化膜の形成条件を変えた Si 基板上に同一条件で Pt/SBT/HfO<sub>2</sub> 積層を製膜し、MFIS FET を多数作製した。これらの電気的特性を評価した結果、ドレイン電流-ゲート電圧特性において酸化のみ、窒化のみ、または、処理なし、のいずれの場合よりもサブスレッショルドスウィング値を小さくできる酸窒化の条件が得られた。この条件により作製された MFIS FET は 5 V 以下の低電圧動作時にも広いメモリウィンドウを示し、MFIS FET の膜厚方向の微細化に有効であることが分かった。また、MFIS FET のゲート長 1  $\mu\text{m}$  以下の微細化のためには ICP ドライエッチング装置によりゲートスタックを形成し、自己整合的にソース・ドレインのイオン注入を行うことが有効であることが分かった。

なお、当該年度はリフトオフ等、MFIS FET 作製の後工程に必要なエッチングチャンバードラフト装置を購入して電極パッド形成のための電子ビーム蒸着装置と同じクリーンルーム内に設置したことで、MFIS FET の作製をより効率的に行うことができるようになった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】強誘電体、不揮発、低電圧

【研究題目】木質材料の高機能化を可能とする超音波振動付加薬剤含浸・圧密技術の開発

【研究代表者】三木 恒久

（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】三木 恒久、杉元 宏行、金山 公三（常勤職員3名）

【研究内容】

本研究では、持続的利用が可能であり、大気中の二酸化炭素の固定も可能な木質バイオマスの「材料」としての利用拡大のために、木材・木質材料の高機能化を可能とする超音波付加含浸・圧密技術の開発を目指す。そして、既存の含浸技術と比較して薬剤含浸量の向上が可能である超音波振動数や振動振幅、雰囲気温度などを変化させた実験的検討を行う。また、超音波振動を付加した圧密化技術に関して、超音波の作用下における木材の変

形挙動の変化ならびに木材の乾燥や熱処理によって導入された木材構成分子の不規則な絡み合い（不安定状態）の解消への効果について検討する。さらに、含浸と圧密化の両方のプロセスを複合した、例えば積層強化木などの製造における超音波付加工の有用性についても検討する。この技術開発によって、既存技術によって得られる様々な木質材料の高機能と高品質化が実現でき、工業材料としての木材・木質材料の可能性を拡大できると考えられる。

本年度は、上記の目的の下、木材の微細構造変化によって生じる熱的变化を捉えるために、示差走査型熱流測定装置（DSC）を用いて、薬液含浸処理や圧密処理工程で生じる、水分飽和状態および乾燥時の昇・降温速度をパラメーターとした実験を行った。その結果、水分飽和状態においては、昇温過程において特定の温度域から発熱挙動を示すことがわかった。また、その温度域は、昇温直前の降温速度に依存した。この発熱挙動は、材料のポテンシャルエネルギーの低下、すなわち“安定化”を示しており、木材の微細構造が変化しやすい水分飽和状態での測定を行うことによって顕著に生じたと考えられる。一方で、乾燥状態における同様の測定では顕著な発熱挙動を検知することができなかった。

水分飽和状態で行う含浸処理において、試料に温度変化を与えた実験を行い、微細構造変化と含浸性の関連の検討を行う予定である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 木質材料、微細構造変化、超音波振動、含浸処理、圧密加工

【研究題目】 マイクロ流体中での高次構造変化と触媒なき反応速度調整効果

【研究代表者】 山下 健一

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 山下 健一、奥村 奈津子、

Maria Portia B. 永田、石地 友香

(常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

温調式フローセルの整備を行った後、DNA 鎖の2本鎖形成／解離の熱力学解析を、昇温・降温時における反応率の変化とその違いを数学的に解析する方法にて行った。このようなモデル的な系（物理化学的解析方法が確立されている数少ない系のひとつ）の測定を通して、マイクロ流体に特徴的な流れの環境である層流中での化学反応性の変化において、どのような作用が効果をもたらしているのかを探った。その結果、反応が加速する系においては活性化エネルギーの縮小、減速する系においては拡大を確認することに成功した。また、この活性化エネルギーの大きさの変化は、分子の大きさや流速に依存するものであった。この点は、活性化エネルギーの変化が層流によってもたらされていることを支持するもので

あり、層流中での分子の形や配向の変化とそれによる分子と分子の衝突様式の変化を通じ、化学反応速度を調整することができることを示すものである。一方、酵素反応についても検討を行い、層流が酵素反応の効率を変化させる、すなわち反応速度を変化させるメカニズムを明らかにすることができた。一連の酵素反応の段階において、層流は酵素が基質と会合体を形成する効率を変化させ、それに伴って全体の見かけの酵素反応効率を変化させていることが明らかとなった。すなわち、酵素の回転数や反応初速度といった、酵素そのものの化学反応性を変化させるのではなく、酵素と基質の出会いを促進しているということができる。これら一連の研究を通して、層流による化学反応性の変化とは、古典的な化学反応論に関する部分を変化させるのではなく、主に反応に関与する分子と分子の衝突の効率性を変化させることを通じて、全体の反応の効率性を変化させていることが明らかとなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロリアクター、層流、反応速度論

【研究題目】 マイクロチャネルを用いた高温高压水溶液の全自動 pH 測定システムの開発

【研究代表者】 陶 究 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 陶 究、佐藤 敏幸

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

高温高压水とマイクロ空間の利用は、温度圧力操作により多様に変化する溶媒物性の高度な制御に基づく環境調和型の高結晶性金属酸化物のナノ粒子の製造を可能とする。産業化において、所望の粒径や結晶構造等を有するナノ粒子を設計する上で、高温高压水中での金属酸化物の溶解度を支配する pH は、鍵となる重要な物性である。しかし、高温高压という苛酷環境における水溶液の pH 測定装置の開発は、温度圧力の厳密制御、耐食、耐温、耐圧、絶縁等の面で課題を多く残している。本研究では、マイクロチャネルを有する新規な構造の pH 測定用電気化学セルを開発するとともに、pH を迅速かつ自動で高効率に測定するための汎用的かつ先駆的な測定システムの開発を最大の目的としている。

本年度（初年度）は、従来用いられてきた高温高压水の pH 測定装置を用い、高温高压水環境における各種有機酸水溶液の pH 測定を通して、新規セルの開発に向けた課題の洗い出しを行った。また、温度圧力を高度に制御しつつ迅速な pH 測定を行うためのマイクロチャネルを利用した高耐食性高温高压用電気化学セルの構成・デザインについて、セルへの溶液供給用配管、電極、熱電対、加熱保温ヒータの配置や絶縁、圧力シール方法を含めて検討を進めた。これらの結果をふまえて、高温高压電気化学セルの仕様を決定し、セルの開発をほぼ終了した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 pH、高温高圧水、マイクロ空間、ナノ粒子

【研究題目】 ロジウム抽出剤開発のための金属抽出挙動及び溶液錯体構造解析

【研究代表者】 成田 弘一（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 成田 弘一、田中 幹也、森作 員子、高田 佳恵子（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

目標：

ロジウムは産地が偏在しておりその価格も非常に高価である。よって、ロジウム含有製品（自動車排ガス浄化触媒等）からのリサイクルは必須である。現在、白金族金属の分離精製は、塩酸溶液から溶媒抽出により分離する方法が主流であるが、他の白金族金属とは異なりロジウムに対し高分離性能を示す抽出剤は未だ皆無である。そこで本研究では、実用的なロジウム抽出剤の開発を目指す。

研究計画：

HSAB 則、サイズ効果などを考慮に入れた N-二置換アミド化合物の設計・合成、新規抽出剤による塩酸溶液からのロジウムの抽出分配測定、X 線吸収微細構造法などによる構造解析及び界面反応解析を進めながら最適な基本構造を探索し、さらに実用化へ向けた改良を行う。年度進捗状況：

3級アミンにアミド基を2個導入した、N-n-ヘキシルピス（N-メチル-N-n-オクチル-エチルアミド）アミン（HBMOEAA）を合成して、塩酸溶液からの白金族金属（パラジウム、白金、ロジウム）の抽出挙動を調べ、トリ-n-オクチルアミン（TOA）、N,N'-ジメチル-N,N'-ジ-n-オクチル-ジグリコールアミド（MODGA）及びチオジグリコールアミド（MOTDGA）との比較を行った。抽出剤濃度0.50 M-塩酸濃度2.0 M の条件下で Rh（III）の抽出挙動を調べたところ、TOA、MODGA、MOTDGA 系では Rh（III）はほとんど抽出されなかったが、HBMOEAA 系では80%以上の Rh（III）抽出率が得られた。この値は塩酸濃度>1 M における Rh（III）抽出率としては従来にない極めて高い値である。また、同条件下で HBMOEAA は Pd（II）及び Pt（IV）をほぼ100%抽出した。Rh（III）抽出後の HBMOEAA を含む有機相と10 M 塩酸溶液を振り混ぜることで約90%の Rh（III）が逆抽出されたが、Pd（II）及び Pt（IV）は逆抽出されず、Rh（III）の選択的分離が可能であった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ロジウム、溶媒抽出、抽出剤、白金族金属

【研究題目】 位相制御レーザーによる固体表面粒子放

出現象の量子制御

【研究代表者】 大村 英樹

（活性種計測技術研究グループ）

【研究担当者】 大村 英樹

【研究内容】

レーザー光を用いて物質の量子状態や量子ダイナミクスを直接操作し、物性や機能を制御しようとする量子制御（またはコヒーレント制御）に関する研究が近年精力的に行われている。申請者は波長の異なるフェムト秒光パルスを重ね合わせ、その相対位相を精密に制御した位相制御光による異方的トンネルイオン化とそれに基づいた分子配向制御を世界に先駆けて実現し、位相制御光と気体分子との相互作用は位相に強く依存する多彩な量子現象を示すことを明らかにした。位相制御光は従来の光とは本質的に異なった性質を持っているため、光の位相に関わる新しい量子現象の観測、さらに位相制御光を用いた物質制御の新しい方法論を提示できる可能性がある。

本研究課題の目的は、位相制御光と物質との相互作用による量子現象の探索をこれまでの気体分子から固体表面に展開することである。具体的には以下のとおりである。(1) 位相制御光と固体表面および固体表面に担持された分子との相互作用によって引き起こされる量子効果を系統的に探索・分類し、総合的な理解をする。特に、十分に解明されていないフェムト秒パルスによるレーザーアブレーションのメカニズム解明を目指す。(2) 位相制御光を用いた新しい方法論に基づく極限計測手法として、位相制御レーザー支援電界イオン顕微鏡のプロタイプの試作を行う。平成20年度は、光パルス照射下における固体表面からの放出イオンの運動量および放出角度分布の測定を行うことのできる固体表面反応制御用真空チャンバーの作製を行った。固体表面から発生した分子イオンを引き出し電極で加速しその放出角度分布を2次元画像イオン検出器で測定した。また平成20年度は、位相制御光が導入できる電界イオン顕微鏡の試作を行った。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 量子制御、コヒーレント制御、位相制御レーザーパルス、光トンネルイオン化、分子配向制御

【研究題目】 超伝導ナノ細線構造による超高速単一光子検出技術の研究

【研究代表者】 福田 大治（計測標準研究部門）

【研究担当者】 福田 大治、藤井 剛、沼田 孝之、座間 達也（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

量子ドットによる単一光子発生技術や量子光コンピュータの分野では、高精度に単一光子レベルの微弱な光パルスを検出・制御する技術が求められている。本研究では、この検出技術と関連した計測標準技術の実現を目指し、局所的常伝導転移を用いた超伝導ナノ細線構造によ

る超高速単一光子検出技術の開発研究を行っている。平成20年度は、前年度に開発したプロトタイプから単一光子検出に必要な基礎技術の構築を目的とした取り組みを行った。本研究では、高速な動作速度と容易な作成プロセスの観点から、光検出素子の超伝導体としてニオブ (Nb) に着目した研究を行っている。Nb は、磁場侵入長が短いことから力学的インダクタンスが小さく高速化に有利、またジョセフソン接合プロセスを応用することで高品位な超伝導薄膜が作成可能であり光閉じ込め構造にも容易に適用可能などの利点がある。この素子の作成には、電子線描画装置等を用いて線幅が100 nm 及び200 nm、厚さが8 nm の超伝導体極細線メアンダ構造とコプレーナーウェーブガイドラインを構築した。次に、作成した超伝導光検出素子の特性を評価するため、4.2 K 以下で電流電圧特性の測定を行った。その結果、200 nm 幅のデバイスでは、超伝導臨界温度4 K、臨界電流密度 $3 \times 10^5$  A/cm<sup>2</sup>の比較的良好な電流密度を観測した。これは、従来用いられている窒化ニオブ (NbN) とほぼ同等の電流密度であり、50  $\Omega$ インピーダンス読み出しに対しても十分な信号の強度振幅が得られることが期待できる。今後は、光ファイバーと作成した素子を接続し、微弱光パルス照射することで通信波長帯の光子に対する信号特性評価及び量子効率評価を行う予定である。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 超伝導材料、超精密計測、量子効率、超高速、低温検出器

【研究題目】 ヒトの心理生理反応の定量的計測による聴覚の動的処理機能解明

【研究代表者】 添田 喜治 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 添田 喜治、下倉 良太

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究の目的は、ヒトの聴覚情報処理メカニズムに立脚した音環境評価方法を確立することである。今年度は、ヒトの情報処理メカニズムの解明として音圧レベルと周波数に対する聴覚誘発脳磁界反応、実際の音環境評価の例として鉄道車内・駅構内騒音の現状を調べた。

1. 音圧レベルと周波数に対する聴覚誘発脳磁界反応

心理的な音の大きさ (ラウドネス) に重要な音圧レベルと周波数が、ヒトの聴覚野でどのように処理されるか調べた。周波数250、500、1000、2000、4000、8000 Hz の音について、音圧レベルを30、40、50、60、70 dB に変化させ、脳磁界反応を記録した。解析の結果、どの周波数でも、音圧レベルの増加に伴い脳磁界活動強度も増加するが、増加率は1000 Hz 以下と2000 Hz 以上で異なることが分かった。これは、1000-2000 Hz 前後で、聴覚野での音の大きさの処理メカニズムが異なることを示唆している。

2. 鉄道車内・駅構内騒音評価

鉄道は、通勤・通学的手段として多くの人々が利用しており利用時間も長い。鉄道車内・駅構内における騒音暴露による聴力低下や、車内放送の聴き取りにくさ・不快感が指摘されている。しかしその音環境について、改善の指針となる基礎的データが存在しないことから、12鉄道会社36路線で騒音測定を行った。鉄道車内は、地下鉄道が地上鉄道より3-5 dB 騒音レベルが大きく、駅構内は、地下が地上より4-7 dB、島式が相対式より約3 dB 騒音レベルが大きいことが分かった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 聴覚、脳磁界反応、ラウドネス、鉄道騒音

【研究題目】 tRNA アンチコドンの転写後修飾における酵素反応機構の分子の基盤解明

【研究代表者】 沼田 倫征 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 沼田 倫征、大澤 拓生、沼田、英子 (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

tRNA アンチコドン一文字目のヌクレオシド修飾は、コドンの揺らぎと密接に関連しており、正しいタンパク質を生合成する上で極めて重要である。グルタミン酸、リジン、グルタミン、ロイシン、アルギニンに対応するtRNA のアンチコドン1文字目のウリジンは、全ての生物において修飾を受ける。真正細菌ではウラシル塩基5位のカルボキシメチルアミノメチル化もしくはメチルアミノメチル化修飾が確認されている。ウラシル塩基5位の修飾には複数の酵素が関与し、まず、MnmE とGidA が共同的に働くことによって、5位にカルボキシメチルアミノメチル基を付加する。次に、MnmC が、カルボキシメチルアミノメチル基をメチルアミノメチル基に変換することが知られている。本研究では、結晶構造解析と変異体機能解析から、ウラシル塩基5位の修飾メカニズムを解明することを目的とする。これまでに、GidA を精製・結晶化し、SAD 法によって結晶構造を決定した。構造解析の結果、GidA に補酵素 FAD が強固に結合していることが明らかとなった。次に、FAD 結合部位近傍に存在する保存されたアミノ酸残基に変異を導入し *in vivo* における相補実験から、触媒に関わる二つのシステインを同定した。また、ゲルシフト解析から、GidA が tRNA と強く相互作用することを明らかにした。これらの結果から、反応過程において tRNA のアンチコドン一文字目のウリジンは、触媒システイン残基の近傍に配置されることが示唆され、GidA がチミジル酸合成酵素と類似の機構でウリジンの5位を修飾することが推定された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、酵素、核酸、RNA

**〔研究題目〕 遺伝子の発現情報に基づく生命現象の因果性に関する統計解析**

〔研究代表者〕 油谷 幸代

(生命情報工学研究センター)

〔研究担当者〕 油谷 幸代 (常勤職員1名)

**〔研究内容〕**

本研究では、経時的に変化する遺伝子発現の制御システムの解明を目標とし、発現プロファイルデータに既知の生物学的知見を加えて遺伝子間の因果性を推定する統計的手法の開発、及び開発した手法のウェブ公開を行った。具体的には、以下の3項目を行った。

(1) グラフィカル連鎖モデルによる遺伝子間の因果性推定手法の開発と発現プロファイルデータへの適用

グラフィカルモデルの一つであるグラフィカル連鎖モデルを改良し、時系列に沿って明確な区分のできる時期に発現する遺伝子間の因果的関連性を検出する方法の開発を行った。このグラフィカル連鎖モデルを、出芽酵母の細胞周期に関連した発現プロファイルデータに適用し、遺伝子間の因果性推定を行った。

(2) 推定した因果性の評価

数値データとして得られた因果性について統計検定を行い、有意に強い因果性の抽出を行った。さらに、他のデータベースから得られた様々な生物学的知見を元に、推定された遺伝子間の因果関係の正当性評価を行った。その結果、細胞周期関連遺伝子群は長期的制御と短期的制御の2種類の発現制御を受けており、それぞれ染色体周期、中心体周期、細胞質周期と関連していることが示唆された。

(3) 開発した手法のウェブツール化

本研究によって、確立した統計的手法をプログラムパッケージとして開発した。さらに、開発したプログラムパッケージを遺伝子相互作用推定サーバーに組み込み、ウェブ上での公開を行った。特に、大量データの解析に耐えるようにハイパフォーマンスのサーバーを完備し、様々な分野の研究者がストレスなく解析を行うことができる環境整備を行った。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生命情報工学、バイオインフォマティクス、発現プロファイル、ネットワーク推定、グラフィカル連鎖モデル、遺伝子間相互作用

**〔研究題目〕 クロロフィル c2増感太陽電池の開発**

〔研究代表者〕 王 暁峰 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 王 暁峰

**〔研究内容〕**

ナノ構造を有する半導体電極  $\text{TiO}_2$  と  $\text{ZnO}$  にクロロフィル c2とその誘導体を吸着させ、電極の表面にクロロフィルの集合性、電子移動率、キャリアの寿命などを調べて、葉緑素増感型太陽電池を構築した。特に、 $\text{TiO}_2$

系の葉緑素増感型太陽電池では、エネルギー変換率6.6%を達成した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ナノ構造、クロロフィル誘導体、葉緑素増感型太陽電池

**〔研究題目〕 熱負荷制御による系統周波数調整に関する研究**

〔研究代表者〕 近藤 潤次 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 近藤 潤次 (常勤職員1名)

**〔研究内容〕**

目標：

出力変動が激しい太陽光・風力発電の導入により懸念される電力系統の系統周波数変動問題への対策として、需要家が所有する電気温水器等の熱負荷の消費電力を制御することを検討する。この制御による電力系統への適用効果の数値解析、および可制御熱負荷の試作・運転を実施する。

研究計画：

自然エネルギー発電の出力変動による電力系統の周波数変動量の解析と、提案する熱負荷の消費電力制御による周波数変動抑制効果を、数値計算により定量的に示す。また、提案する熱負荷制御法の要求性能を満たす、周波数変動測定装置を開発する。そして、開発した周波数変動測定装置を組み込んだ熱負荷を試作し、その動作検証を行う。

年度進捗状況：

電気温水器群に自律的周波数調整を行わせた際の風力発電導入可能量増分を、北海道を例とした数値計算により定量的に評価した。まず、電気温水器群が周波数調整を行わない従来の場合では、風力発電を250 MW 分導入すると、1年間で最大0.45 Hz の周波数偏差が生じるという結果になった(今回用いた北海道の電力系統モデルでは、周波数偏差が実際よりも多少大きくなる傾向がある)。これに対して、17万台の電気温水器(現在の普及台数の約7割)が自律的周波数調整を行った場合、風力発電を675 MW 分導入しても、1年間の最大周波数偏差を0.35 Hz に抑えられるという解析結果を得た。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽光発電、風力発電、出力変動、電力系統、周波数変動、熱負荷

**〔研究題目〕 自己テンプレート法を用いたナノ構造制御による酸化亜鉛色素増感型太陽電池の開発**

〔研究代表者〕 細野 英司 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 細野 英司 (常勤職員1名)

**〔研究内容〕**

本研究では、 $\text{ZnO}$  のナノ構造を制御し、色素増感型太陽電池用の電極として適した構造を作製することで、

変換効率の向上を目指している。ナノ構造制御の手法として自己テンプレート法を用いたナノ構造制御を行うことが大きな特徴である。自己テンプレート法とは、ナノ構造体形成物質として、金属有機塩の豊富な種類と多様な分子性結晶構造に注目し、金属塩を析出させ、その結晶構造に由来するナノ構造制御を行い、これを熱処理することによって金属塩の構造を維持したナノ結晶多孔質酸化物を得る手法である。この手法により、種々のナノ構造体の作製に成功している。自己テンプレート法によって得られた多孔質膜を用いた色素増感型太陽電池により、 $\text{TiO}_2$ にはまだ及ばないが、 $\text{ZnO}$ を用いた太陽電池としては比較的高い変換効率を達成している。今後、さらなるナノ構造制御を進めると共に、色素、電解液等の研究と合わせることで、変換効率の向上が期待される。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノ構造、酸化亜鉛、色素増感型太陽電池

【研究題目】3次元タービン翼列の非定常流れの能動剥離制御

【研究代表者】松沼 孝幸（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】松沼 孝幸（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、航空推進用ジェットエンジンや発電用ガスタービンで広範に利用されているタービン翼列の性能向上のため、タービン翼列の負圧面側にアクチュエータを取り付けて、境界層の剥離を能動的に制御することを目的としている。平成20年度は、既存実験風洞の測定部の改良およびアクチュエータ関連装置の製作に力を注いだ。具体的な内容は、1. アクチュエータを取り付けるための3次元タービン翼列（静翼ディスク3組）を設計・製作した。翼形状の設計に当たっては、アクチュエータの設置場所や形状の変更に柔軟に対処できるように工夫した。また、新型翼列を設置するために、風洞外筒用のスペーシングを設計・製作した。2. 実験用タービン翼列に適した能動制御アクチュエータを製作した。様々なジェット発生用アクチュエータの候補から、可動部を持たず簡単な構造のDBDプラズマアクチュエータを選出し、本実験に適した仕様と設置方法を検討した上で、アクチュエータを設計・製作した。3. プラズマアクチュエータ用の超小型高圧電源を開発した。既存の高圧電源（幅320 mm×奥行350 mm×高さ100 mm、AC100V電源）では、タービン翼列のディスク内部のような狭い設置場所に取り付けることができないため、大きさが幅50 mm×奥行100 mm×高さ30 mm（従来電源の1/75の体積）で、DC12Vバッテリー電源駆動の高圧電源を製作した。4. これらの実験準備を完了した後、タービン静翼に設置したプラズマアクチュエータの動作確認を行い、実際の風洞実験に向けてアクチュエータの基本特性を把握した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】流体工学、ガスタービン、ジェットエンジン、タービン翼列、剥離抑制、能動制御、動静翼干渉

【研究題目】組成が均一な層状チタン硫化物の創製と自然超格子構造を利用した熱電特性の向上

【研究代表者】太田 道広（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】太田 道広（常勤職員1名）

【研究内容】

廃熱を電力として回収できる熱電発電モジュールの高効率化には、高い熱電性能指数（ $ZT$ ）を有する熱電変換材料の開発が不可欠である。高い $ZT$ には、高いゼーベック係数、低い電気抵抗率、低い熱伝導率が求められるが、これらを独立に制御することは困難とされている。そこで、本研究では、異なった機能を有する結晶層を積み重ねた自然超格子構造を持つ層状チタン硫化物（ $(\text{LnS})_x\text{TiS}_2$ 、Ln：希土類、 $x=1.07\sim 1.28$ ）を創製し、ゼーベック係数、電気抵抗率、熱伝導率の独立制御を試みて、高い $ZT$ を達成することを目的とした。

本年度では、自然超格子構造の各層に用いる材料を個別に研究した。まず、二硫化チタン（ $\text{TiS}_2$ ）の合成に関する研究を行った。ルチル型酸化チタン（ $\text{TiO}_2$ ）の粉末を、二硫化炭素（ $\text{CS}_2$ ）ガスを用いて硫化することで、 $\text{TiS}_2$ 単相粉末の合成に成功した。この硫化反応の利点は、大きなギブスエネルギー利得のために、低温かつ短時間で $\text{TiS}_2$ を合成できることにある。次に、自然超格子構造のもう一層に用いる希土類硫化物（ $\text{NdGdS}_3$ ）の粉末を、 $\text{TiS}_2$ と同様に、対応する希土類酸化物と $\text{CS}_2$ ガスの硫化反応によって合成した。この合成粉末を、加圧焼結することで、緻密な $\text{NdGdS}_3$ 焼結体を作製した。 $\text{NdGdS}_3$ は、n型のゼーベック係数を示した。その $ZT$ は、Gd量をわずかに過剰にすることで改善でき、 $\text{NdGd}_{1.02}\text{S}_3$ 組成のときに、 $680^\circ\text{C}$ で $ZT=0.5$ を超えた。この高い $ZT$ の値は、この材料が高温熱電変換材料として非常に有望であることを示している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】熱電変換、自然超格子構造、二硫化チタン、希土類硫化物、硫化反応、加圧焼結、焼結体

【研究題目】原子的に平坦なダイヤモンド（111）表面の大面积形成及びその機能の創出

【研究代表者】徳田 規夫（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】徳田 規夫（他1名）

【研究内容】

2008年度は、原子的に平坦なダイヤモンド（111）表面の大面积形成を目標としている。

(1)直径100  $\mu\text{m}$ 以上のサイズのステップフリー表面

の形成、(2)ダイヤモンド核形成の機構を解明に関する研究を実施した。

(1) 目的のサイズを達成するために新しくマスクを製作し、成長条件の最適化を行った。その結果、マイクロ波プラズマ化学気相堆積法を用いて、メタン/水素比を0.02%以下にすることで、約 $100 \times 100 \mu\text{m}^2$ の原子的に平坦なダイヤモンド(111)表面の形成に成功し、課題(1)を達成した。しかし、成長丘が形成されることがあり、平坦面の成功率は10%以下であった。そのため、原子間力顕微鏡及び透過型電子顕微鏡を用いて、その成長丘の原因及び成長機構の解明を行った。その結果、その原因は螺旋転位であることが分かった。現在は、螺旋転位の原因及びその抑制方法を探索している段階である。

(2) ステップフリー表面上への核形成及び島成長を、メタン/水素比を0.05~0.5%と制御することでその表面上にダイヤモンドの核形成を可能にし、複数の島を形成することに成功し、課題(2)も達成した。この構造は“ナノメートルスケールのものさし”として適用可能であると考えられる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造・環境・エネルギー

【キーワード】 ダイヤモンド、半導体デバイス、長さ標準

【研究題目】 窒化物系半導体トランジスタのノーマリーオフ・低オン抵抗

【研究代表者】 井手 利英 (エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

【研究担当者】 井手 利英 (常勤職員1名)

【研究内容】

窒化物半導体トランジスタによる低損失のスイッチング素子実現を目的として、電子ビーム描画を主とした微細加工技術の導入によるノーマリーオフ化、低オン抵抗化に関する研究を行った。ノーマリーオフ化にはリセスゲート構造を用い、しきい値電圧制御の実現を目指した。低オン抵抗化には、多数の微細孔の形成による低コンタクト抵抗化、短ゲート長化、短ゲート・ソース長化による低チャネル抵抗化、による低抵抗化の実現を目指した。

(1) ノーマリーオフ化

ノーマリーオフ化についてはプラズマ表面処理とリセスゲート構造について検討した。リセスゲート構造については、塩素ドライエッチングによりリセス構造を形成し、ゲート電極下部の AlGa<sub>N</sub> 厚を5 nm 以下とすることでゲートしきい値電圧0.0~+0.5 V とノーマリーオフ化が実現できた。一方、N<sub>2</sub>プラズマ表面処理ではゲート制御ができず、CF<sub>4</sub>プラズマ表面処理では MIS ゲートの場合にエッチング作用によりしきい値が若干増加する効果は得られたがプラスのしきい値電圧には至らなかった。

(2) 低オン抵抗化

リセスゲートによるノーマリーオフ化と低オン抵抗化を両立させるために短リセス長化を試み、最短0.2  $\mu\text{m}$  のリセス長でのノーマリーオフ動作を実現した。ゲート幅50  $\mu\text{m}$  の TEG において最大相互コンダクタンス250 mS/mm が得られた。

(3) リセスゲート構造での高耐圧設計

またこの場合にゲートのドレイン端に発生する高電界を分散して高耐圧を得る手法として、リセス長に比べて大幅に長いゲート電極長をもつ構造を採用することで(例:リセス長0.2  $\mu\text{m}$  に対してゲート金属長1.0  $\mu\text{m}$  以上)ノーマリーオフ、低オン抵抗、高耐圧を全て満たす構造をシミュレーションにて確認することができた。そしてオン抵抗、相互コンダクタンスがリセス長に依存し、短リセス長にすればゲート電極長を長くしても高相互コンダクタンス等の高性能が維持されることを実験的に示した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 GaN、スイッチング素子、低損失素子

【研究題目】 仮想計算機の遠隔ライブマイグレーションに関する研究

【研究代表者】 広瀬 崇宏 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 広瀬 崇宏 (他1名)

【研究内容】

本研究では、広域分散環境における仮想計算機群の効率的な動的移動に取り組む。高い有用性があるものの、未だ実用化困難とされる遠隔拠点間の仮想計算機の動的移動を、アクセスパターンやネットワーク状態に応じた物理資源のアクセス最適化・再配置により透過的かつ効率的に実現する。遠隔ストレージへの直接的アクセス、投機的なデータコピー、データキャッシュ等の複数のアルゴリズムを、ネットワーク状態や I/O アクセスパターンにあわせて効率的に組み合わせ、かつ仮想マシンモニタおよび仮想計算機には透過的な仕組みで実装する。そして、実環境を模したエミュレーション環境を用いて、さまざまな条件化において適切なアクセス機構を明らかにする。

これまでに、基礎的なプロトタイプを実装して、広域環境をエミュレーションした環境において基本的な有効性を確認した。提案手法は仮想計算機の動的再配置と連動して、仮想ディスクのブロック群を動的に再配置する。今年度の研究においては、この際のブロック再配置アルゴリズムがアプリケーションの I/O 性能に大きく影響することを明らかにした。今後は信頼性と性能の向上に取り組む。提案したストレージシステムの有効性をより実的なワークロードを対象として検証する。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 仮想計算機、ストレージ、マイグレーション、広域分散環境、データセンタ

**〔研究題目〕 ナノ構造電極界面を用いた CYP の電気化学酵素反応制御法の開発と応用**

**〔研究代表者〕** 三重 安弘

(ゲノムファクトリー研究部門)

**〔研究担当者〕** 三重 安弘 (常勤職員1名)

**〔研究内容〕**

目的:

人の体に投与された薬は、主にシトクロム P450 (CYP) 薬物代謝酵素による代謝を受ける。この代謝が適切に行われない場合、薬物が血中に高濃度に滞在することになり副作用が発症する。遺伝子多型による酵素活性の低下や併用薬や併用食品等による酵素活性の阻害が、不適切な代謝の大きな原因と考えられている。そこで、副作用のない治療薬の開発および薬物投与設計のために、研究・開発現場において多くの薬や薬候補化合物に対する CYP の活性計測が必要となっているが、現在の代謝活性計測法は高コストで分析に時間を要するという問題点を有している。本研究では、低コストで迅速な測定が可能な電極 (電気化学) 法を利用した新しい CYP の活性計測ツールを開発することを目的とする。

研究計画:

電極を電子供給基質として CYP 酵素を活性化し薬物代謝反応を計測することは通常の電極では困難であるため、電極界面に酵素反応駆動に適したナノ構造を構築することで、目的を達成する。すなわち、種々のナノ構造界面電極を作製し、これら界面上への CYP 酵素の固定化と電極反応計測を検討する。

年度進捗状況:

本年度は、アミノ基、カルボキシル基やポリエチレングルコール基を有する親水性のチオール分子と芳香族環やアルキル基を有する疎水性のチオール分子を用いて、親水的なドメインと疎水的なドメインを有するナノ構造界面を有する電極を作製し、CYP 分子の固定化と電気化学応答を検討したところ、疎水性ドメインに CYP 分子が安定に固定化されることを見出した。また、電極から CYP へ電子を供給して酵素反応を駆動するためには、アルキル基よりも芳香族分子により構築された疎水性界面構造が有効であることも明らかにした (電流応答で10倍以上の差が観測された)。さらに、単離精製された CYP 酵素だけでなく、簡易調製試料 (CYP 分子が脂質膜に結合した状態のマイクロソーム試料) に対しても電極により薬物代謝反応を進行させることに成功し、電極を利用した安価かつ迅速な薬物代謝計測への応用の可能性が示された。

**〔分野名〕** ライフサイエンス

**〔キーワード〕** 電気化学駆動、ヒトシトクロム P450、マイクロソーム、薬物代謝活性、ナノ構造界面

**〔研究題目〕 不安定化塩基対に選択的に結合する新規**

**低分子リガンドの開発**

**〔研究代表者〕** 小島 直

(ゲノムファクトリー研究部門)

**〔研究担当者〕** 小島 直 (常勤職員1名)

**〔研究内容〕**

目標、および研究計画:

遺伝子が外的環境因子等によって損傷を受けると、遺伝子上では損傷塩基に由来する不安定な塩基対が形成される。このような本来の塩基対とは異なる不安定化された塩基対の多くは、通常は修復酵素により修復されるが、修復されない場合にはそれらは遺伝子変異の原因となつて、種々の疾病を誘起する。そのため、こうした不安定化塩基対を検出する手法の開発は、遺伝子変異が原因となる疾患に対するリスク評価を行う上で重要な役割を果たすと考えられる。本研究課題では、このような遺伝子上に生成した不安定化塩基対に共通する構造を認識して選択的に結合するリガンドの開発を目指す。

年度進捗状況:

開発するリガンドは、損傷塩基などによる不安定化された塩基対を排除して結合する化合物である。そこで芳香族化合物を基本骨格としたリガンドの分子設計を行った。芳香環の分子サイズ、極性の違いにより塩基対間への挿入のし易さ、結合の強さが異なると予想された。さらに、二本鎖 DNA のリン酸ジエステル基と静電的な結合を形成してより安定な結合が可能となるように、陽電荷基を芳香環の両側に導入することを計画した。研究計画初年度である本年度では、上記分子設計に従い、新規芳香族誘導体の合成を達成した。現在オリゴヌクレオチドを用いて、合成したリガンドの不安定化塩基対への結合能の評価を行っている。

**〔分野名〕** ライフサイエンス

**〔キーワード〕** 遺伝子損傷、ミスマッチ塩基対、損傷塩基、低分子化合物

**〔研究題目〕 細胞膜動態を解析するための新規機能性マイクロ電極の開発**

**〔研究代表者〕** 平野 悠

(ゲノムファクトリー研究部門)

**〔研究担当者〕** 平野 悠 (常勤職員1名)

**〔研究内容〕**

目標:

本研究では、走査型電気化学顕微鏡 (Scanning ElectroChemical Microscope SECM) をベースとしたバイオイメージングにおいて、細胞動態を解析するための高感度機能性マイクロ電極を開発する。具体的には、マイクロ電極に酵素を固定化し、細胞が受けた障害を一細胞単位で評価することを目指す。さらに、低温下で測定可能な SECM を開発し、細胞が低温下で受ける障害を評価する。

年度進捗状況:



SECM は微小な電極をプローブとし、試料表面に接近させて2次元的に走査することによって表面の局所領域における電気化学反応を検出・誘起することが可能なシステムである。また、電気化学測定では、電極へ酵素を固定化することで、酵素の機能を利用して選択性を向上させることが可能である。今年度は、電極へ固定化する酵素および固定化法の検討を行い、電気化学測定を用いて、細胞が障害を受けた際に放出される細胞内物質の検出を実現した。さらに、プローブであるマイクロ電極の走査方法を複数組み合わせることで、測定系を安定させた独自の制御技術を構築し、温度制御機構を導入した新しい SECM システムの開発を行った。上記の SECM システムを利用することで、24時間以上連続して細胞を観察可能になり、低温下 (4°C) の細胞が一定の状態を保った後、急激に膨潤して破裂する様子を観察することができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 走査型プローブ顕微鏡、走査型電気化学顕微鏡、電気化学、細胞

【研究題目】 ロドコッカス・エリスロポリスが生産する抗菌活性物質とその遺伝子の解析

【研究代表者】 北川 航

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】 北川 航 (常勤職員1名)

【研究内容】

菌株保存機関から80株以上のロドコッカス (*Rhodococcus*) 属細菌を収集し、系統的に多様な試験菌20株に対しそれぞれの抗菌活性を調べた。その結果多種多様な抗菌活性を示す *Rhodococcus* 属細菌の存在が明らかになった。その数は30株以上にのぼり、全体の40%程度と高い割合であった。この結果から *Rhodococcus* 属に多様な抗菌物質生産菌が存在することが改めて確認され、本属細菌が新規抗菌物質とその合成系遺伝子の資源として非常に有望である事を示した。これまでにロドコッカス・エリスロポリス (*R. erythropolis*) には抗菌活性の異なる3つのグループが存在していることを確認しており、これらのグループをそれぞれ Group I, II, III としてそれぞれの研究を進めた。まずこれらの計15株について16S rRNA 遺伝子配列を調べたところ、全株同一の配列を持つことが明らかになった。これらはグループ間でも抗菌活性を示すが、この結果から全く異なる抗菌活性を有しているこれらの3グループが確かに非常に近縁な同一種であり、激しい種内競争が起こっていることが確認された。次に Group I の抗菌活性株からの抗菌物質の取得を行った。活性菌を液体培養し、培養上清を濃縮、HPLC 分析を行った。その結果254 nm のモニター波長において抗菌活性を示す1つのピークが得られたため、このフラクションを回収して再精製し、精密質量分析及び NMR 解析を行った。その

結果キノリン骨格を有する新規化合物であることを確認した。精製したこの新規化合物が生産株 (Group I の抗菌活性株) と同様の抗菌活性 (抗菌スペクトル) を持つことから、新規抗菌物質であると確認した。これは非ペプチドとしては *Rhodococcus* 属からの初の抗菌物質の発見例である。さらにこの Group I の新規抗菌物質の生合成遺伝子を取得するため、ランダムトランスポゾン法を用いて抗菌活性を失った変異株の取得を試みた。現在までに目的の変異株を複数取得し、その詳細な遺伝子解析を行っている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 抗菌物質、多様性、*Rhodococcus*

【研究題目】 静電場多体間相互作用によるバイオプラットフォームの構築

【研究代表者】 石崎 貴裕

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 石崎 貴裕 (常勤職員1名)

【研究内容】

バイオプラットフォームを構築するためには、静電場を制御した表面を形成することが重要となる。このような表面を形成するためには、自己組織化単分子膜の利用が有効であるが、その自己組織化プロセスを制御する必要がある。自己組織化プロセスを制御するために、シリコン上の有機シラン系自己組織化単分子膜 (Self-assembled Monolayer, SAM) の自己組織化メカニズムに及ぼす反応条件 (末端官能基の対称性、反応温度、湿度) の影響について原子間力顕微鏡 (Atomic Force Microscope, AFM)、X線光電子分光 (X-ray Photoelectron Spectroscopy, XPS)、微小角入射 X線回折測定 (Grazing Incidence X-ray Diffraction, GIXD)、フーリエ変換赤外分光法 (Fourier Transform Infrared Spectroscopy, FT-IR)、水滴接触角測定などを用いて検討した。この有機シラン系 SAM は、形成初期段階で分子同士の分子間相互作用による自己集合により、ドメイン構造を形成することがわかった。さらに、この形成初期段階でのドメイン構造のサイズは、成膜条件の制御により、ナノからマイクロサイズまで制御できることを明らかにした。この結果に基づいて、メチル・アミノ2元有機シラン系 SAM を作製し、ケルビン力顕微鏡やゼータ電位測定により、2元 SAM の表面特性を評価した。表面形状像との比較から、表面電位像中の暗い部分がメチル基に相当し、明るい部分がアミノ基に相当することが明らかとなった。アミノ基末端部の表面電位は、メチル基末端部よりもおよそ50 mV 高い。この表面電位の差は、分子の双極子モーメントに起因する。ケルビン力顕微鏡から分かるように、ドメインサイズの変化によりメチル・アミノ2元有機シラン系 SAM の表面電位の分布が変化した。表面電位のゆらぎが表面特性に及ぼす影響を調べるために、ドメインサイズの異なる

メチル・アミノ2元有機シラン系 SAM のゼータ電位測定を行ったメチル基に起因するドメインサイズの増加に伴い、等電位点を示す pH が大きくなった。これらの結果から、ドメインサイズの制御により2元 SAM の表面電位ゆらぎが制御できることを明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 自己組織化単分子膜、表面電位、生体分子

【研究題目】 miRNA 標的遺伝子スクリーニング系の開発

【研究代表者】 加藤 義雄

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 加藤 義雄 (常勤職員1名)

【研究内容】

2004年にヒトゲノムの概要が発表され、タンパク質をコードする遺伝子の数は従来の予想よりも遥かに少ないことがわかった。ノンコーディング RNA と呼ばれる、タンパク質をコードしない RNA が高等生物に数多く含まれていることが明らかになり、高次生命現象解明の鍵を握ると考えられている。ノンコーディング RNA として最も注目されているのが、マイクロ RNA (miRNA) である。miRNA は22塩基程度の小さな RNA であり、配列依存的に標的 mRNA の翻訳を抑制することで遺伝子発現を抑制している。現時点で数千種類の miRNA が見だされており、これまでの解析から miRNA が生体の発生段階で時期・組織特異的に発現し、細胞の運命を左右することが分かっている。しかし種々の miRNA がどの遺伝子の発現するのかが明らかにならず、また、明らかにするための方法論も確立されていない。本研究では、種々の miRNA における標的配列の同定に資する目的で、生きた細胞内で miRNA の発現を定量的に観測する技術の開発を行ってきた。miRNA が配列特異的に遺伝子発現を抑制する機構を基に、蛍光タンパク質遺伝子の非翻訳領域に miRNA と完全に相補的な配列を挿入したウイルスベクターを構築し、miRNA の発現を生きた細胞内で検出する方法を構築した。筋肉特異的に発現する miR-133について、幹細胞から筋管細胞へと分化する際に発現上昇する miR-133の様子を生きた細胞内でレシオイメージングすることにより定量的に捉えることに成功した。本系は miRNA の標的配列探索にも展開することが可能である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マイクロ RNA、蛍光、スクリーニング

【研究題目】 生物発光を活用した細胞や組織の可視化技術に関する基盤研究

【研究代表者】 呉 純

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 呉 純 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

本研究において、ウミホタルルシフェラーゼ発光スペクトルの制御やルシフェラーゼの化学修飾法を確立することにより、ウミホタル発光系を活用した *in vitro* ならびに *in vivo* での非破壊的な光分析方法を確立する。

研究計画：

本年度は、ウミホタルルシフェラーゼと生理活性物質を連結させ、生理活性物質の定量法や小動物個体内でのがんの可視化条件の最適化を行う。

年度進捗状況：

これまで、ウミホタルルシフェラーゼの特徴に活用したイムノアッセイ技術と個体のイメージング技術開発を進めてきた。1. ウミホタルルシフェラーゼのリジン残基にプロスタグランジン E2 (PGE2) を導入し、低分子生理活性物質 PGE2を検出する競合法を開発した。その結果、ウミホタルルシフェラーゼを用いたことにより、イムノアッセイの高感度化と短時間化の可能性が示された。2. ウミホタルルシフェラーゼは青い光を放出する。そのため、生体内のヘモグロビンの吸収による青い発光量の低減が予想されるため、ルシフェラーゼの糖鎖に近赤外線蛍光色素を導入し、人工的な生物発光共鳴エネルギー移動 (BRET) プローブを作成した。その結果、ルシフェラーゼの本来の青い発光ピクのほか、新たな近赤外線の発光ピクが観測された。次に、この改変ルシフェラーゼとモノクローナル抗体の複合体を調製した。マウスにこの複合体を注入し、モノクローナル抗体ががん細胞に集積していくことを可視化することに成功した。以上、本年度の研究で確立した技術は、臨床検査キット開発やモノクローナル抗体の評価における新しい強力なツールとしての展開が期待されている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生物発光、イメージング、ルシフェラーゼ

【研究題目】 BAF を用いた1細胞レベルでのストレス応答性転写制御可視化システムの構築

【研究代表者】 星野 英人

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 星野 英人 (常勤職員1名)

【研究内容】

1細胞レベルでのストレス応答性転写制御をモニターする系の構築を目標に、必要とされる基本技術開発を行った。昨年度のBAF-Rシリーズに続き、新たにCFPタイプのBAF-Cを開発した。各色のレポーターには同等の輝度が望まれるため、甲虫系の赤では最も高輝度と期待される最新の甲虫ルシフェラーゼの赤色変異体との発光輝度を試験管内並びに細胞内での解析により検討した。その結果、BAF-Cの発光輝度が赤色ルシフェラーゼ変異体より2桁ほど強いことが判明し、甲虫系の赤色ルシフ

ェラーゼ変異体の併用を断念した。標準化発光スペクトルの比較から、次の候補として、BAF-Rを転写レポーターとしてBAF-Cを転写因子の細胞内局在レポーターとする組合せを実験的に検討した。その結果、それぞれのスペクトル成分の分離法と発光強度のバランスの問題については尚課題が残った。酸化ストレス応答性に細胞内分布を介して機能制御される二つの転写因子について、それぞれ細胞質局在ドメインと核局在化シグナルを融合したBAF-Y融合タンパク質を作製し、細胞内局在モデルタンパク質を構築した。一方、eBAF-Yの発現ユニットをインスレーターとloxP配列で入れ籠状に挟んだ直鎖DNA断片を培養細胞に導入し、細胞を薬剤選択してeBAF-Yを高効率に発現する細胞株を複数株得た。因みにこれらの安定発現細胞株では1分程度の露光条件で高倍率の細胞イメージングが可能であった。この細胞はCre-loxPシステムで任意の転写レポーター遺伝子-薬剤耐性カセットと置換可能であり、別途転写レポーターとして選択したストレス応答性発光タンパク質遺伝子カセットを導入するための基盤が得られた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 イメージング、生物発光、ストレス応答

【研究題目】 ウェアラブルセンサによる睡眠の質評価システムの開発とうつ病の早期発見への応用

【研究代表者】 三輪 洋靖

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 三輪 洋靖 (常勤職員1名)

【研究内容】

近年、睡眠障害の増加やメンタルヘルスの低下が社会問題になっており、自分の睡眠状態やメンタルヘルスを簡易に計測する手法が期待されている。本研究では、睡眠状態を評価する指標として「睡眠の質」に着目し、日常生活における生理信号を統合的に解析することで睡眠の質を定量的に評価するシステムを開発することを目標とした。さらに、開発したシステムをうつ病の早期発見システムへの応用を目指した。

平成20年度は、(1) 非侵襲ウェアラブル生体信号計測装置 (SenseWear Pro3 Armband, BodyMedia 社) を用い、健常者2名、精神疾患患者12名に対し、日常生活における生理信号をのべ2000日以上計測した。(2) これまでに開発した睡眠の質得点 (SQS) を拡張し、睡眠を90分ごとのセクションに分割し、セクション内における深い睡眠の割合を短時間睡眠の質得点 (S-SQS) として算出した。さらに、S-SQS が減少傾向の変動を示す標準 SQS 変動パターンと、それ以外の非標準 SQS 変動パターンに分類し、標準 SQS 変動パターンとなる睡眠の割合を標準 SQS 変動率と定義した。(3) これまでに計測したデータおよび新規に計測したデータに対し、S-SQS および標準 SQS 変動率を算出した。その結果、

うつ状態の被験者の標準 SQS 変動率 (平均21.8[%]) は、健常者の標準 SQS 変動率 (平均39.6[%]) よりも低いことが確認された。また、同一被験者 (うつ病患者) であっても、うつ状態が強いうつ期は、うつ状態が軽い非うつ期よりも標準 SQS 変動率が低いことが確認された。また、同様の変化はうつ病患者に顕著に現れ、統合失調症患者には現れなかった。以上より、本研究で提案した標準 SQS 変動率がうつ状態の強さを表すことが示唆された。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 生理信号計測、睡眠、メンタルヘルス

【研究題目】 弾性高分子表面の自己組織化微小しわパターンの外場への応答

【研究代表者】 大園 拓哉

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 大園 拓哉 (常勤職員1名)

【研究内容】

シリコンゴム表面に密着する比較的硬い薄膜表面は側方応力下において固有な空間波長 (200 nm-20 μm) を有するマイクロリクル (シワ) が自発的に発生する。この微小スケールでのメカニカルな不安定性により形成した自発的凹凸構造は、パターンの鋳型、マイクロ流路、細胞の制御培養、光学材料などの幅広い応用が考えられる。本研究の目的は、FIB や EB などのナノリソ技術を用いて微小な凹凸構造の自己組織化をアシストすることで、欠陥のない凹凸構造 (微小凹凸構造) を誘起させ、さらに空間波長と凹凸方向の制御すること、および、その制御された構造の外場応力への応答の調査である。

PDMS ゴムにナノパターンを作製し、その上に様々な材料で硬い層を形成させる: 1) Pt を蒸着、2) エポキシナノ薄膜を別に作っておき、載せる、3) 有機無機ハイブリッド膜を別に作っておき、載せる、という3種類の表面を作製した。その後に1軸の圧縮をかけることで人工トリガーパターンに依存した様々な規則的なマイクロリクルが自己組織化した。つまり、ナノリソの助けを借りることで、欠陥のない、もしくは欠陥の配置を制御したマイクロリクルを誘起させ、さらに空間波長とマイクロリクル方向の制御を行なった。この技術によって、NEMS, MEMS などの微小メカニカルスイッチや薄膜デバイスの応用のための複雑な形状のマイクロリクルを作製することが可能になる。さらにこの結果は自己組織化による自発的な長さスケールを人工的なパターンで制御するという一般的な問題についての代表的な一例となり、広範囲へのインパクトが期待できる結果を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロリクル、自己組織化、非線形、ストライプパターン、自己組織化誘導

〔研究題目〕乱雑磁場中の磁壁運動の理論、数値的研究

〔研究代表者〕松下 勝義

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕松下 勝義 (他1名)

〔研究内容〕

近年、磁気記憶素子への応用を目指し金属磁性体や希薄磁性半導体中での電流駆動磁壁運動が盛んに調べられた。実験で観測される磁壁運動は既存のランダムピン止め中での Ising 型磁壁模型ではうまく説明できず、ピン止めされた磁壁運動と既存の理論とのミスマッチを解決する理論的研究が求められた。

我々は磁壁の巨視的なダイナミクスを記述するとされていた乱雑磁場中の Ising 模型を超え、実験で得られた磁壁速度の電流依存性を再現しうる模型の理論的構築を目指し、微視的にピン止めされた磁壁の電流誘起ダイナミクスを調べ、磁性体中の電流駆動磁壁のダイナミクスの素過程を明らかにする研究を行った。

既存の Ising 模型ではうまく磁壁運動を記述できないことから我々は古典 Heisenberg 模型で磁化構造を記述した。また、電流により磁壁へ印加されるスピントルクは  $s-d$  模型にもとづいて解析した。数値的研究においては Landau-Lifshitz-Gilbert (LLG) 方程式を数値的に Quaternion 法で解くことで古典 Heisenberg 系のダイナミクスを明らかにするほか Monte Carlo (MC) 法による解析をも同時に行い LLG 方程式では到達できない長時間での磁壁ダイナミクスの解析を行った。また、磁壁に及ぼされるスピントルクの評価は一樣スピン流かもしくは有限要素法によりスピン流に対する拡散方程式を解くことで評価した。これらの数値的手法により磁壁運動やスピントルクによる磁壁の構造変化などを調べる。三次元ランダム磁場中の磁壁の外場駆動のダイナミクスを LLG に基づくシミュレーションと MC 法で調べ、そのデピニング転移の性質を明らかにした。Heisenberg 模型における磁壁には内部自由度がありその内部自由度と磁壁の変位が結合すること変位に対する粘性が現れる。磁壁変位の粘性項は磁壁のデピニング転移を不連続転移化する、そのため模型の異方性が Ising 型から Heisenberg 型へ変化していくときに連続転移がある異方性の強さで不連続転移へ変化することが分かった。我々はまた、ピン止めされた一次元磁壁のスピントルク駆動運動を調べた異方性が弱い Heisenberg 模型ではスピントルクによりスピン波不安定性が誘起される。そのため磁壁の磁気構造が不安定となる。薄膜、細線等で形状が非一様な場合、磁壁は断面積が小さいところにピンされるが、電流下でそのようなピンされた場合の磁壁の磁気構造がさざ波状の構造に変化することが理論的にも数値計算でも確かめられた。

〔分野名〕ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕スピントロニクス、磁壁ダイナミクス

〔研究題目〕強磁性体ジョセフソン接合を用いた量子コンピュータの理論

〔研究代表者〕川畑 史郎

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕川畑 史郎 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究においては、強磁性絶縁体を用いたジョセフソン接合の量子ダイナミクスの解析を行い、その基礎的物性の理論的予測及び評価を行う。そして、量子コンピュータの構成要素としての可能性を検討する。昨年度、LBCO 銅酸化物強磁性体などの完全偏極強磁性絶縁体を介したジョセフソン接合において  $\pi$  接合が出現することを理論的に予言した。本年度は、その物理的メカニズムを強束縛模型及び転送行列法を用いて解明した。そして、強磁性障壁に対する透過係数のスピン依存性が  $\pi$  接合形成に本質的であることを明らかにした。

さらに、Eu カルコゲナイドなどのスピンフィルター材料を介したジョセフソン効果に関して大規模数値シミュレーションを行った。その結果、スピンフィルター効果のみでは  $\pi$  接合は生じないが、局在電子と価電子との間の軌道混成が大きければ、 $\pi$  接合が実現可能であることを明らかにした。さらに、スピンフィルター材料の膜厚を変化させると 0 接合から  $\pi$  接合へ交互に転移を引き起こすという興味深い新奇現象を見出した。また、超伝導電極が高温超伝導体の場合にも拡張を行い、その動作温度が金属超伝導体に比べて大きく向上することも分かった。

以上により、強磁性絶縁材料は量子コンピュータの構成要素として極めて有望であるということが明らかとなり、本研究の目標は達成されたと考える。なお以上の成果に関して、本年度は二件の国際会議（イギリス、つくば）において招待講演を行った。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕量子コンピュータ、強磁性絶縁体、スピントロニクス、ジョセフソン素子、巨視的量子現象、グリーン関数法

〔研究題目〕高度好熱菌 tRNA を耐熱化する硫黄化修飾機構の解明

〔研究代表者〕嶋 直樹 (バイオメディカル情報研究センター)

〔研究担当者〕嶋 直樹 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

RNA 分子に多彩な機能を与える修飾塩基の生合成は未解明な部分が多く、修飾塩基の機能解析のため解明が待たれる分野である。高度好熱菌 tRNA を耐熱化する働きをもつ硫黄化修飾の生合成を解析した。生合成因子を同定し、その組換えタンパク質を調製し反応機構を明らかにした。まず、硫黄キャリアタンパク質 TtuB のグリシン残基 (65位) が活性化酵素 TtuC によりアデニル

化される。次いでシステインデスフルラーゼ IscS (又は SufS) により硫黄化され、チオカルボキシレート TtuB-COSH が生成される。TtuC の保存されたシステイン残基 (192位) は、他の硫黄化合物の生合成では必須とされているが、意外なことに tRNA の硫黄化には必須ではなく反応機構の微妙な差異があると考えられる。その後 TtuB-COSH の硫黄原子は TtuA により tRNA に導入される。また TtuC の遺伝子破壊株はチアミンやモリブデン補酵素などの硫黄化合物の生合成もできない。そこでこれらの硫黄化合物の生成に用いられる3つの硫黄キャリアタンパク質の硫黄化実験とその立体構造モデルの構築により、TtuC はこれら3つのタンパク質の硫黄付加にも関与していることを明らかにした。以上により、この複雑な分子基盤の詳細と、生体内の硫黄化合物の生合成系の機能的、進化的関連性を明らかにし、論文報告した。

また細胞内での TtuA と TtuB の転写の様式を調べた。両者はゲノム上で隣り合っており、単一の mRNA として転写されていることを RT-PCR 法により確認できた。両者の発現量が同等のレベルになるように制御されていると推測でき興味深い。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 RNA、タンパク質合成、生合成、補酵素

【研究題目】 環境関連電気化学デバイスのための錯体系電極酸化触媒の開発

【研究代表者】 山崎 真一

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 山崎 真一 (常勤職員1名)

【研究内容】

電気化学的酸化プロセスは有害な酸化剤を使わないクリーンな酸化プロセスであり、環境・エネルギー分野において大きな関心を集めている。特に C2以上の化合物の電気化学的酸化プロセスは有害物質のセンシング及び除去・電解合成・燃料電池などへの利用が国内外で精力的に研究されている。しかしながら、現状の触媒では十分な反応速度を得るためには高い過電圧が必要であり、このことはセンシングにおいては感度の低下・電解合成においては投入電力の増大・燃料電池においては出力の減少などの問題を招いている。以上のことを鑑み、本研究では C2以上の化合物を低過電圧で酸化できる新規な錯体系電極触媒の開発を進めた。この観点から前年度はシュウ酸の C-C 結合を電気化学的に切断できる触媒の開発を行った。本年度はこの触媒の応用として、シュウ酸センシング電極を作製した。この電極により、簡便にシュウ酸を測定することができる。また、本年度も新たな触媒開発に取り組み、より C の数が多い糖類を酸化できる電極触媒の開発を行った。ロジウムの大環状錯体をカーボンブラック担体に担持した電極触媒が低過電圧

で糖類を酸化できることを見いだした。この触媒は幅広い糖類に対して活性を示した。一部のロジウムポルフィリン触媒は白金触媒・金触媒よりも低い反応過電圧で糖類を酸化することができた。これらの特性は、燃料電池のアノード触媒や糖類検出電極に応用する上で重要である。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 電極触媒、錯体化学、C-C 結合

【研究題目】 DNA プログラム自己組織化の触媒応用に関する研究

【研究代表者】 前田 泰

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 前田 泰 (常勤職員1名)

【研究内容】

DNA プログラム自己組織化を触媒に応用し、精密かつ柔軟な構造設計を特徴とする新しい触媒開発システムの構築を最終目標とする。本研究では、微粒子担持触媒を対象として、DNA プログラム自己組織化の触媒調整法としての有効性の実証を目的とする。

本年度は、DNA プログラム自己組織化を用いた触媒調整技術の確立を目的として、異種貴金属微粒子を複合化した触媒構造の作製を試みた。具体的には、Pt-Au 及び Ag-Au の2種類の系について、また担体についても TiO<sub>2</sub> とガラスビーズについて実験を行った。大まかな手順は、①微粒子を DNA で修飾、②DNA プログラム自己組織化による複合化、③粉末担体への担持となる。実験の結果、①において微粒子の種類によって条件を変える必要があったが、それ以降は同じ条件・手順を適用できることが明らかになった。このことは、様々な粒子を同じスキームで取り扱えることを意味しており、本手法が触媒構造調整法として有効であることが確認できた。

作製した触媒は酸素プラズマにより活性化される。これまでに活性化効果が認められたのは、短時間の処理を多数回行う処理であったが、これは非常に手間のかかる作業なので、手順の見直しを行った。具体的には、トータルの処理時間を固定して処理回数を減らした。その結果、処理回数を減らすと活性化効果が無くなることが明らかになった。その原因としては、長時間処理による昇温の影響や攪拌不足による処理ムラの影響などが考えられる。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 自己組織化、DNA、触媒、微粒子、貴金属

【研究題目】 有価物回収型排水処理技術の基盤となる細菌硫黄飢餓応答機構の解析

【研究代表者】 羽部 浩 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 羽部 浩 (常勤職員1名)

【研究内容】

ジメチルスルホキシド (DMSO [化学式(CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>SO])

は各種無機物や有機物に対して高い溶解性・浸透性を有するため、有用な有機溶媒として様々な産業において使用されており、国内だけでも年間7000トンの需要がある。特に近年では、微細加工などにより高純度・高品位が要求される電子部品製造分野において、フロンや有機塩素系に代わる剥離剤や洗浄剤として使用されており、5000トン/日程度の洗浄純水と合わさることで多量のDMSO含有排水が発生する。そこで本研究では、単に生物学的排水処理法によりDMSOを分解するのではなく、細菌が有する硫黄代謝メカニズムを上手く制御することで、排水中のDMSOをファインおよびコモディティケミカルズといった有用物質へと変換し、さらにこれら有価物を効率良く回収するような資源循環型廃水処理システムの構築を目指している。平成20年度は、排水中のDMSOを基質として生育可能なシュードモナス属細菌を用いて、DMSOをファインケミカルであるメタンスルホン酸(MSA [化学式(CH<sub>3</sub>SO<sub>3</sub>H)])へと効率的に変換させるための基盤研究を行なった。DMSOからMSAへの変換に関わる酵素遺伝子群に関して発現調節機構を解明した結果、排水中の硫酸イオン濃度の制御がMSAの生産に重要であることが明らかとなった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃棄物処理、有機硫黄化合物、バイオプロセス

【研究題目】電気化学活性団修飾核酸プローブに基づくラベル化フリー遺伝子検出法

【研究代表者】青木 寛 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】青木 寛 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、遺伝子発現を指標とした化学物質の生体評価法の確立のため、検出対象の核酸の蛍光ラベル化が必要な従来の遺伝子検出法に対して、ターゲット核酸をラベル化することなく検出可能な、より簡便な電気化学的遺伝子検出法の開発を目指す。そのため、ハイブリッド形成に伴う立体構造変化に基づき電気化学信号が変化するプローブ核酸の開発を行う。また、網羅的遺伝子検出のための遺伝子センサのアレイチップ化を試みる。

本年度は、複数のターゲット遺伝子を対象としたセンサアレイの作製を目指し、開発した遺伝子プローブをマルチ電極上に固定し、遺伝子センサアレイチップの研究開発を行った。再現性の高いデータを効率的に収集するため、スパッタ成膜法によりガラス基板上に金薄膜を作製し光リソグラフィの手法を用いることにより、マイクロ電極アレイを作製した。この電極表面上に複数種類の遺伝子プローブを固定するため、キャピラリーに基づくピッチ可変型の微量高集積アレイスポット技術を開発し、1 mm 間隔に配列した96 ch 遺伝子センサアレイチップを作製した。これにより、配列選択的にDNAを電気化学検出することに成功した。本研究の遺伝子プロー

ブのように機能性合成プローブに基づく電気化学遺伝子センサは、従来適切なプローブ固定化技術が未熟であるため高集積に作製することがボトルネックとなり、従ってアレイチップ化が困難であった。今回開発したアレイスポット技術により、蛍光に基づく従来のDNAマイクロアレイ法に対抗しうる電気化学遺伝子センサアレイ開発の道が開けたものと考えられ、本研究成果の意義は大変大きい。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】電気化学測定、センサ、遺伝子、DNA

【研究題目】CFRP 接着構造部材の損傷モニタリングシステムの開発

【研究代表者】遠山 暢之

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】遠山 暢之 (常勤職員1名)

【研究内容】

炭素繊維強化プラスチック(CFRP)製航空機翼は、スキンと呼ばれる表層部にストリンガーと呼ばれる補強材を接着させた構造となっており、疲労荷重によってスキン/ストリンガー接着界面に剥離が発生・進展する可能性が指摘されている。そこで、本研究では航空機翼構造の信頼性を確保し、保守作業の高効率化を実現するための構造ヘルスマニタリング技術を開発することを目的とした。具体的には、航空機翼構造を模擬したCFRP擬似等方積層板製のスキン/ストリンガー接着構造部材を作製し、ラム波によるアクティブセンシング手法を利用して、スキン/ストリンガー接着界面の剥離長さを定量的に検出する手法の開発を行うこととした。

本年度は、対象としたCFRP構造部材の剥離検出に適したラム波モードの選定およびその励起・受信を行う圧電素子最適形状設計を行い、計測条件の最適化を図った。さらに超音波伝播可視化試験を実施することで、一対のラム波励起/受信素子を用いて剥離を検出するための最適な素子配置を選定した。以上によって得られた知見を基に、剥離部を伝播するラム波伝播挙動のモデル化を行い、剥離長さとラム波到達時間を定量的に結びつけ、実証試験を通じて本手法の妥当性を検討した。実証試験の結果、剥離長さの増加に伴って、ラム波の到達時間に明確な遅れが確認された。さらに、得られた到達時間の遅れから剥離長さを計算した結果、10~50 mmの剥離長さに対して誤差2 mm以内の精度で剥離長さを定量評価できることが明らかになった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】非破壊検査、構造ヘルスマニタリング、超音波、剥離、繊維強化プラスチック

【研究題目】フェムト秒顕微拡散反射分光システムの開発と光機能デバイスへの応用

【研究代表者】古部 昭広

(計測フロンティア研究部門)

[研究担当者] 古部 昭広 (常勤職員1名)

[研究内容]

本研究では、実際の動作環境に限りなく近い状態、しかも光散乱の強い光機能デバイスにおける、光誘起高速反応を時間的・空間的に分解して測定するための、フェムト秒顕微拡散反射分光システムを作製し、それを光触媒および色素増感太陽電池デバイスに応用する。このような光機能デバイスの高効率化には、その原理、つまり光誘起化学反応の理解が不可欠である。そのために、高速で進む反応を直接観察することが重要になるが、多くのこれまでの研究では分光実験を行いやすいように調整したモデル試料が扱われており、実際のデバイスに多い光散乱材料を扱えないという欠点がある。さらに実際のデバイスに見られる空間的不均一性を評価するためには顕微測定が必要になる。本提案研究では、この問題・課題を解決するため、顕微鏡下の試料に集光照射した時に拡散反射光として戻ってくる光を検出する新しいタイプの過渡吸収顕微鏡を開発し、実際のデバイスの反応特性を明らかにする。

本年度は、いくつかの光触媒粉末および色素増感太陽電池、有機薄膜太陽電池の測定を行った。可視光応答性光触媒粉末においては、系統的な実験により活性と電荷寿命の良い相関が得られた。色素増感太陽電池に関しては、実際のデバイスの過渡吸収測定に成功し、解放電圧条件での顕微過渡吸収測定を行った。電解質溶液が光-電流変換効率に及ぼす効果を明らかにした。有機薄膜太陽電池の材料について、界面電荷分離過程のダイナミクスを明らかにすることが出来た。以上の研究結果を、いくつかの学術論文および学会にて発表し、積極的に成果発信を行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 超高速分光、顕微鏡、光機能デバイス、過渡吸収、フェムト秒レーザー、太陽電池、光触媒、光散乱体

[研究題目] 超短パルス電子ビームを用いた高出力テラヘルツ時間領域分光システムの開発

[研究代表者] 黒田 隆之助

(計測フロンティア研究部門)

[研究担当者] 黒田 隆之助 (常勤職員1名)

[研究内容]

本研究は、小型電子リニアックにより生成したエネルギー約40 MeV 程度の超短パルス電子ビームを用いて、そのコヒーレント放射により高出力 THz パルスを生成し、EO サンプリング法によるテラヘルツ時間領域分光 (THz-TDS) システムの開発を目指すものである。それにより、レーザーベースの低出力テラヘルツ光源ではこれまで測りえなかった吸収の多い物質の分析や、分析時間の短縮等が期待される。

本年度は、主に高出力コヒーレント THz パルス生成、及び ZnTe 結晶等の EO 結晶を用いた THz 検出のための予備実験を行った。まず、フォトカソード RF 電子銃、及び2本の加速管を用いた小型電子リニアックによりエネルギー約40 MeV、電荷量1 nC 以上の電子ビームを生成し、アクロマティックアーク (2個の偏向電磁石と4個の四極電磁石) により1ピコ秒以下のパルス幅 (rms) を持つ超短パルス電子ビーム生成を行った。そして、生成した超短パルス電子ビームを、90度偏向磁石を用いて電子ビームの接線方向にテラヘルツ (THz) 領域のコヒーレントシンクロトロン放射光パルスを生成した。生成したコヒーレント THz パルスを、低損失の石英窓によって取り出し、軸はずし放物面鏡を用いて、0.1 THz 帯の放射光を約6 mm 程度に集光することができた。更に THz パルスを EO 結晶に集光すると同時に、フェムト秒レーザーを EO 結晶にプローブ光として集光し、両者のタンミング測定までを行い、両者のタイミングが十分制御可能であることを検証した。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] テラヘルツ、コヒーレント放射、時間領域分光、小型加速器

[研究題目] 溶液中の大質量陰イオンの負イオンビーム化と二次イオン質量分析 (SIMS) への展開

[研究代表者] 藤原 幸雄

(計測フロンティア研究部門)

[研究担当者] 藤原 幸雄 (常勤職員1名)

[研究内容]

近年、クラスターイオンを二次イオン質量分析 (Secondary Ion Mass Spectrometry: SIMS) における一次イオンビームとして用いることで、高精度かつ高感度な SIMS 分析が可能となることがわかり、Au<sup>3+</sup> (分子量591 u) や C<sub>60</sub><sup>+</sup> (分子量720 u) などを用いた Cluster SIMS に大きな関心が集まっている。

クラスターイオンビーム照射の特徴を一層顕在化させるためには、より原子数が多く、より大きいクラスターイオンを利用することが望ましい。また、マイナスの電荷を有する負イオンビームは、分析試料が絶縁性材料の場合であっても、深刻な問題となるチャージアップが発生しないことが知られており、大質量の陰イオンを負イオンビーム化する技術の開発が求められている。

そこで本研究では、イオン性の化合物を溶液中に溶解し、陰イオンとして存在するイオン種をビーム化する技術に関して研究開発を進めた。今年度は、電離性の化合物を溶媒に希釈し、電離状態のイオン種を気相中に取り出す実験を進めた。具体的には、導電性キャピラリーにマイナスの高電圧を印加した際に放出される負イオン電流を調べ、SIMS 分析に必要なビーム電流値を生成可能であることを確認した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】大質量陰イオン、クラスター、イオンビーム

【研究題目】冷却原子ビーム打ち上げ方式による原子泉型一次周波数標準器の開発

【研究代表者】高見澤 昭文（計測標準研究部門）

【研究担当者】池上 健、柳町 真也、白川祐介  
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

3次的に6方向から負離調の円偏光レーザを照射し、アンチヘルムホルツコイルによって四重極磁場を印加することによって磁気光学トラップを行い、原子泉用の高さ2 m 以上におよぶ超高真空装置内に冷却セシウム原子集団を生成した。この実験のためには、真空チャンバの部品の調達から始めて、コンポーネントの組み立ておよび真空引きを行う必要がある。また、セシウム原子のエネルギー線幅に比べて細い線幅を持つレーザの周波数の高精度制御や、直径1 cm 程度のレーザを6方向から照射することなどが必要である。冷却原子集団生成の次のステップとなる冷却原子ビームの生成では、すでに作製したこれらの実験系を用いる。レーザの周波数やオンオフのタイミングを調整する必要があるが、こうした実験パラメータを調整するための音響光学変調器や電磁シャッターもすでに実験系の中に構成されているので、冷却原子ビームを生成および評価するための実験の準備はすでに完了したといえる。

また、超高真空装置内へマイクロ波共振器を導入するためのジグを設計・発注した。加えて、所有しているマイクロ波共振器の共鳴周波数を真空下で測定し、セシウム原子の遷移周波数に十分にマッチしていることを確かめた。また、原子とマイクロ波との相互作用領域の残留磁場をキャンセルするためのパーマロイ磁気シールドもすでに設計・発注した。これらの仕事によって、ラムゼー共鳴を用いて周波数測定するために必要な超高真空装置内へのマイクロ波共振器の導入の準備が整った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】時間周波数、原子泉、セシウム一次周波数標準器、冷却原子ビーム

【研究題目】エバネセント励起法によるナノ空間の粘性率・拡散係数センシング

【研究代表者】山本 泰之（計測標準研究部門）

【研究担当者】山本 泰之（常勤職員1名）

【研究内容】

本年度は、昨年度開発した装置をナノスケールギャップへと適用し、ガラス壁に閉じ込められた電解質溶液の拡散係数の特異性の測定が可能な実験系を構築し、ナノ空間拡散係数測定の実験を行った。実験は主に水系で行った。

具体的には以下に示す成果を得た。

1. ヘテロダイン光学干渉技術を用いたナノスケールギャップのアクティブコントロール技術の確立

昨年度開発した装置では、数百 nm 程度までは実現できたが、数十 nm のギャップを定量的に、かつ実験的に確実に実現することは困難であった。そこで本年度は、測定の空間スケールの微細化を進めるため、ギャップの検出機構にヘテロダイン干渉技術を導入し、この測定値をピエゾコントロールにアクティブフィードバックすることで、60 nm 程度のナノギャップの形成技術を確立した

2. 再現性の向上

ナノスケール空間中における拡散係数、粘性率の特異性を明確に検出するため、測定の再現性の向上を図った。屈折率変動の検出機構を差動検出方式とし、更に、ロックイン検出することで、信号の再現性を格段に向上させた。測定値自体の再現性は必ずしも向上しなかったが、これは測定系の問題ではなく、固液界面での温度や濃度の揺らぎに依存するものと考えられる。

3. フォトクロミック分子の拡散係数を測定

石英ガラス壁と電解質溶液の相互作用による電気二重層の影響により、ナノスケールギャップ中での拡散現象が特異性を持つのではないかとこの予想を実測により検証した。100 nm 程度のギャップ間隔では、明確な特異性は検出されなかった。このギャップ間隔では、拡散係数の特異性は測定の不確かさの範囲内で、検出は困難であった。

本課題により、新たにナノ空間での粘性率・拡散係数の測定が可能な測定装置が開発された。これまで前例の無い、ナノ空間での拡散係数・粘性率が測定可能になったことは大きな成果といえる。この装置を用いて、ナノ空間での液体性質の特異性を明らかにすることが期待される。

【分野名】標準・計測

【キーワード】拡散係数、粘度、粘性率、ナノ

【研究題目】プラズモン増強を用いた単一分子電子共鳴レーザ散乱分光

【研究代表者】伊藤 民武（健康工学研究センター）

【研究担当者】伊藤 民武（常勤職員1名）

【研究内容】

単一分子レベルの感度で分子の電子共鳴スペクトルを検出できる分光法として蛍光分光法が知られている。しかし、蛍光分光法で測定できるのは最低電子励起状態からの発光をともなった遷移のみであり、基底電子状態との2準位間の情報しか与えない。また、圧倒的に多い非発光性の分子には適用できない。それに対して吸収分光法は発光、非発光性に関係なく全ての分子に適用でき、基底状態からの電子遷移にともなう光吸収は原理的に全て測定可能である。しかしながら、単一分子の蛍光分光



が可能であることから明らかなように、暗視野条件で分子からのレーリー散乱光を選択的に検出できれば、背景光を除去することができる。従って、レーリー散乱分光を用いれば原理的に一個の分子による吸収スペクトルに対応する電子共鳴スペクトルを得ることが可能になると考えられる。

本研究では単一分子電子共鳴レーリー散乱分光法の開発のため SERS、LSPR レーリー散乱分光測定した銀ナノ凝集体を SEM 測定する実験装置を世界に先駆けて開発した。この実験で取得した SERS 活性を持つ銀ナノ凝集体の形状を境界条件として LSPR バンドを FDTD (Finite Difference Time Domain) 法を用い計算によって再現した。実験結果と計算結果を比較することで、レーリー散乱スペクトルに分子の散乱スペクトルが現れるかを検証した。この検証の結果、分子スペクトルとほぼ同位置に多重極に対応する LSPR バンドが重なり現れ、そのピーク波長とバンド形状は凝集体ごとのわずかな形状の異なりを反映し複雑に変化することが分かった。このスペクトル重なりの結果、残念ながら分子からのスペクトルと LSPR スペクトルの区別が出来なかった。この結果は、分子のスペクトルと多重極 LSPR スペクトル区別するにはナノメートルオーダーで厳密に形状を制御し作成した銀ナノ凝集体で実験する必要があることを示している。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

【キーワード】 単分子分光、分子認識、プラズモニクス、表面増強ラマン散乱、健康工学

【研究題目】 熱帯熱マラリア原虫における膜輸送蛋白質の同定と機能解析

【研究代表者】 八代 聖基 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 八代 聖基、片岡 正俊、山村 昌平、日野 真美、山口 裕加、赤峰 理恵、(常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

原虫外膜系の形成と赤血球膜へのタンパク質輸送はマラリア原虫における寄生を支える重要な膜分子基盤を構成すると考えられるが、その形成機構に関しては不明点が多い。そこで本研究では、マラリア原虫の赤血球内寄生時における原虫外膜系の形成機構と赤血球膜へのタンパク輸送機構を分子(蛋白質)レベルで解明することを目的としている。

今年度はその中でも真核生物において膜融合や小胞輸送形成に重要であり、マラリア原虫は、栄養物を取り込み、抗マラリア薬を排出への関与を見いだしてきた液胞型 ATPase に注目し、マラリアで機能する液胞型 ATPase のサブユニット構成をマラリア全ゲノム配列から推定されるアミノ酸配列および、これまでに作製した c サブユニット (プロテオリピッド) 特異的抗体を用い

た免疫沈降法からマラリアにおける液胞型 ATPase を構成する各サブユニット候補を得た。酵母等で知られるサブユニット構成より少ない事が判ってきている。今後はこれらのサブユニット構成の違いによるプロトン駆動力等機能的違いを明らかにしていきたい。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 マラリア原虫、感染症、小胞輸送、膜融合タンパク質

【研究題目】 Si/SOI 基板上への量子ドットレーザの集積

【研究代表者】 岡野 誠 (光技術研究部門)

【研究担当者】 岡野 誠 (常勤職員1名)

【研究内容】

現在、LSI において電気配線の限界が指摘されており、光配線技術への期待が高まっている。ここで、Si 材料では、高性能な発光デバイスの実現が難しいという問題点がある。そのため、LSI 上光源としては、LSI 基板上への化合物半導体発光デバイスのハイブリッド集積が注目されている。特に、量子ドットレーザは、高い温度特性、低消費電力性を有することから、LSI 上光源に適した発光デバイスであると期待される。

本研究は、Si/SOI 基板上への化合物半導体発光デバイス(量子ドットレーザ)集積化技術の研究開発を目標とする。

本研究では、第一に、BCB 樹脂を用いた GaAs/Si 異種接合技術の研究開発を行い、Si 基板上への量子ドット光源の集積化を実現することを目標とする。次に、Si 基板上光源としては、電子デバイスと同様の上面電極構造による電流注入が望ましい。そこで、上面電極型量子ドットレーザ実現へ向けた上面電極構造作製プロセスの研究開発を目標とする。

平成20年度は、GaAs/Si 異種接合におけるプロセス条件の検討を行い、特に、加熱時の温度不均一性を避けることで、異種接合状態の向上が図れることを明らかとした。さらに、上記異種接合技術を用いて、Si 基板上への量子ドット光源の集積化を実現した。そして、量子ドットのフォトルミネッセンス評価を行った結果、異種接合プロセスによる発光特性の劣化は観測されず、良好な発光特性が確認された。また、Si 基板上量子ドットレーザに必要な上面電極構造作製技術の開発に着手し、上面電極構造作製のための各基本プロセスの研究開発を実施した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 異種接合、ハイブリッド集積、光電子集積回路、シリコンフォトニクス、量子ドット、レーザ

【研究題目】 レーザー転写を用いた酸化物ガラス微小球のオンデマンド作製技術の開発

【研究代表者】奈良崎 愛子（光技術研究部門）

【研究担当者】奈良崎 愛子（常勤職員1名）

【研究内容】

微小球オブティクスは、素子の小型集積化を可能にするだけでなく、光閉じ込め効果などの独自機能を有するため、次世代オブティクスとして注目を集めている。ただし、その応用には、マイクロメートルサイズの微小球自体ではなく、微小球を組み込んだ光回路としてのハンドリングが要求される。よって、微小球オブティクス作製には、微小球の構造・物性制御だけでなく、光回路中の必要部位に再現性良く位置制御して固定化するオンデマンド作製技術が不可欠である。

本研究では、我々が独自開発したナノ秒パルスレーザーアブレーションにより生じる推進力を用いた微小液滴のレーザー転写法を新たに酸化物材料に適用し、サイズ・堆積位置を高度に制御した酸化物ガラス微小球のオンデマンド作製技術の開発を目指す。

本年度は、前年度レーザー転写法をインジウム錫複合酸化物に新規適用し得られた知見を基に、多成分酸化物ガラス原料膜の当該レーザー転写により、酸化物ガラス微小球形成の検討を行った。具体的には、紫外波長域まで高い透明性を有するシリカガラス透明支持板上に、白板ガラスターゲットのパルスレーザー堆積法により多成分酸化物ガラス原料膜を成膜した。得られた原料膜に対して、透明支持板側から紫外ナノ秒レーザーパルスを集光照射することで、対向配置した基板上に微細構造を堆積させた。その結果、インジウム錫複合酸化物では難しかった半球状の微細構造の転写を確認することに成功した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】微小球オブティクス、酸化物ガラス微小球、オンデマンド作製、レーザー転写法、微小液滴

【研究題目】量子論における不確定性原理の情報理論的表現とその応用

【研究代表者】宮寺 隆之

（情報セキュリティ研究センター）

【研究担当者】宮寺 隆之（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究における目標は、量子論の基本原理解である不確定性関係・原理についてその情報理論的表現を導くと共に、それらが操作論的にどのような制限を与えるかについて調べることである。

前年度までは、二つ以上の観測量を別々に測定する際に、その測定結果にどのような制限が課されるか、といういわゆる不確定性関係について一般化等を行い、また量子暗号をはじめとした量子情報におけるいくつかの応用を探ってきた。それに対し、平成20年度に行った一つの研究は、二つの観測量を同時に測定しようとする際

に課される制限について、すなわち不確定性原理に関するものである。我々の研究は、1927年にハイゼンベルクが粒子の位置と運動量の同時測定に関する思考実験を提案して以来、操作論的かつ一般的な初めての関係式を与えるものであった。また、この研究の副産物として、同時測定可能な観測量（POVM）についての必要条件を導くことにも成功した。

もう一つの研究成果として、量子暗号を舞台にアルゴリズムの情報理論をはじめ展開したものがあげられる。これまでの量子暗号の安全性はシャノンの情報理論に基づく定義によっていたが、我々は計算論と情報理論の融合とでも言うべきアルゴリズムの情報理論を用いて新たに安全性を定義、解析することに成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】量子暗号・量子情報

【研究題目】量子情報セキュリティ技術を取り入れた情報基盤設計のための基礎研究

【研究代表者】今福 健太郎

（情報セキュリティ研究センター）

【研究担当者】今福 健太郎（常勤職員1名）

【研究内容】

近似的に理想的な物理状態、あるいはその制御技術を用いて実装された BB84システムを用いて鍵配送センター網を構築し、既存の情報通信システムへの鍵供給センターとして組み込むことにより、全体として広域情報セキュリティ基盤を構築していこうとするアイデアが、既にいくつかの視点から提案されている。このアイデアの実用的利点は、暫定的には（それが近似であることに由来して）無条件安全性を達成しないまでも、現在調達可能な量子暗号技術を有効に活かすことにより高度な安全性を提供しつつ、今後達成されるであろう技術革新に応じてシステム全体のアップグレードを行うことにより、無条件安全性を満たす情報セキュリティ基盤への段階的な移行を穏やかに促進することができる点にある。一方、このようなアイデア、特に暫定的に達成された状況について、暗号学的位置付けを行うことは、きちんとした安全性の根拠を与えるために必要不可欠な課題である。そこで、現在国内外で開発が進められている BB84 プロトコルや類似のプロトコルを調査し、攻撃者の現実的な攻撃能力に依存した「条件付」安全性について量子情報理論的な立場から定義を与える。さらにその安全性を保証する物理パラメータの最適化を行う。以上のタスクにより、量子暗号技術の発展的組込みによる情報セキュリティ基盤の設計という大きなゴールに向け、暫定的で実用的な状況について、理論的な裏打ちのある安全性基準を与えることが本研究の目的である。

量子暗号技術の実用化に向けた技術的仕様策定について、他の現代暗号技術との比較により仕様策定に必要な技術課題の抽出を行った。現代暗号が実用化される場合

のフローを技術的視点から整理し、このフローの分析を行い、物理装置としての安全性についてコンセンサスを得るために必要な仕様として、3つの異なる仕様（安全性の概念（Security Notion）に関する仕様、実機の実装の検証技術に関する仕様、相互接続性に関する仕様）に分解し、特に安全性概念の仕様を整理することを行った。

また、量子鍵配送以外の量子論のセキュリティへの応用として、量子状態に直接メッセージをエンコードし情報を秘匿する方式が議論されていることを受け、これらの安全性解析を行うとともに、このような暗号方式が持つ暗号学的特性について、そこで利用している物理状態の特性を用いてチェックを行うことができるチャート図の作成を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 量子情報セキュリティ、量子暗号

#### 【研究題目】 量子情報技術を頑強にする符号化技術の研究

【研究代表者】 萩原 学

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 萩原 学 (常勤職員1名)

#### 【研究内容】

本研究テーマは、量子力学的性質をもつ物質の情報に発生したノイズを除去する技術、いわゆる、量子誤り訂正符号の研究である。

量子誤り訂正符号の主流の1つとしては、CSS 符号とよばれる符号がある。これは、古典誤り訂正符号の対で構成されるため従来の符号の研究が活用しやすいという長所がある。一方で、ねじれ関係という特別な条件をみたく古典符号の対でなければ、量子誤り訂正符号の構成に用いることができない。そこで、ねじれ関係を満たす符号対を構成する新たな手法が必要とされていた。本研究では、古典符号として LDPC 符号に着目し、ねじれ関係をみたく LDPC 符号の対の構成を目標としている。つまり、量子 LDPC 符号の構成を目的とした研究である。

これまでに得られた重要な成果として、準巡回 LDPC 符号の組が量子符号の要素となる条件を、組合せ論的にシンプルな用語で与えることに成功している。また、古典計算機によるシミュレーションを実現した。他に、符号長の限界式の導出に成功している。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 量子暗号、量子符号、LDPC 符号

#### 【研究題目】 隠れ部分群問題に対する効率的量子アルゴリズムの構築可能性の分析

【研究代表者】 縫田 光司

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 縫田 光司 (常勤職員1名)

#### 【研究内容】

RSA 暗号など現在標準的に用いられている暗号方式の多くが、将来的に量子コンピュータが実用化された際に破られてしまうという1990年代半ばの研究結果を受け、仮に量子コンピュータが実用化されても安全性が損なわれない暗号方式の実現が近年の情報セキュリティ分野における主要な研究課題の一つとなっている。その目標へ貢献する研究分野の一つが、量子コンピュータが実用化された際に発揮し得る計算性能を明らかにするための量子アルゴリズム分野である。一方、量子コンピュータは既存の暗号方式への潜在的脅威となるだけでなく、より安全な暗号方式を構築するための道具にもなり得るという別の研究成果も知られている。量子コンピュータのとり得る計算性能を明らかにすることで、暗号方式への攻撃の予防と新たな暗号方式の開発という両面から未来の情報化社会の安全性確保に貢献することができる。この量子アルゴリズム分野における現在の主要な未解決問題の一つが、本研究の対象である「隠れ部分群問題」である。本研究では、この隠れ部分群問題が量子コンピュータにとってどの程度計算困難な問題であるか、数理的手法によって明らかにすることを目的とする。

平成20年度は、本問題に関する既存の研究成果や研究動向の調査に加え、本問題の解析に有効な数理的手法の調査とその理論整備を行った。特に、量子アルゴリズムの構成の基礎となる技術である量子状態識別問題の解法に関する理論的検討を行い、既存の手法を包含する形で幾何学的描像を用いた新たな手法を提案した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 量子情報セキュリティ、量子アルゴリズム、量子情報理論

#### 【研究題目】 発声を伴った頭部ジェスチャーの認識手法と電動車いすなどの制御インタフェースの開発

【研究代表者】 佐宗 晃 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 佐宗 晃 (常勤職員1名)

#### 【研究内容】

手の不自由な方を対象として、発声時の頭部方向（発声位置）で様々な機器の制御を可能にするインタフェースの開発を行っている。本年度は、電動車いすの動作制御の実装と、より多様な操作を実現するために、3次元音源定位を実現する3軸マイクロフォンアレイの開発、およびその技術を用いたコンピュータ入力用の音声ポイントングデバイスの開発を行った。

電動車いすの動作制御の実装においては、マイクロフォンアレイを用いてユーザが発声している時の頭部方向を推定し、「前進」「右折」「左折」「停止」の操作を可能とした。3軸マイクロフォンアレイの開発では、これまで発声位置の情報にのみ基づいて頭部方向を推定していたが、音声がどの方向にどれだけの強度で放射され

ているかを表す放射特性も考慮することで、より頑健な頭部方向推定の実現を目指している。その基礎研究として、頭部が入る程度の16角形のフレームに、中心から放射状に直線マイクアレイを設置したマイクスタンドを作成し、その中心で実際に発声した音声を収録して、放射特性の測定を行った。コンピュータ入力用の音声ポインティングデバイスの開発では、手による操作が必要なキーボードやマウスなどに代わって、手に不自由がある方でもコンピュータの入力を可能とすることを目指している。3軸マイクロフォンアレイを用いた音声ポインティングデバイスを開発し、カーソルの上下左右方向への移動に加え、ディスプレイからの距離に基づいた画面の局所領域のズーム機能を実現した。更に、発声を伴った頭部ジェスチャーの認識アルゴリズムを開発し、10種類の頭部ジェスチャーを約90%の精度で認識できることを確認した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 福祉支援技術、自立支援技術、電動車いす、マイクロフォンアレイ

【研究題目】 錐によるパターン識別方法に関する研究

【研究代表者】 小林 匠 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 小林 匠 (常勤職員1名)

【研究内容】

パターン認識では、入力パターンからの特徴ベクトルの抽出と、そのベクトルの識別という2段階に大きく分けられる。例えば顔認識では、入力画像から顔の見えを特徴づける情報をベクトルの形で抽出し、抽出されたベクトルを各個人に対応づけられたベクトルと比較することで、入力画像の個人を特定する、という処理を行う。本研究では、パターン認識における「識別」処理に注目し、ベクトル空間内の錐構造を用いて特徴ベクトルの識別を行う新たな識別方法を提案する。

今年度は多峰のパターン分布から複数の錐構造を抽出するクラスタリング手法を提案した。昨年度提案した錐によるパターン識別手法は、対象となるパターン分布が単峰として1つの錐を当てはめていた。しかし、一般にパターン分布は多峰であることも多い。そのため、本クラスタリング手法をパターン分布に適用することで、多峰を複数の単峰(錐)に分割し、各々において昨年度提案した識別手法を用いて、多峰のパターン分布における識別が可能となる。さらに、カーネル関数を用いることで、これらの錐に基づく手法を非線形カーネル錐の手法へと拡張した。錐に基づくパターン識別の基本的な理論を完成させ、新たなパターン識別手法として「錐制約部分空間法」を提案した。以上により、錐に基づくパターン識別手法の提案という目的は達せられたと考えられる。実際に基板の外観検査などにおいて、非常に良好な結果を確認しており、今後はこれらの手法を実問題へと適用することを目標とする。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 パターン認識、錐、識別器

【研究題目】 被介護者・介護者の会話の観察に基づき適切な作業支援を行う介護支援ロボットの開発

【研究代表者】 松坂 要佐 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 松坂 要佐 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は、介護場面において介護者を補助するロボットの知的能力を向上させ、より効率の良い作業支援を実現しようというものである。ロボットの知能化を機械学習や高度な推論機能の実装によって推し進めることで、これまでその操作を担当していた副介護者の存在を不要にする技術を平成22年度までに開発する。

平成20年度においては、本研究のベースとなるロボットの知能を学習・評価するための典型的な介護作業において取り交わされる人間同士のコミュニケーションの収集、および、典型的な介護作業における副介護者によるロボット操作履歴を収集するための実験環境の整備のために、介護ロボット本体の構築を行なった。また、上記知見に基づく省略された指示を補完して理解する人工知能の開発のための推論エンジンの作成を行なった。介護ロボットは一般に発売されている介護用リフトを利用した低コストで実現可能なものであり、平成20年度の作業によって会話収録に必要な環境作りを完成させる事ができた。平成20年度作成した推論エンジンは音声認識・音声合成機能やロボットの各制御機能とのインターフェースを持ち、プロダクションシステムモデルに基づくスクリプトを簡易なXMLの形式で記述・実行する事ができる。本推論エンジンの完成により、推論機能を使った様々な実験をする事が可能になった。

平成20年度においては、外部発表として今回新規開発した推論エンジンに関して2件の学会発表を行ない、様々なフィードバックを得た。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 介護支援ロボット、人工知能、対話理解

【研究題目】 衛星搭載合成開口レーダによる氷河・氷床の季節変動と年々変動の研究

【研究代表者】 中村 和樹 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 中村 和樹 (他1名)

【研究内容】

衛星に搭載された合成開口レーダを活用し、氷河や氷床の広域及び長期間にわたる位置変動を分析する研究を行っている。白瀬氷河のように流動が速い対象には、合成開口レーダ(SAR)の振幅画像のペアに画像相関法を適用して流速推定することが有効であると考えられる。平成20年度は、Lバンド(波長23.5 cm) SARを用いることにより11年の白瀬氷河の変動の知見を得ることを

目標とし、我が国で打ち上げた JERS-1 (1992-98) と ALOS (2006-) 衛星搭載の SAR により取得されたデータを用いて、振幅画像間が1回帰だけ離れたペアに画像相関法を適用して白瀬氷河の流速ベクトルを求めた。

ALOS 衛星搭載の PALSAR データによる白瀬氷河の流速プロファイルから、上流から Grounding line (接地している氷河が海に浮き始める末縁部) へと流速が速くなり、Grounding line 付近において流速が一定となり、Grounding line から浮氷舌へと再び流速が速くなる傾向が見られた。この傾向は、JERS-1衛星搭載の SAR データから求められた流速プロファイルと同様な傾向であった。ALOS PALSAR データからの氷流中心における Grounding line の流速は  $2.27 \pm 0.15$  km/a であり、観測時期によらずほぼ一定の流速であった。一方、JERS-1 SAR データからは  $2.33 \pm 0.28$  km/a であったが、流速推定誤差を考慮すると11年間における変化はほとんどないものと考えられる。

さらに、ALOS PALSAR データによる、氷流中心における季節変動を調べた結果、上流部が  $27.2$  m/46-days、下流部が  $19.9$  m/46-days、1996年から1998年では、それぞれ  $16.7$  m/46-days、 $23.0$  m/46-days であった。現在では上流部における流速が速くなっていること分かったが、今後この原因について、さらに研究を進める必要があると考えられる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】合成開口レーダ、白瀬氷河、画像相関法、流速

【研究題目】分散環境における結合演算に着目した RDF 問合せ処理手法の研究

【研究代表者】的野 晃整 (情報技術研究部門)

【研究担当者】的野 晃整 (常勤職員1名)

【研究内容】

Resource Description Framework (RDF) は、インターネット環境を想定し、Web 上の様々なリソースをメタデータとして容易に記述するための枠組みとして定められたものである。RDF で記述されたデータは、様々な分野で利用され大規模化しているため、分散環境での問合せ処理の効率化が求められている。そこで本研究では、スケーラブルなメタデータ基盤の実現に必要な機能の一つである、分散環境におけるメタデータ問合せ処理の効率化に関する研究を行っている。

RDF データを格納する複数のサイト (エンドポイント) に対し、それらを仲介するシステム (メディアータ) が一つだけ存在する環境で問合せ処理を実行すると、エンドポイント間での中間結果のやり取りのために大量の通信が発生する。この通信量を減少させるために、本研究ではブルームフィルタと呼ばれるデータ構造を用いた手法を提案した。フィルタの多次元化を図ると共に、各エンドポイントでのデータの存在のあるなしや、フィ

ルタ間での演算を定義した。これにより、与えられた問合せをフィルタの操作のみで予測的に実行することができ、任意のデータが解に含まれるかどうかの判定が可能になった。そのため、結果的に必要でなかったデータまで転送していた無駄を省くことができ、転送量の減少を実現した。

また、一般の RDF データベースでは、RDF データが持つ構文の構造をいったん無視し、細切れにして格納した上で、問合せ処理時に再度結合して復元している。これは格納と再構成の自由度を実現するが、一方で元のデータの構造を仮定した、いわば典型的な問合せに対して効率が悪い。本研究ではこの問題を解決するために、RDF データの構造を維持したままデータを格納することに着目し、その格納方法と問合せ処理手法を検討した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】分散データベース、RDF、問合せ処理、索引

【研究題目】ソーシャルネットワークとソーシャルタギングを統合した情報推薦

【研究代表者】濱崎 雅弘 (情報技術研究部門)

【研究担当者】濱崎 雅弘 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、情報流通基盤の要素技術となる情報推薦に関して、ソーシャルネットワークとソーシャルタギングに着目して研究を行う。情報推薦において利用者にとって価値のある情報を発見し届けるには、情報の価値を計量する方法が必要である。そのために、利用者の社会的関係や情報の位置づけを捉えて価値を計量する技術の実現を目指す。本研究では既存のソーシャルブックマーキングサイトや E コマースサイトのデータ解析を行い、ソーシャルネットワークとタグ間の関係性のようなこれまで不十分であった知見を蓄積するとともに、ソーシャルネットワークとソーシャルタギングに基づく情報推薦技術の研究開発を行う。

平成20年度は動画共有サイトの投稿動画データに対してソーシャルネットワークとソーシャルタギングを用いた分析を行った。ソーシャルタギングのタグ情報を元にソーシャルネットワークのノードの役割を設定し、動画共有サイトにおける役割間の関係について調べた。また、ネットワークモチーフを用いて異なるソーシャルネットワークとの比較や時間軸での違いの比較を行った。分析したデータでは、特定の役割が創作コミュニティの牽引役を努めていることがわかった。また、特定の作者を中心に集まったコミュニティでは、全体には見られないような特定のタグを多用している様子が見られた。消費者生成メディア (Consumer Generated Media : CGM) においては作者のインタラクションが重要な役割を持つと考えられ、このような作者のソーシャルネットワークに関する分析は情報流通基盤システム構築に資すると考

えられる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】情報推薦、ソーシャルネットワーク、ソーシャルタギング

【研究題目】動的分類画像法を用いた詳細な顔情報処理時空間特性の可視化とその応用

【研究代表者】永井 聖剛（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】永井 聖剛（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では動的分類画像法という最新の実験手法を用い、顔に関する視覚情報処理の特性を可視化することを目的とする。研究成果から、認知されやすい顔刺激、あるいは顔刺激の提示法が明らかとなり、産業場面への応用が期待される。これまで、成人健常者を被験者として、アイコン顔の表情を弁別する際の処理法略を調べた。その結果、「眉」よりも「口」の形態情報にウェイトをおくこと、さらに倒立顔提示ではその傾向が強くなることが明らかとなった。これらの結果は写真顔を用いた表情弁別と同様であり、情報量をかなり落としたアイコン顔でも同様な処理が行われているという興味深い結果を得た。

平成20年度は、この分類画像法の利点を用いて、写真顔を提示し顔情報処理の個人差を調べた。その結果、定型発達者と自閉症者との間の差異を示しただけでなく、定型発達者の中であっても処理ストラテジーには大きな違いがあること（例えば、ある人は両目の情報、別の人には左目の一部だけを用いて人物弁別を行っていること）、また自閉症者の中には定型発達者と同等のストラテジーを用いる者がいること、を明らかにした。このような個人差を詳細に示した研究報告は過去に無く、分類画像法の利点を活かしたといえる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】顔情報処理、分類画像法、時空間処理特性

【研究題目】日常生活の生理行動計測に基づくストレス評価手法の開発

【研究代表者】吉野 公三（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】吉野 公三（常勤職員1名）

【研究内容】

ストレス社会の中で、心の健康を適切に管理するためには、日常生活の中で生理信号を用いて心の状態を自動的に評価する技術の開発が必要となる。このために、本研究では、日常生活の自律神経系生理データと心理データを同時に計測し、これらの間の相関性を明らかにすることを目的とする。平成20年度は、昨年（平成19年）度に計測した40名の被験者の日常生活の心拍変動、身体加速度（生活活動度）変動、8種類の気分の変動に関するデータの解析を行った。その結果、睡眠前6時間の

△落ち込み感（△は一日目あるいは一晩目からの差を表す）の平均値と睡眠後3時間の $\Delta Hf_{nu}$ （交感神経系活動に対する副交感神経系の活動度の高さを表す心拍変動指標）の平均値との間の相関係数は $-0.53$  ( $p < 0.001$ )であった。睡眠前6時間の $\Delta$ 不安感の平均値と睡眠後3時間の $\Delta HF_{nu}$ の平均値との間の相関係数は $-0.44$  ( $p < 0.01$ )であった。起きている間の比較では、平均身体加速度が30 mG未満の時間帯に限れば、 $\Delta$ 活気と $\Delta$ 心拍数との間の相関係数は $0.45$  ( $p < 0.0001$ )であり、 $\Delta$ 活気と $\Delta HF_{nu}$ との間の相関係数は $-0.25$  ( $p < 0.005$ )であった。以上の結果から、8種類の気分状態のうち、就寝前の落ち込み感と不安感とは就寝後の自律神経系活動バランスを交感神経系優位にシフトさせることが示唆された。さらに、起きている間では、8種類の気分状態のうち活気が自律神経系生理指標との間の相関性が最も高いことが示唆された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】気分、心拍、日常生活、睡眠、自律神経

【研究題目】生体と人工心臓のインタラクティブ治療制御法を核とした左心補助人工心臓の開発

【研究代表者】小阪 亮（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】小阪 亮（常勤職員1名）

【研究内容】

長期、永久埋め込みを目的とした人工心臓では、血栓や溶血などの血液ポンプ由来の問題は解決されつつある。しかし、人工心臓の制御法に関しては未だ研究段階にある。本研究では、人工心臓による生体の治療制御法を開発を目的に、心臓血管系の非線形モデルに基づいて、人工心臓と生体がインタラクティブに適応する制御機構を組み込んだ左心補助人工心臓を開発する。

平成20年度は、生理挙動に適応して治療制御する人工心臓を実現するため、生体内埋め込みセンサと、治療制御アルゴリズムを組み込んだ人工心臓システムを開発した。また、動物実験で計測された生理データを用いて、治療制御について考察した。生体内埋め込みセンサとして、人工心臓と生体を繋ぐ曲がり形状のカニューラをセンサプローブとして利用した、体内埋め込み可能な血圧、血流量センサを開発した。そして、計測された生理情報から心臓血管系に最適な制御信号である共振周波数を推定し、人工心臓に制御信号を送るための、心臓血管系の生理モデルを組み込んだ人工心臓システムを開発した。開発した人工心臓システムを評価するため、心臓血管系を模擬した模擬循環回路を用いた評価試験を実施した。その結果、本制御法は、従来の制御法と比較して心臓の負荷を減らし、効率よく血流を送ることが可能であることが確認された。また、動物実験で計測された生理情報から逐次同定された共振周波数と生体の心拍数を比較した結果、共振周波数と心拍数は連動して変化しているこ

とがわかった。つまり、生体の心臓も効率的に血流を生体に送るために、本制御機構を備えているのではないかと考察された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 生理モデル、人工心臓、治療制御

〔研究題目〕 MRI を用いた生体内超音波音場可視化技術の開発

〔研究代表者〕 新田 尚隆 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 新田 尚隆 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

超音波音場を計測する際には、一般に水中にてハイドロホンや光学的手法など用いるが、これらの手法を生体内へ適用することは非常に困難である。生体内では、回折や屈折、組織の音速差などの影響により、水中計測で予見された超音波音場とは異なる分布を呈する。従って、生体内での超音波音場が無侵襲で捉えられれば、それをフィードバックして開口合成時の位相歪み補正や集束超音波治療における焼灼域の高精度化、アーチファクトを除去した超音波イメージングの高精細化など、超音波医学全般に寄与することが期待される。そこで本研究では、ハイドロホンや光学的手法に代わって MRI を用い、生体組織内部における超音波音場及び超音波伝搬の可視化技術の確立を目的とした。

超音波音場及び伝搬可視化技術の開発にあたり、音響放射力による微小変位を MRI で捉えるためには、微弱な MR 信号を高感度にて捉える必要がある。そこで、捕捉される MR 信号に必要な SNR について計算機シミュレーションにより検討した。また、超音波音場の時間変化を捉えるためのゲート制御方式についても計算機シミュレーションにより検討した。以上検討した SNR 及びゲート制御方式を反映した MR 信号の捕捉・制御系を構築するため、ゲート信号発生器を導入した。

その後、円筒形の寒天ファントムを対象とした予備実験を行った。現有の動物実験用 MRI 装置を用い、ファントム内部へ超音波放射を行いながら撮像を試みた。その結果、得られた MR 画像上において音場パターン可視化の可能性が見出されたが、その一方で、SNR のさらなる改善や位相における折り返しの影響除去など、今後解決すべき課題も抽出された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 MRI、超音波、音場、可視化

〔研究題目〕 日常刺激の視覚探索における記憶の働きに関する研究

〔研究代表者〕 武田 裕司 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 武田 裕司 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、これまでの視覚探索に関する知見を日常生活場面に適用していくため、日常生活場面を模した実

験刺激 (以下、自然画像と呼ぶ) をコンピュータグラフィックス上で作成し、それを用いて視覚探索中の注意制御特性 (特に、記憶の働き) を明らかにすることを目的とした。本年度は、まず、自然画像461シーンをを用いて、シーン内に提示されている標的 (ミニカー) の探索課題実験を行った。そのデータから、各シーンの物理的要因 (標的の位置、大きさ、周辺とのコントラスト、空間周波数など) がシーンに固有の探索難易度にどの程度影響しているのかを重回帰分析を用いて検討した。その結果、全分散の14%程度が物理的要因で説明できることが明らかになった。また、物理的要因の寄与する傾向は幾何学的図形を刺激として用いた場合と異なることも示された。例えば、幾何学的図形の場合は刺激の右上方に注意が向きやすく、自然画像では中央下方に注意が向きやすい傾向があった。これは、自然画像の場合、床面などに対象が存在しやすいという文脈を反映しているものと考えられる。また、自然画像における視覚的記憶の特性を調べるために、ドット追跡課題 (時系列的に提示されるドットを追跡し、そこにあるオブジェクトを記憶する課題) を用いた実験を行った。自然画像をそのまま提示する条件とシーンの文脈を崩した条件を比較した結果、記憶成績に与える文脈の影響は、保持時間に関わらず、ほぼ一定であった。この結果は、文脈がオブジェクトトークンの視覚的記憶の記憶プロセスに強く影響している可能性を示唆している。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 注意、日常シーン、視覚探索、記憶

〔研究題目〕 社会性アブラムシの兵隊階級にみられるゴール修復の分子基盤の解明

〔研究代表者〕 沓掛 磨也子 (生物機能工学研究部門)

〔研究担当者〕 沓掛 磨也子 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

一部のアブラムシは、ハチ、アリなどと同様に社会を形成し生活する。アブラムシの社会には、繁殖を行う普通個体と、自己犠牲的な社会行動を示す兵隊階級が存在し、兵隊は巢内の清掃、外敵への攻撃といった社会行動を示す。本研究では、モンゼンイスアブラムシ兵隊にみられるゴール (巢) 修復という社会行動に着目することにより、昆虫社会の成立・維持機構や社会行動の進化について解明することを目的とする。本種は宿主植物であるイヌノキに完全閉鎖型のゴールを形成するが、捕食者によってゴール壁に穴が開けられると、兵隊が穴に集合し、角状管から多量の分泌液を放出し、穴を塞ぐ。この分泌された体液は、兵隊が脚でかき混ぜるうちに次第に粘性を増し、凝固する。本研究では、分泌液凝固に関わる分子メカニズムに着目することにより、ゴール修復の分子基盤について解明する。

研究計画:

兵隊分泌液を構成する主要タンパク質成分について、

遺伝子の同定、発現解析、酵素活性の測定などを中心に解析を進めてきた。今年度も、これらに関するより詳細な解析を行い、分泌液凝固の分子メカニズムを解明する。年度進捗状況：

兵隊分泌液の主要構成成分として、メラニン合成経路の鍵酵素であるフェノール酸化酵素と、内部に繰り返し配列を持つ新規タンパク質が同定された。メラニン合成過程で起こるタンパク質架橋反応（キノン硬化）が、分泌液凝固反応に重要な役割を果たしている可能性が示唆された。おそらく兵隊は、フェノール酸化酵素が関与する生体防御（体液凝固やメラニン形成など）のメカニズムをうまく利用することにより、ゴール修復という社会行動を可能にしたと考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 社会性昆虫、兵隊アブラムシ、ゴール修復行動、体液凝固

【研究題目】 共生細菌による宿主昆虫の生殖操作の分子機構の解明

【研究代表者】 安佛 尚志（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 安佛 尚志（常勤職員1名）

【研究内容】

ショウジョウバエと、その共生細菌で「雄殺し」という現象を引き起こすスピロプラズマからなる昆虫内部共生系を対象とし、共生関連遺伝子とその機能を明らかにすることを目的に、スピロプラズマの持つファージのゲノム解析を中心とした研究をおこなった。4系統のスピロプラズマ（*Drosophila nebulosa* 由来の雄殺しスピロプラズマ NSRO 系統、NSRO 系統の突然変異体で雄を殺さない NSRO-A 系統、キイロショウジョウバエ *D. melanogaster* 由来の雄殺しスピロプラズマ MSRO 系統、カスリショウジョウバエ *D. hydei* 由来の雄を殺さないスピロプラズマ系統）に感染したショウジョウバエからファージゲノムの精製を試み、うち3系統のファージゲノム DNA の精製に成功した。NSRO と NSRO-A のファージゲノムのショットガンシーケンスをおこなったところ、完全長ゲノムの決定には至らなかったが、NSRO のファージについては7つの断片配列、のべ15,776 bp の塩基配列を、NSRO-A のファージについては9つの断片配列、のべ12,707 bp の塩基配列を得ることができた。特徴としては、近縁の *Spiroplasma citri* において宿主昆虫との相互作用に関わると考えられている P58遺伝子ファミリーが含まれており、これらのファージが共生において何らかの役割を担っている可能性が示唆された。また、宿主の免疫機構について調べたところ、NSRO は宿主の抗菌タンパク質遺伝子の発現を誘導も抑制もしないこと、抗菌タンパク質が産生されても増殖可能なことなどを明らかにし、宿主免疫の回避機構について理解が深まった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 昆虫内部共生、共生細菌、雄殺し、ファージ、ゲノム、免疫

【研究題目】 局在プラズモン共鳴測定用チップの開発と生体分子間相互作用解析

【研究代表者】 栗田 僚二（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 栗田 僚二、中元 浩平  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

平成20年度は、局在プラズモン共鳴（LSPR）の反応場として、種々のナノ構造体をナノインプリンティング法により作製し、さらに金を蒸着後、形状変化と電場増強の関係性を検討した。はじめに、ホール径を300 nm で統一し、そのホールの深さを50、100、150 nm と変化させることにより、深さ方向による吸収ピーク波長変化について検討した。その結果、屈折率変化に対する感度については3種類の基板とも大きな違いはなかったものの、ホール径が50 nm の時に最も先鋭な吸収ピーク波長を確認することができた。続いて前述の結果よりホール径を50 nm に統一し、ホールの中心間距離を400、500、600、900 nm と変化させることで、LSPR とホール径の中心間距離の関係性を検討した。その結果、中心間距離を増大するほど、LSPR 由来の吸収ピーク波長が長波長側にシフトすることを明らかにした。同時に中心間距離の増大とともに、屈折率に対する LSPR シフト量が増幅することを明らかにした。屈折率変化に対する LSPR シフト量の関係には、極めて高い相関（相関係数0.999以上）を有していることを確認した。以上の結果より、ホール径の深さ、中心間距離を最適化することで、高感度かつ精緻な LSPR 現象をベースとしたセンサを作製できる見込みを得た。また、中心間距離を制御することで吸収ピーク波長を自由に決定できることから、可視光領域での簡便な生体試料分析への応用が可能であることが示唆された。さらに複数の中心間距離を有するナノホールアレイを作製することで多成分同時計測への応用も可能であると考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 局在プラズモン、ナノ構造、ナノインプリント

【研究題目】 抗レトロウイルス作用のあるデアミナーゼの構造基盤

【研究代表者】 須藤 恭子（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 須藤 恭子（常勤職員1名）

【研究内容】

一本鎖核酸の C 残基を U に置換する酵素活性をもつデアミナーゼは、哺乳類に存在し、メッセンジャー RNA の編集（editing）、抗体の多様化とクラス変更、レトロウイルスの増殖阻害やレトロトランスポゾン抑制など、広い役割を担っている。本研究では、その中で



もヒト由来の一本鎖 DNA 上の C を U に置換するデアミナーゼのうち、シチジンデアミナーゼモチーフを2つ含むものをターゲットとした。このデアミナーゼは HIV-1 の増殖を抑制することが知られており、医療上重要なターゲットである。このデアミナーゼでは、両ドメインにシチジンデアミナーゼとしての活性残基は保存されているにも関わらず、一本鎖 DNA に変異を入れるデアミナーゼ活性は C 末端ドメインにしか見られない。N 末端ドメインは、ウィルスへの取り込みや RNA との相互作用に関与していると考えられている。本研究では、両ドメインを備え、活性のあるデアミナーゼの X 線結晶構造解析、生化学的な解析を行い、機能と構造に関する情報を得ることを目的としている。

結晶構造解析を行うためには大量の試料が必要なもので、まず活性のあるデアミナーゼの大腸菌での発現条件の探索を行った。長い間、このデアミナーゼを大腸菌で発現させると活性が無いとされてきたが、タンパク質のタグを付けることで、デアミナーゼ活性を保持した酵素溶液が調製できた。この調製方法を元に、構造解析に必要な結晶化のスクリーニングを行っている。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質、構造、酵素、一本鎖 DNA

【研究題目】核内受容体を介した体内時計の制御機構の解明

【研究代表者】大石 勝隆（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】大石 勝隆（常勤職員1名）

【研究内容】

これまで我々は、高脂血症治療薬であり、PPAR $\alpha$  受容体のアゴニストであるベザフィブレートが、体内時計に作用して、活動位相を前進させることや、体温や脳波にも影響することを見出してきた。当該研究では、フィブレートの体内時計に対する作用機構について明らかにすることを目的としている。

2007年になって海外のグループから、肝臓で特異的に発現している FGF21 が、マウスにおいて低体温を誘導する可能性が発表された。我々は、ベザフィブレートを投与した際の、時刻依存的な低体温のパターンと、FGF21 を過剰に発現させた際の低体温のパターンが類似していることから、その共通メカニズムの存在を仮定した。我々は、ベザフィブレートの慢性投与が、肝臓での FGF21 の発現を、時刻依存的に著しく誘導することを見出した。ベザフィブレートの腹腔内投与実験により、時刻依存的な FGF21 発現の誘導は、PPAR $\alpha$  のベザフィブレートに対する感受性のリズムに起因している可能性が考えられた。さらに、PPAR $\alpha$  のノックアウトマウスを用いた実験により、ベザフィブレートが投与による肝臓での FGF21 の発現誘導が、PPAR $\alpha$  依存的であることが判明した。FGF21 の時刻依存的な発現誘導は、フィブレート投与による、時刻依存的な低体温のパター

ンとも一致しており、「ベザフィブレート→PPAR $\alpha$  の活性化→FGF21 の発現誘導」というメカニズムで時刻依存的な低体温や体内時計の位相前進が誘導されている可能性が考えられる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】サーカディアンリズム、体内時計、時計遺伝子、PPAR $\alpha$ 、FGF21

【研究題目】水質浄化プロセスの高度化を志向した迅速・簡便・正確な微生物モニタリング技術の開発

【研究代表者】野田 尚宏（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】野田 尚宏、関口 勇地  
（常勤職員2名）

【研究内容】

ACE (Affinity Capillary Electrophoresis) 法を基盤とした新規な複合微生物群解析手法の開発を行い、開発した技術を用いて活性汚泥中の微生物の検出・定量について基礎的検討を行った。活性汚泥から抽出した total RNA に対して *Escherichia coli* および *Pseudomonas putida* からそれぞれ抽出した 16S rRNA を加え、模擬活性汚泥試料を作製した。

模擬活性汚泥から抽出した total RNA の 5' 末端をビオチンで標識した。続いて 5' 末端ビオチン標識 RNA 4  $\mu\text{g}$  をアビジン標識したマグネティックビーズと結合させた。調製したマグネティックビーズ溶液をキャピラリー管内に導入し、磁石で保持した。*E. coli*、*P. putida* のそれぞれの 16S rRNA をターゲットとした特異的プローブ Eco997 および PSMG を供試し、測定を行った。定量には、ホルムアミドでプローブを解離させた時のピーク面積を用いた。

その結果、いずれの 16S rRNA をターゲットとした場合においても、混合比率の増加とともにプローブの解離ステップで検出されるピーク面積が増加した。*E. coli* の定量値は添加した量とほぼ同程度の値を示した。一方、*P. putida* の定量値は添加した量に対して 1.5 倍程度高い値を示した。これはもともと活性汚泥に存在する *P. putida* の量に依存するものと推測される。結論として、本手法は活性汚泥中の特定の細菌を定量的に検出可能であると考えられる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】DNA 定量、キャピラリー電気泳動、複合微生物、16S rRNA

【研究題目】自由エネルギー地形解析による異常プリオンタンパク質のフォールディング原理の解明

【研究代表者】関嶋 政和

（生命情報工学研究センター）

【研究担当者】関嶋 政和（常勤職員1名）

### 【研究内容】

生命情報科学研究センターに導入された Blue Protein System (Blue Gene 4ラック、8192CPU) を用いて行った最新の生体分子シミュレーションより、マウスとウシのプリオンタンパク質に関して、大規模シミュレーションを実行することで、慣性半径 (Rg, Radius of gyration) と初期構造からの RMSD (Root Mean Square Deviation) に対しての自由エネルギー地形を求め、マウスとウシのプリオンタンパク質に自由エネルギー最小な状態の他に、構造転換の中間状態となり得る準安定状態が存在することを示した。

また、タンパク質のフォールディング経路を解析するために、確立モデルの一つである隠れマルコフモデルを用いた。隠れマルコフモデルは、「システムがパラメータ未知のマルコフ過程である」と仮定し、観測可能な情報からその未知のパラメータを推定することができる。本提案においては、分子動力学シミュレーションで得られたトラジェクトリデータをいくつかの構造に分類し、HMM (隠れマルコフモデル) による解析を行うことで、タイムステップ毎の時系列遷移からは解析が難しい、タンパク質の熱揺らぎのパターン解析を提案した。

また、マイクロ秒に及ぶシミュレーションにより得られた膨大なデータを円滑に解析することができる一貫したシステムの開発も行った。

さらに、1  $\mu$ 秒に及ぶ大量のトラジェクトリの場合、20フェムト秒ごとのタイムステップでサンプリングを行ったとしても50,000構造ファイルになる。そのため、主成分分析 (PCA) を行うのに、50000 $\times$ 50000の行列=10 GByteが必要になり、ボトルネックとなる。そこで、対角化の際に QR 法・Householder 変換による高速化を実装し、liboctave を使用した場合に対して11.9倍の性能を得た。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生命情報工学、バイオインフォマティクス、分子動力学シミュレーション、タンパク質、隠れマルコフモデル、フォールディング

【研究題目】 空間統計学を用いた生体情報システムを解析する手法の開発

【研究代表者】 根本 航 (生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 根本 航 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、二つの異なるネットワークデータ (タンパク質分子内の残基間ネットワーク・タンパク質間相互作用 (PPI) ネットワーク) に、位置情報を考慮できる統計学 (空間統計学) を適用し、タンパク質の生化学的機能・生物学的機能を解明する次の二つの手法を開発している。

手法A：タンパク質の立体構造が一つ与えられた時に、

その立体構造とフォールドが同じで、かつ、機能部位 (触媒部位、タンパク質間相互作用インターフェイス) の位置が保存されている配列空間の範囲を予測する手法。

手法B：PPI ネットワークデータが与えられた時に、アミノ酸配列情報を利用して、ネットワーク内でハブとなっているタンパク質が、パーティーハブなのかデパートハブなのかを予測する手法。

進捗状況

手法A：機能部位を共有する配列群と、機能部位を共有しない配列が含まれた配列群とを区別するスコアを設計し、その判別精度を評価した。複数の機能部位を有する場合、判別が比較的難しく、特に、互いの進化速度が異なる場合、その影響が顕著であることを突き止めた。

手法B：PPI ネットワークを構成する各タンパク質の保存度に関し空間的自己相関が存在するかどうかを検討したところ、弱いながらも観測できる条件を見いだすことができた。しかし、空間統計学の分野でも克服されていない「可変単位地区問題」が PPI ネットワークにおいては、より顕著であることがわかり、その検討を行っている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 空間統計学、タンパク質、機能部位、予測、バイオインフォマティクス

【研究題目】 ペロブスカイト型アルミニウム複合酸化物を用いた高性能シンチレータ材料の開発

【研究代表者】 原田 祥久

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 原田 祥久 (常勤職員1名)

【研究内容】

近年、X線・ $\gamma$ 線などの放射線を利用した診断技術が急速に拡大している。特に、医療分野において医療用画像診断装置が注目されており、従来から使用されている $\gamma$ 線検出機能を上回る高性能シンチレータの開発が必要とされている。そこで本研究では、大きな電子分極率を持ち、高性能なシンチレーション機能が期待されるペロブスカイト型アルミニウム複合酸化物を対象に、その最適な単結晶育成条件の探索、ナノ・マイクロレベルに至る観点からシンチレーション機能・機構を明らかにすることを目的とした。

平成20年度は、単結晶育成化に関する研究において、Ce、Pr、Ndなどを添加したペロブスカイト型アルミニウム複合酸化物をフローティングゾーン (FZ) 法により作製した。その結果、成長速度5 mm/h、回転数20 rpmの条件下において良質な単結晶を育成することが可能であり、X線方位解析では<001>に成長していることが分かった。YAP、GAP系試料のシンチレーシ

オン特性評価として X 線励起発光域を調べた結果、約 350~600 nm 付近に発光域が存在した。<sup>137</sup>Cs によるガンマ線励起発光特性を調べた結果、GAP 系において Ce 濃度によって発光量が異なり、1.0 mol% 添加のとき最も発光量が多くなった。また、Gd サイトに Lu を添加した試料ではさらに発光量が増大した。しかしながら、これらの発光量は YAP と比較して少なく、従来のシンチレータ材料の約30~60%程度であった。また減衰時間を測定したところ、YAP では約30 ns、GAP 系では約8~34 ns の高速成分が存在し、従来のシンチレータ材料よりも速い高速成分が観察された。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 結晶成長、構造・機能材料、セラミックス、光物性、放射線

〔研究題目〕 フェーズフィールドモデルに基づくマイクロ流路内二相流の界面追跡計算法の開発

〔研究代表者〕 高田 尚樹  
(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 高田 尚樹 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

物質検出・生成や製薬において超微量の流体(気体や液体)の反応・分離・混合の新しいプロセスを実現する生物・化学分析システムや化学反応装置は、環境・エネルギー・医療分野等で近年注目されている。それらの設計では、機能を用途毎に最適化するため1~数百 $\mu\text{m}$ 幅の微細流路内の二相(気体-液体、液体-液体)の接触面(界面)を伴う流体现象を詳細に解明・予測できる数値実験(コンピュータシミュレーション)が不可欠となっている。そこで、従来よりも高精度の界面追跡能力、高い安定性と計算効率を有し、かつ従来同様に製品開発のニーズへ柔軟に対応できる、新しい二相流体力学計算法の基盤開発を目的として本研究を平成18年度から実施した。

平成20年度は、本研究者らが開発してきた、非平衡熱力学に基づく界面モデル(フェーズフィールドモデル)を導入する二相流体界面追跡計算法の予測精度を評価するため、液体と固体壁表面との接触性(濡れ性)を考慮できる簡素な境界条件を組み込んで様々な試験の数値実験を行った。まず、空気-水および空気-エタノール系で、濡れやすい表面を持つ空隙100  $\mu\text{m}$ ~5 mm の平板間および矩形管内での毛細管力による界面運動の数値実験結果が理論解と一致することを確認した。また、空気-水系で一辺750  $\mu\text{m}$  の正方断面流路内の単一気泡の速度や内部圧力が適切に予測され、数値実験を安定に実行できた。さらに、温度や溶質濃度で変化する表面張力効果を考慮できるよう計算法を拡張し、液体中に浮かぶ単一気泡がより高い温度領域へ移動する現象の定性的な再現に成功した。以上により、二相流体数値実験への本

計算法の基礎的適用可能性を確認した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 マイクロデバイス、マイクロリアクタ、マイクロ統合化学分析システム、コンピュータシミュレーション

〔研究題目〕 人との対話に基づくロボットの逐次的行動ネットワーク構成法

〔研究代表者〕 Neo Ee Sian (知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 Neo Ee Sian (常勤職員1名)

〔研究内容〕

人間と対話をしながら行動を逐次的に生成するシステムを実現するためには、人間の音声指示に用いられる語彙をロボットシステムで定義される概念とリンクさせ、またロボットの作業計画に用いられるシンボルと物理世界の概念と対応させる必要がある。昨年度までに、既知環境や物体を定義するための物体辞書のほかに、環境とのインタラクションの中で行う視覚・聴覚・触覚によるセンシング・プロセスを知覚行為、身体を用いて環境とインタラクションをするプロセスを身体行為、発話を伴うプロセスをスピーチ行為、また物体や行為の情報をロボットの記憶(データベース)から取得するプロセスを問い合わせ行為として分類した記憶メカニズムにもとづいた行動決定システムを構築した。

本年度はこの記憶メカニズムを使用して、作業目的が与えられた後、ロボットの状態および視覚・聴覚・触覚によるセンシング行為による環境認識結果に応じて、作業データベースに記述された情報に基づいた作業計画を行い、行動実行時には、必要に応じて人間に確認を取るスピーチ行為の発行を含めた人間との対話による作業遂行するシステムを実現した。ヒューマノイドロボット HRP-2を用いて、提案システムの有効性を検証するための実験を行った。提案したフレームワークを用いて、視覚で認識し、オンラインで全身行動を生成することにより、音声指示された物体を運ぶ作業などを実現してきた。ロボットのオンライン身体情報およびセンシング行為による認識結果に基づいたインタラクティブな動作指示や、スピーチ行為を用いた人間との対話による逐次的な行動生成を実現した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 知能ロボット、インタラクティブ教示、行動計画、行動記述手法

〔研究題目〕 組立作業教示のための作業特徴量の抽出と制御方策切り替え条件のモデル化

〔研究代表者〕 山野辺 夏樹 (知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 山野辺 夏樹 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究では、人の持つ高度な組立技能をロボットに実現することを目標としている。複雑な組立作業を実現す

るためには、作業状態を適切に認識し、それに応じて手先の制御方を上手く切り替えていく必要がある。そこで本研究では、「作業状態を適切に表現するための作業特徴量の選定」ならびに「制御方の切り替え条件のモデル化」の方法論の構築を課題としている。

本年度は、データ収集などの下準備および作業特徴量選定手法に関して以下の項目に取り組んだ。

1. 人の組立作業時の実演データ測定：直観的かつ作業方の切り替えが必要な作業である乾電池装填作業を対象として、実演作業中の位置および力のデータを測定するシステムを作成した。個人差やバネ定数などの作業条件の違いを考慮して方法論の構築を行うために、多様な条件での実演データの収集を行った。
2. 組立作業シミュレータの作成：来年度以降に行う制御方の切り替え条件のモデル化および獲得動作の検証のため、実際の作業を良く再現する作業シミュレータの構築を行った。
3. 作業特徴量選定手法の構築：人が作業を行う場合、対象物の形状やコンプライアンス構造など事前に把握できる条件をもとに大まかな作業戦略を構築し、その予測と実際の作業データとの対応付けによって作業状態を認識していると考えられる。そこで、本年度は対象物の構造に着目し、組立作業を実現するための基本的な作業戦略とそれに対応した対象物の基本構造とを提案した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】知能ロボティクス、技能解析、マニピュレーション

【研究題目】ヒューマンエラーと向き合う次世代ロボットののためのリアルタイムの人間信頼性評価機能

【研究代表者】尾暮 拓也（知能システム研究部門）

【研究担当者】尾暮 拓也、横塚 将志  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究は、ロボットと人間が一緒に作業する場合に人間が誤りを犯す可能性があるかどうかをロボットに認識させるための基礎技術を研究するものである。

将来、ロボットと人間が一緒に作業する場合にはその安全確保が最重要課題となる。ロボットそのものに起因する危険性に対する安全技術についてはこれまでさまざまな研究が試みられているが、人間の側に起因する危険性に対する安全技術についての研究もこれと並行して進められる必要がある。

一般に機械側の限界を超えるような人間の誤った判断や行動に関する人間の信頼性を決定する要因はパフォーマンスシェーピングファクターと呼ばれる。これは例えば、人間の性向や熟練度、疲労などである。このようなパフォーマンスシェーピングファクターをロボットのセ

ンサ系によって評価することによって、ロボットの動作速度など、効率と安全性のバランスを決定するような種々の設定値をリアルタイムで調節することができるようになる。

本研究ではパワーアシスト型の次世代ロボットを想定して既存のパワーアシスト機器の操縦履歴をサンプリングし、これの統計的な分散を分析した。この結果、個人個人の操作の熟練度を客観的に観測できることがこれまでに確かめられた。また操縦履歴には熟練度の情報と共に、操縦者固有のパターンが隠されていることが分かった。人間の性向や熟練度の PSF は個人の特性であり、操縦者固有のパターンと関連づけられることから、操縦履歴からの操縦者の弁別性の調査を開始した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット、安全、ヒューマンエラー、センシング

【研究題目】陸上・海底堆積物における細胞外 DNA の分布とその重要性の解明

【研究代表者】竹内 美緒（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】竹内 美緒（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、堆積物試料の遺伝子解析における細胞外 DNA の重要性を解明することを目的としていたが、複数の試料の解析の結果、細胞外 DNA 量は非常に多いものの、そこから得られる遺伝子情報は多くないことから、環境中で様々な損傷を受けて存在しているものと考えられた。地下環境中において、リンの供給源としての重要性は高い可能性があるものの、遺伝子情報としての重要性は低いと考えられたことから、本年度は生きている微生物相を解析する手法として、RNA を用いた手法を確立し、予備的な試験を行った。その結果、陸上地下圏において、様々な微生物が存在することを示すことができた。また、これまでに得られた DNA 解析の結果を国際誌 (Geomicrobiology Journal) に発表した。

【分野名】環境・エネルギー、地質

【キーワード】細胞外 DNA、地下微生物、RNA、微生物相

【研究題目】余震の精密解析に基づく地震発生前の絶対応力場復元に関する研究

【研究代表者】今西 和俊（地質情報研究部門）

【研究担当者】今西 和俊（常勤職員1名）

【研究内容】

地震とは、断層に蓄積された応力はその強度を超えたときに一気に解放される現象である。この地震の発生過程を理解するためには、断層にどれくらいの大さきの応力がどの方向から加わっているのかという応力場の情報が欠かせない。しかし、様々な観測機器の開発や解析方法が発展してきた現在においても、絶対値まで含めた応

力場の情報が地震発生層（内陸では深さ10-15 km 以浅）全体に渡って明らかになっている断層は、現在までのところ無い。そこで本研究では、余震のメカニズム解と本震の断層運動で生じた応力変化を組み合わせた応力テンソルインバージョン法を開発し、地震発生前の絶対応力場を推定することを目的にしている。その際、この解析に耐えうるデータセットを揃えるために、申請者が独自に開発・改良してきた微小地震の解析手法を余震群に適用し、精密解析を実施する。今年度では、以下の成果を得た。

### 1. 2007年新潟県中越沖地震発生前の応力場推定

余震のメカニズム解を推定したところ、広域応力場（逆断層）とは異なる横ずれのメカニズム解が余震域の広い範囲にわたって発生していることが明らかになった。本震後に横ずれの応力場になるためには、本震発生前の応力場が以下の条件を満たす必要があることをフォワードモデリングにより推定した。①最大主応力は WNW-ESE 方向を向いており、他の2つの主応力より卓越していること、②差応力は10MPa 以上、③中間主応力と最小主応力の絶対値の差は2MPa 程度。

### 2. 2007年能登半島地震の余震解析

2007年能登半島地震の余震については、未解析であったマグニチュード1.0~1.7のおよそ2000イベントについて、P 波と S 波の読み取り作業を終えた。マグニチュード1.8以上の余震についてはメカニズム解の推定を開始し、アスペリティ（本震時に大きなすべりが生じた領域）周辺では横ずれ型の余震が多く発生している特長が見られた。

### 3. プログラム開発

余震のメカニズム解と本震の断層運動で生じた応力変化を組み合わせた応力テンソルインバージョン法のプログラム開発と各種数値実験を実施した。本震の断層モデルの推定誤差や余震の震源位置の誤差による影響などの評価は次年度への持ち越しとなった。

【分野名】地質

【キーワード】絶対応力場、メカニズム解、余震、応力テンソルインバージョン

【研究題目】噴火過程モデルの構築へ向けた基礎的研究～火山ガス放出量計測の高精度化～

【研究代表者】森 健彦（地質情報研究部門）

【研究担当者】森 健彦（他1名）

【研究内容】

火山噴火予知のための重要な観測項目である火山ガス（二酸化硫黄）放出量の計測は紫外光吸収の原理を用いて行われている。しかしながら、紫外光が大気中のエアロゾルによって散乱してしまうため、紫外線吸光度が減衰し、火山ガス放出量が低く評価される事態が起こっている。火山活動に与えるマグマ量を推定するためには、火山ガス放出量を精度良く求めることが要求され、噴火

予知のためにも欠かせない情報である。本研究においては、紫外線吸光度の減衰にエアロゾルがどの程度関与しているのかを明らかにし、火山ガス放出量の減衰量の定量化をめざして、大気中のエアロゾル量と火山ガス放出量の同時計測に取り組む。

平成20年度はエアロゾル量計測装置（パーティクルカウンタ）を9月に購入し、研究室でのテストを経て、10月から阿蘇火山での機器の性能試験を兼ねた試行観測に入った。この観測は試行的な物であるため、火山ガス放出量の減衰項である紫外線吸光度と比較できるほどのエアロゾル量の計測データは得られていない。得られた問題点を解消しつつ、21年度には連続観測によって、連続的な大気環境変化を捉えることを目指す。

加えて、20年度には火山ガス放出量の基礎データ収集にも取り組み、阿蘇火山に加えて、火山活動の活発化した霧島火山及び口永良部島火山における二酸化硫黄放出量の測定を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】火山、火山ガス放出量、大気環境、噴火過程、火山活動推移予測

【研究題目】活断層モデルに基づく大地震連鎖可能性評価手法の開発と適用

【研究代表者】長 郁夫（地質情報研究部門）

【研究担当者】長 郁夫（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究の目的は、活断層で発生する内陸地震の発生予測による地震災害の軽減のために、活断層モデルに基づく数値シミュレーションにより内陸地震の連鎖の可能性を評価するための方法を開発し、2007年新潟県中越沖地震の周辺に分布する活断層に適用することである。この目的のもとに、平成20年度は以下の作業を実施した。

探査資料の収集、学術文献のレビューと断層モデルの構築

2007年新潟県中越沖地震周辺に分布する活断層を選び出し構造地質学的環境をレビューした。新潟県の分布する活断層のジオメトリを、同地域で発生した微小地震の震源分布に関する研究報告等を参考にしながら、大枠で同定した。断層面沿いの摩擦パラメータの分布を検討の上、現実的な活断層モデルを構築した。

シミュレータの開発と感度解析

断層内部の相互作用を考慮して2次元問題として地震発生過程をシミュレートするための基礎プログラムに、近傍の地震がもたらす応力変化の影響を考慮して地震の連鎖をシミュレートするためのルーチンを同プログラムに付加した上、パラメータを変えながらシミュレーションを繰り返す処理で計算時間を短縮できるように最適化した。

次に、高速計算機およびデータバックアップ用の大容量ディスクを導入し、パラメータを変えながら多数の計

算を繰り返す基礎解析（感度解析）を実施した。現有設備として計算機を有するが、感度解析やモンテカルロ・シミュレーションのような膨大な量の繰り返し計算を実施するには計算速度に問題があった。そこで近年性能が強化された Linux ベースの高速 PC クラスタを導入し、これに対処した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕活断層、地震、連鎖、応力場、新潟県中越、シミュレーション、地震発生予測

〔研究題目〕海岸砂丘発達史復元のための統合調査解析手法の確立

〔研究代表者〕田村 亨（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕田村 亨、渡辺 和晃（常勤職員2名）

〔研究内容〕

日本列島の主に日本海側に発達する海岸砂丘は、完新世において飛砂の盛んな活動期と、植生に覆われた固定期を繰り返し経てきたと言われ、これらは人間活動や海面変動、気候変動に関連していると考えられる。しかしながら、従来は露頭分布に依存した観察と、遺物による年代決定により研究されてきたことから、これら手法の限界により、詳細な理解がされてこなかった。そこで、地中レーダとルミネッセンス年代測定、およびハンドオーガーによる地下試料採取を組み合わせた調査手法を確立し、海岸砂丘の堆積物に記録された過去の環境変動を詳細に読み取ることを試みる。平成20年度は、鳥取砂丘において、合計2.5 km 長、3測線において地中レーダ探査を行い、最大25 m 深の砂丘の地下断面を得た。また、露頭においてルミネッセンスの試料採取と外部委託による年代測定を行い、4.5～5.7万年前と言われる大山倉吉バミス（DKP）の下位の地層から、3～5万年前、上位の地層から300年前の年代値を得た。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕物理探査、年代測定、古環境解析、沿岸

〔研究題目〕細胞機能における糖鎖認識の役割

〔研究代表者〕舘野 浩章（糖鎖医工学研究センター）

〔研究担当者〕舘野 浩章（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では(1)ヒトに発現するレクチンの糖鎖結合特異性を詳細に解析すること、(2)糖鎖リガンド発現細胞を同定すること、(3)レクチンと糖鎖の相互作用が細胞機能に及ぼす影響を明らかにすること、によりレクチンの糖鎖への結合を介した新たな機能について明らかにすることを目的としている。

本年度は type II C タイプレクチンに属する4種類のレクチン（DC-SIGN、DC-SIGNR、LSECtin、Langerin）の詳細な糖鎖結合特異性を糖鎖複合体アレイとフロンタル・アフィニティークロマトグラフィー（FAC）で解析した。その結果、DC-SIGN、DC-

SIGNR、LSECtin はマンノースとフコースに加えて、アガラクト N 型糖鎖に高い結合親和性を有することを初めて明らかにした。これらレクチンはアガラクト N 型糖鎖を有する糖タンパク質に結合して細胞内に内在化する機能を有することがわかり、アガラクト糖タンパク質のクリアランスに関係していることが示唆された。また、アガラクト N 型糖鎖を表層に発現する細胞に結合、接着する機能を有することがわかった。また、Langerin に関してはマンノースに加えて新たにガラクトースの6位が硫酸化された硫酸化糖鎖に結合する活性を有することを明らかにした。KS6ST 硫酸転移酵素が Langerin リガンドを合成する活性を有することが分かった。KS6ST の発現は脳と脾臓で高く、実際に Langerin リガンドがこれら組織に発現していることを明らかにした。また、Langerin はカンジダやマラセチアなどの病原真菌に対して結合する活性を有することがわかり、自己と非自己両方のリガンドを認識する機能を有することを明らかにした。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕糖鎖、レクチン

〔研究題目〕側頭葉におけるノイズ画像認知の神経機構の解明

〔研究代表者〕松本 有央（脳神経情報研究部門）

〔研究担当者〕松本 有央（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本研究では、目が見えなくなったヒトのために物体の認知機能を補填するような人工的な神経回路を構成することを最終的な目的とする。そのために、物体の認知に重要な役割を果たしている側頭葉の神経細胞の情報処理機構を解明することを本研究の目的とする。ヒトは、画像にノイズが混入した状態でも元の画像と同じものと認識できる。また、顔が他の方向を向いていても同じヒトだと認識できる。これは脳の視覚系において、似た画像が網膜に入力されると見たことがある画像を復元しているからであると考えられる。本研究では、ヒトがノイズ画像を見たときに、元の画像と同じものだと認識する処理過程は、人工神経回路モデルである連想記憶モデルに基づいていると仮説を立て、それを証明するためにサルの側頭葉から神経細胞活動を記録する。平成20年度は、次のような行動実験をサルに訓練した。サルをモニターの前に座らせ、目の前にあるバーを握るとタスクが始まり、白黒パターン画像が提示される。その後赤い正方形が現れ、緑色に変わったらサルはバーを放すように訓練した。パターン画像によって、サルは報酬をもらえたりもらえなかったりする。サルは報酬がもらえる試行ではもらえない試行より早くバーを放すことがわかった。このことより、サルはどの組み合わせが報酬をもらえるかわからないかを学習したといえる。今後このタスクを実行中のサルの側頭葉から神経細胞活動を記録する予定

である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 側頭葉、行動実験、神経活動

【研究題目】 側頭葉における記憶形成の情報処理メカニズムの解明

【研究代表者】 菅生 康子（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 菅生 康子、内山 薫  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究の目的は、霊長類の脳の神経回路網の構造によってなされる、記憶形成のメカニズムを明らかにすることにある。そのため、既存の研究による知識の蓄積がある、視覚情報の記憶に関わる情報処理を解明する。長期記憶に関連する（あるいは記憶形成後の）下側頭皮質のニューロン活動を再現する神経回路モデルは提案されている。記憶の神経メカニズムを明らかにするためには、十分条件として、その神経回路モデルが記憶形成中のニューロン活動も再現することを示す必要がある。現状では、記憶形成中の下側頭皮質のニューロン活動についてモデルの立場からの予測はあるが、その実験的検証が遅れている。そこで本研究では、単一ニューロン活動の記録実験を行い、記憶形成中の情報処理を究明する。

本年度は、2頭のサルを用いて、視覚刺激の記憶形成課題を訓練した。記憶形成中のサルの内側側頭皮質より単一ニューロン活動の記録を行った。対照実験として、視覚刺激を注視中のニューロン活動も記録した。記憶形成後のニューロン活動に含まれる情報および、注視中のニューロン活動に含まれる情報を解析した。その結果、内側側頭皮質のニューロンの多く（7割）で、記憶形成後のニューロン活動と視覚刺激を単に注視中のニューロン活動とが異なることを観察できた。この結果は、記憶形成によって、内側側頭皮質の神経回路網が変化したことを示唆する。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 脳・神経、神経科学、学習・記憶

【研究題目】 テストに基づく補題発見法を用いた安全性自動検証器の開発

【研究代表者】 高橋 孝一  
（システム検証研究センター）

【研究担当者】 高橋 孝一、関澤 俊弦、中野 昌弘  
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

プログラムの正当性において基本的かつ重要である、不変性の自動検証手法の開発を目的とする。不変性はプログラムの実行によって起こりうるそれぞれの状態において、前後の状態に関わらず成否が決定できる性質である。不変性の自動検証手法として、不動点帰納法が提案されているが、証明成功に必要なひらめきの情報、つ

まり人が補題を与えなければ、多くの問題において自動証明は困難である。

本研究は、証明に必要な補題を自動発見することで、不動点帰納法の証明力を向上させる。不動点帰納法によって得られる部分的な情報を元に大量に補題候補を生成し、各候補を並列的に検査することで、多くの問題が自動証明可能となることを期待する。

既に知られている自動証明技術を簡便に取り入れるため、検証エンジンとして SMT を採用し、不動点帰納法に必要な最弱事前条件計算の実装を行った。SMT の本来の使用法と若干異なるため性能が著しく低かったが、コードを修正することで最低限の性能を確保した。

【分野名】 情報通信

【キーワード】 形式仕様、自動検証、安全性、帰納法

【研究題目】 地下圏メタンフラックスに関与する新規な嫌気呼吸未培養細菌の探索と分離培養

【研究代表者】 堀 知行  
（ゲノムファクトリー研究部門）

【研究担当者】 堀 知行（他1名）

【研究内容】

実環境での微生物代謝生理を同定する同位体追跡技術の適用により、陸上地下圏においてメタンの産生抑制や分解に関与する微生物の存在が明らかになってきている。本研究では、嫌気土壌圏メタンフラックスに中心的に関わる未知細菌群を分子生態学的手法によって探索し、さらに分離培養することを目的とした。まず初めに、分離培養の微生物接種源である美唄湿原土壌の分子生態解析を行った。*pmoA*、*mcrA*、16S rRNA 遺伝子のクローン解析の結果、美唄湿原では Type I メタン酸化細菌や Fen cluster に分類される新規なメタン生成古細菌群が優占化していることが明らかとなった。現在、水素資化性メタン生成菌の基質競合細菌（還元的酢酸生成菌）に関する生態学的知見を得ることを目的として、アセチル CoA 経路の鍵酵素遺伝子 (*fhs*) を標的としたクローン解析を進めている。また酢酸資化性メタン生成菌と基質競合関係にある鉄還元細菌を分離培養すべく、難分解性の結晶性酸化鉄 (Goethite や Lepidocrocite など) を電子受容体とした集積培養実験を開始した。しかし、これまでのところ新規な鉄還元細菌の純粋分離には至っていない。さらに嫌気環境メタン動態に直接的に関与する嫌気メタン酸化微生物の取得を目指したバイオリアクターを考案・設計した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 微生物群集、分子生態学的手法、メタン動態

【研究題目】 ホタルルシフェリン生合成酵素の単離

【研究代表者】 丹羽 一樹  
（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】丹羽 一樹（常勤職員1名）

【研究内容】

ホテルに代表される光る生物は、生体内の化学反応で光を作り出している。このような発光反応は、簡便で高感度な分析ツールとして、臨床検査や食品衛生検査などいろいろなところで応用されている。新しい発光反応系が発見されると、その反応を利用した新しい分析ツールの応用開発が可能になる。我々はこれまでに、ホテルルシフェリンが L-システインより生合成されることを見だし、生合成反応を利用した発光反応系を開発し、その有用性を検討してきた。本研究ではこの生合成経路に着目し、本研究ではこの生合成経路に着目し、そのメカニズムや進化的起源、更には生合成反応の利用技術等の検討を行う。本年度は、未同定の生合成関連酵素（CoAチオエステラーゼ）について研究を進め、大腸菌あるいはヒトの CoAチオエステラーゼにもホテルルシフェリン生合成活性が認められることを確認し、ホテルルシフェリン生合成系を進化的に獲得するにあたり、生物にとって普遍的な酵素を効率よく利用してきたことを示唆する結果を得た。一方、生合成酵素を利用することで、生体内システイン分子を生物発光反応により短時間かつ低コストで分析する方法を確立することに成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】生物発光、生物機能、バイオイメージング

【研究題目】毒物に結合するペプチドの単離と毒物測定への応用

【研究代表者】大沼 克彦

（バイオニクス研究センター）

【研究担当者】大沼 克彦（他1名）

【研究内容】

生物体は微生物や他の生物体由来の外因性の毒素に曝されており、毒素は食中毒や毒性のショック症状により生体に重篤な症状を引き起こし、社会的な不安をもたらす。本研究は、ファージディスプレイ法を用いて毒素の検出と無毒化を可能にする、新規の毒素結合ペプチド素子の開発を目的とする。本年度は、標的毒素に対して特異的な結合能を持つペプチドを発現しているファージ分子を単離し、標的毒素に結合するペプチドの配列を明らかにすることを目的とした。標的毒素としてタンパク質毒素とペプチド毒素の使用を試みた。タンパク質毒素抗体のペプチドマッピングにより、抗体に結合する毒素ペプチドをファージペプチドライブラリーからスクリーニングを行った。5回の濃縮を行ったが、これらの抗体に結合するファージを得ることはできなかった。一方、ペプチド毒素を用いて、毒素結合ペプチドのマッピングを試みた。5回の濃縮を行ったが、毒素結合ペプチドを発現しているファージを得ることはできなかった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオ素子、バイオセンサ、ペプチド、蛋白質

【研究題目】無機炭酸利用能を持つ細菌群集の海洋物質循環過程への関わり

【研究代表者】山田 奈海葉（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】山田 奈海葉（常勤職員1名）

【研究内容】

海中中には、炭素量換算すると大気中の二酸化炭素の60倍にも相当する大量の無機炭酸が存在している。海洋細菌の中には、有機物だけではなく無機炭酸を基質として取り込み、有機物に変換する能力を持つ細菌が存在する。本研究では、無機炭酸利用能を持つ細菌の存在量について安価に調べる方法および無機炭酸を取り込んで有機物に変換する速度等を知るための分析方法について検討し、現場実験によって検証することを目的とした。

平成20年度は、前年度に確立した無機炭酸利用能を持つ細菌の存在量について調べる方法に加え、細菌群集が無機炭酸を取り込んで有機物に変換する速度を調べる方法として、放射性同位体標識された重炭酸塩を用いた測定を検討した。これらを用い、平成20年度8～9月に実施された、学術研究船白鳳丸 KH08-2次航海において、亜寒帯、中緯度、亜熱帯の3種類の海域において、無機炭酸利用能を持つ細菌群集の割合および無機炭酸を利用した有機物生産速度等について、方法の検証および評価を行った。無機炭酸塩利用能を持つ細菌群集は中深層で割合が多くなる報告があることから、本研究では水深100 m および2,000 m のふたつの水深で実験を行った。実験の結果、無機炭酸利用能を持つ細菌の割合と無機炭酸を利用した有機物生産速度との間には相関が確認された。また、一概に、中深層で存在割合と無機炭酸を利用した有機物生産速度が高いとは言えず、亜寒帯海域の両水深と中緯度および亜熱帯海域の2,000 m 水深では無機炭酸利用能を持つ細菌はほとんど確認されなかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】海洋物質循環、無機炭酸、海洋細菌

【研究題目】電場勾配型高精度 TOF-MS 装置の開発

【研究代表者】全 伸幸（計測フロンティア研究部門）

【研究内容】

飛行時間型質量分析法とは、生体分子イオンに高電圧を印加することにより加速、飛行させたときの飛行時間を計測することにより、生体分子等の同定を行うものである。本研究において提案された電場勾配型イオン加速法は、イオン加速部において、イオンの加速方向とは逆勾配の高電場を生成し、イオンの初期エネルギーおよび初期位置を強制的に揃えてやり、あるタイミングで高電圧パルスを生じさせてイオンを加速することにより、高い質量分析精度を目指したものである。当該装置の加速部は、3枚の電極から成り、1段目と2段目の電極には、



パルス立ち上がり時間が100 ns、出力がそれぞれ7777 Vと7000 Vの高速高電圧パルスを任意のタイミングで印加することを可能とした。静電場シミュレーションにおいては、3段目の電極の電圧に依存せず、イオンの軌道および質量分解能に有意な差は確認されなかったが、実際に電位を0 Vから徐々に上げてゆくと、検出されるイオン数が明らかに減少することが確認された。ゆえに、電場勾配型イオン加速法を実現させるためには、イオンが加速電極部に侵入して来た後、3段目の電極に直流電圧ではなくパルスの6222 Vの高電圧を与えてやる必要があることが分かった。

【分野名】標準・計測

【キーワード】質量分析、超伝導検出器、TOF-MS、高電圧パルス、静電場シミュレーション

【研究題目】米試料中農薬類のモニタリング調査

【研究代表者】大竹 貴光（計測標準研究部門）

【研究担当者】大竹 貴光（常勤職員1名）

【研究内容】

近年、農薬混入事件等の影響で、食品の安全安心に対する関心が高まっている。食品中の農薬については、わが国において一定量を超過して農薬等が残留する食品の販売等を禁止する「ポジティブリスト制度」が平成18年5月に導入されたこともあり、一般の消費者からも注目されている。農薬は病気や害虫などから農作物を守る等の目的として使われているが、使用量を適切にしなければ食品に農薬が残留することもあり、それを食すことによって食品経路で農薬に曝露することが考えられ、場合によってはヒトの健康に悪影響を及ぼすこともある。しかし、食品経路の農薬曝露については十分に評価が行われていないのが現状である。そこで本研究では、消費量が多い食品の1つである米を摂食することに伴う農薬類曝露に着目し、将来的に曝露量評価を行うための下地として、国内で流通する米の農薬類の濃度レベルモニタリングを行うことを目的とする。

今年度は、実際に収集した米試料中の農薬類を、昨年度最適化した条件を用いて分析し濃度レベルをモニタリングした。具体的には、論文等の情報を元に対象農薬類および米試料を選定し、一般に流通する米試料に含まれる農薬類10種を定量した。収集した米54試料について分析した結果、玄米1試料から殺菌剤である *ferimzone* が検出されたが、解析の結果濃度レベルは低く、健康等に問題がないと推測されるレベルであることがわかった。既往の研究において米試料中の農薬類をモニタリングしている例は少なく、今後、米を摂食することによる農薬類の曝露量調査を行う上で、本研究は貴重なデータの1つとなるであろう。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】残留農薬、食品、分析、米、モニタリング

【研究題目】ソフトウェアによる高精度パケットスケジューリング機構の開発

【研究代表者】高野 了成（情報技術研究部門）

【研究担当者】高野 了成（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、大容量ネットワークにおける帯域保証を実現するために、ソフトウェアによる高精度かつ柔軟性のある新しいパケットスケジューリング機構を開発することを目的とする。提案機構では、従来方式のように単位時間当たりの平均送信レートではなく、パケット単位で送信間隔を精密に制御することで、ネットワーク利用率の向上と柔軟なパケット優先度制御の両立の実現を目指す。研究計画として、主に平成20年度は提案機構の設計と開発を行い、平成21年度は評価実験を行う。研究開発した成果は、国内外の学会での発表に加えて、オープンソースライセンスに基づいたソースコードの公開により広く意見を求め、研究へのフィードバックとする。平成20年度は提案機構をLinuxオペレーティングシステム上に実装し、10ギガビットイーサネット環境での動作確認および基礎的な評価を行った。実験結果より既存のトークンバケット方式を用いた実装（Linux HTB）と比較して、より精密なトラフィック隔離と公平な帯域共有を実現できることを確認した。本成果として、2009年2月に開催された情報処理学会ARC・HPC研究会（HOKKE2009）にて論文「精密な帯域共有とトラフィック隔離を実現するパケットスケジューリング方式」を発表した他、2008年11月に米国テキサス州で開催されたSC2008のResearch Exhibitにてポスタ展示を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】帯域制御、インターネット高度化、計算機システム

【研究題目】能動的音楽鑑賞支援のための楽曲推薦技術に基づくソーシャルネットワーク構築

【研究代表者】吉井 和佳（情報技術研究部門）

【研究担当者】吉井 和佳（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、ユーザに対して高精度かつ優れたレスポンスで楽曲の推薦が可能な推薦技術およびユーザがシステムとのインタラクションを通して能動的に推薦結果をコントロール可能にするための技術の開発を行う。この研究では、より自分の好み・その時の気分にあった推薦をユーザが受けられるようになることを目的とする。これを達成するため、まず、(1)音楽音響信号のさまざまな音楽内容（音楽の三大要素であるリズム・メロディ・ハーモニーなど）を自動認識し、推薦結果に効果的に反映させる手法について研究する。さらに、(2)ユーザが推薦を受ける際に重視する内容へ重み付けができるようにしたり、同じ好みを持つユーザを発見できるようにしたりするなどソーシャルネットワークとしての機能を強

化する。このようなシステムを開発するうえで、インタフェースの実装も並行して行う。

平成20年度では(2)に関して、音楽内容とユーザの評価とを両方考慮して推薦を行うハイブリッド型音楽推薦システムをWEBアプリケーションとして実装した。発表した学会で多くの来場者に体験してもらった結果、従来の推薦システムより好ましい結果が得られると好評を得た。今後、推薦結果を能動的に自分好きなものに調節できるように確率モデルを改良していく土台とする。一方、(1)に関しても、ユーザの好みに合う推薦を行うための有用な音楽特徴量の検討、推薦の基礎となる確率モデルの改良などを行った。特に、主にポピュラー音楽を扱う上では歌唱特徴量が重要であることが分かってきたので、これを取り入れることでさらに柔軟かつ高精度な推薦が可能であると期待できる。複数の特徴量を統合する方式および動的重みづけについては引き続きの検討課題とする。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】音楽情報処理・音楽推薦

【研究題目】メタゲノムライブラリーを利用した未知遺伝子スクリーニング法の開発

【研究代表者】内山 拓（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】内山 拓（常勤職員1名）

【研究内容】

新規な有用酵素遺伝子を獲得する方法として、微生物の分離・培養のステップを経ない、メタゲノムライブラリーを利用した手法が注目を集めている。研究代表者も新しいメタゲノムライブラリースクリーニング法として、SIGEX (Substrate-Induced Gene Expression) 法を考案し、発表をおこなっている。しかしながら同法には、クローン化される遺伝子群が宿主の転写システムとの相性に依存するという欠点があった。そこで研究代表者は、より多様な微生物群から遺伝子を取得する為、本研究において SIGEX の宿主範囲の拡張を行うこととした。宿主候補として、産業有用微生物であり、またモデル生物としても研究が盛んな *Bacillus subtilis* を利用する系の構築と、耐熱性酵素の取得を考慮し、好熱菌 *Thermus thermophilus* についても系を構築する事とした。

平成20年度は、平成19年度に作製した *E. coli*, *T. thermophilus* 両宿主で利用可能な SIGEX 用オペロントラップシャトルベクターを用いてメタゲノムライブラリーの構築を試みた。しかしながら、*T. thermophilus* ではベクターが宿主ゲノムと相同組み換えを起こし、取り込まれる様な現象が観察されたため、当該ベクターを用いてのメタゲノムライブラリーの構築は断念した。*E. coli*, *B. subtilis* 両宿主で利用可能な SIGEX 用オペロントラップシャトルベクターに関してもメタゲノムライブラリーの構築をこころみた。メタゲノムは温泉から抽出した

メタゲノムを用い、最終的に10万クローン以上の異宿主ライブラリーの構築に成功した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】メタゲノム、メタゲノムライブラリー、スクリーニング

【研究題目】磁束量子を利用した量子交流電圧標準の研究

【研究代表者】前澤 正明

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】前澤 正明、浦野 千春、平山 文紀

(常勤職員3名)

【研究内容】

本研究は、単一磁束量子デジタル/アナログ変換器と誘導分圧器を主構成要素とする量子交流電圧標準のシステムの開発を目標とする。平成20年度には以下の成果を得た。

(1) デジタル/アナログ変換器の開発：10ビットデジタル/アナログ変換器を試作し、低速機能試験で完全動作を確認できるチップを得た。しかし、10 MHz 駆動波形合成実験においては、主として測定システムの不調により、目標とする帯域1 kHz の正弦波合成には至らなかった。測定システムの不調は被測定回路の規模が増大し測定電流が著しく増加したことに起因すると考えられるため、平成21年度は測定システムの改造を実施する。また、回路方式の検討においては、バイナリコード入力による現行の変調方式では電圧レベル切り替え時の過渡現象による出力電流の流出のため精度低下のおそれがあることを明らかにした。これを改善するために、高出力電流化した新型出力回路を設計試作し基本動作を確認した。

(2) 誘導分圧器の開発：量子交流電圧標準用誘導分圧器のプロトタイプ一号機を試作した。動作確認のために、市販の高精度発信器の出力を分圧し、ジョセフソン接合アレイを外部変調して発生した振幅10 mV の正弦波電圧との比較を行った。誘導分圧器の基本動作を確認し、市販の高精度発信器の出力電圧の振幅安定度は1 kHz 帯において高々三桁程度であることを示した。誘導分圧器を用いた交流電圧の精密昇圧については、システム全体の方式の検討を行い、周辺回路の設計に着手したが実証実験には至らなかった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】計測工学、超伝導回路

【研究題目】地下圏内メタン生成・消費活動に関わる未知微生物群の分離培養と動態解析ツールの開発

【研究代表者】鎌形 洋一

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】鎌形 洋一、坂田 将、吉岡 秀佳、

竹内 美緒、鈴木 庸平  
(常勤職員5名、他3名)

#### 【研究内容】

本研究課題はこれまで実体が明らかになっていないメタン生成古細菌ならびにメタン酸化微生物の集積、それに続く分離培養ならびに動態解析にある。集積・分離培養にあたっては、実環境試料に必ずと言ってよいほど混在する生育の速いメタン生成古細菌やメタン酸化細菌を排除するために、実環境濃度に近い低濃度ガス供給を基本とした新規集積・分離培養手法を確立し、実際の地下圏とその周辺環境におけるメタンの生成と消費に係わる微生物を明らかにすることを目的とする。

地下圏におけるメタン生成活動に係わるメタン生成古細菌の分離培養は技術的にも極めて困難であり、まず、目的微生物の集積手法の検討が必要である。初年度は水素を低濃度で供給可能な酢酸資化性水素発生型微生物との共培養法によって地下圏試料からメタン生成古細菌の集積ならびに分離培養を試みた。その結果、天然ガス産生地下圏試料から水素発生型発酵性微生物と強固な共生関係を構築しながら生育するメタン生成古細菌の単離に成功した。本菌は当該天然ガス産生地下圏で優占的に存在する微生物であることが分子系統解析の結果から明らかになった。これとは別に従来までほとんど分離例のない海洋性メタン酸化細菌の集積にも成功した。本菌は他の複数の微生物の存在を生育に要求するなど、異種微生物間相互作用に基づく生育が見られる事を明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス、地質

【キーワード】微生物群集、メタン生成古細菌、メタン酸化細菌、地下圏、海洋圏、分子系統解析、水素、メタン、共生微生物

#### 【研究題目】マルチメディア型会議録の構造化に関する研究

【研究代表者】浅野 太 (情報技術研究部門)

【研究担当者】浅野 太、麻生 英樹、緒方 淳、河本 満、松坂 要佐、山本 潔  
(常勤職員5名、他1名)

#### 【研究内容】

企業における顧客とのミーティングや公的機関における委員会など、会議録を作成する需要は非常に多い。しかし、小規模の会議では、議事録を作成するにはコストがかかりすぎ、ビデオなどで収録した場合は、会議の内容を把握するために、収録した内容をすべて再生する必要があり、効率が悪い。本研究では、会議において、だれがいつどういう内容を発言したかを解析し、これに基づいて、視覚化・構造化されたマルチメディア・コンテンツを自動的に作成することを目標とする。これにより、会議を収録したデータの中から必要な情報に効率的にアクセスしたり、会議録のダイジェスト版を作ったりすることが容易にできるようになる。平成20年度は、前年度

までに作成した会議収録デバイス、音響処理ソフトウェア、映像処理ソフトウェア、および会議ブラウザを、システムとして統合し、実装した。また、会議収録デバイスを複数作成し、実際の会議に適用し、会議録コンテンツを作成して、実証実験を行った。この結果、文字認識率57.2%、キーワード認識精度53.9% (F 値)を得た。これは、当初予測していた認識精度と概ね一致する結果である。また、音声認識における言語モデルのトピックへの適応について検討した。実際の会議を8時間程度収録し、書き起こしを行い、言語モデルの適応を行った結果、認識率が16%程度向上した。このことから、会議録における言語モデルのトピックへの適応は、不可欠と言える。成果発表については、2008年10月14日にプレス発表を行った。また、産業技術総合研究所オープンラボに出席した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ヒューマンインターフェース、マルチメディア

#### 【研究題目】機能的結合に基づく神経情報ダイナミクス・デコーディング

【研究代表者】工藤 卓

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】工藤 卓、清原 藍

(常勤職員1名、他3名)

#### 【研究内容】

目標：

神経細胞間の機能的結合性の時間変動に着目し、時間方向の情報を入れ込んだ新しいダイナミクス・デコーディング解析を、生物学的知見と情報工学的手法とを融合することにより実現することを目標とする。

研究計画

- (1) 前年度までに確立した培養系と、神経接続パラメータ推定ソフトウェアを用いて、神経細胞間の機能的結合変化を解析するとともに、解析手法のブラッシュアップを行う。また、解析結果の視覚化ソフトウェアを開発する。
- (2) 神経活動ダイナミクスの解析を行う。自発的活動電位の安定性を定量化し、これをコントロールする分子メカニズムを解析するとともに定常的活動の最小時間幅を検討する。
- (3) 電流刺激誘発電位の定常性を見積もり、自発的活動電位の定常性との関連性を議論する。

年度進捗状況

本研究では、神経細胞間の機能的結合性の時間変動に着目し、時間方向の情報を入れ込んだ新しいダイナミクス・デコーディング解析を、生物学的知見と情報工学的手法とを融合することにより実現することを提案する。本年度は、神経回路網の結合パターンの規則性や論理性を T-ノルム、T-コノルム演算子を用いて抽出し、特長

量として解析することを試み、この手法で機能的結合が適切に見積もれることを確認した。また、電流刺激による外界情報の入力に関し、自発活動と誘発活動の関係性を考察した。特に、誘発活動と自発活動の相互作用を論じるために電気刺激後の活動頻度のばらつきと自発活動のみのばらつきとを比較し、その時間依存的な変化を解析した。電流刺激の印加により、刺激後の初期相においては、活動電位頻度が減少し、試行ごとのばらつきが安定する区間が存在すること、刺激によってその後10秒以内の活動頻度が全般的に減少することが見いだされた。これらの結果から、自律的に再構築された培養神経回路網において、自発活動と誘発活動の時空間パターンはそれぞれが神経回路網の一つの状態を構成していることが示唆された。さらに情報表現の時間チャンク幅を検出するために、自発活動の周期性をFFT解析により検証し、電流刺激により誘導される変化が、特に1Hz付近の周波数帯において顕著に見られることを見いだした。1Hz付近の周波数帯はスーパー・バーストと呼ばれる階層的なバースト活動がある部分であり、電流刺激による影響は、ネットワークのより大局的な性質に影響が大きい可能性が示唆された。これらの実験は自発的活動電位の安定性を定量化するために重要な知見を提供する。以上の結果を論文にまとめ、複数の英文誌、和文誌に投稿した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】複雑系、T-ノルム、神経工学、BMI、神経情報コード

【研究題目】視覚障害者の立体認識機構の研究および立体幾何学教材の開発

【研究代表者】手嶋 吉法  
(デジタルものづくり研究センター)

【研究担当者】手嶋 吉法、池上 祐司  
(理化学研究所)、  
大内 進  
(国立特別支援教育総合研究所)、  
金子 健  
(国立特別支援教育総合研究所)、  
藤芳 衛 (大学入試センター)、  
山澤 建二 (理化学研究所)、  
渡辺 泰成 (帝京平成大学)  
(常勤職員1名、他6名)

【研究内容】

2006年度より4年計画で、(a)視覚障害者の触覚鑑賞の世界を広げる立体模型の開発、(b)視覚障害者の立体認識を高める学習方法の開発、(c)視覚障害者と晴眼者の立体認識機構の違いの解明や特徴づけなどに取り組んでいる。

2008年度の主な成果は、新規に開発した立体模型と海外調査の2つである。まず、立体模型から述べる。(1) エッシャーパターン「木」：これは1種類のピースだけを

用いて3次元空間を完全充填することが出来る。ピースの配置は、周期構造となっており、結晶学の空間群を用いて記述できる。ナイロン粉末を用いた積層造形法による模型を作製し、国際結晶学会議(8月・大阪)にて発表し、好評を博した。(2) 準正多面体の完全セット(16種類)：準正多面体は、13種類と数えられることもあるが、[3, 4, 4, 4] に関してはもう1つミラーの多面体が存在し、[3, 3, 3, 3, 4] および [3, 3, 3, 3, 5] に関しては、それぞれの鏡像異性体が存在するので、これらを全て含む16種類の模型をナイロン粉末の積層造形で作製した。石膏粉末を用いた場合よりもエッジの鋭さが良く表現されている。(3) 円の回転運動により生成される2つの曲面：1つはミスドーナツと名付けられた曲面であり、水平面に対し45度傾けた円を水平面と垂直な軸の周りに180度回転させて得られる。もう1つは、ある水平な軸の周りで円を水平に保ったまま360度回転させて出来る曲面である。どちらも空間内の軌跡が作る曲面であり、空間幾何学に新しい視点を持ち込むものである。海外調査は、10月にミラノ盲人協会、オメロ美術館、アンテロス美術館、ルーブル美術館、パリ盲学校、ルイブライユ生家博物館、科学産業展示館を視察した。いずれも視覚障害関連施設および視覚障害者バリアフリーに取り組んでいる一般の施設である。本プロジェクト内で詳細な視察報告書を作成した(これらは、月刊誌「視覚障害—その研究と情報」の2009年4月号から8月号に連載される)。

【分野名】ナノテク・材料・製造

【キーワード】立体模型、視覚障害、触覚、立体認識、投影図、数学曲面、多面体、科学模型

【研究題目】摩擦電磁気現象の根源的解明とトライボプラズマ応用技術の開発に関する研究

【研究代表者】中山 景次  
(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】中山 景次(他1名)

【研究内容】

本研究においては、摩擦電磁気学の新学問分野開拓と産業界におけるトライボプラズマに基づく技術革新を目指して、摩擦電磁気発生機の根源的解明とトライボプラズマ応用技術の開発研究を行っている。そのために、摩擦電磁気現象の新計測技術を開発しつつその発生機構の解明を行い、さらにプラズマの作用機構を多角的に究明しつつプラズマ制御技術とプラズマ応用技術の開発を行っている。発生機構の究明に関しては、先端に曲率を有するダイヤモンドピンを単結晶  $\text{Al}_2\text{O}_3$  ディスク上、単結晶  $\text{MgO}$  ディスク上、単結晶  $\text{SiO}_2$  ディスク上を滑らせ、放出された光子の二次元像を乾燥すべり下と油潤滑下で計測した。その結果、乾燥すべり下ではいずれの材料でもトライボプラズマは接触点後方すきまにリングに沿って形成されたが、油潤滑下では摩擦トラックに沿って線状に発生した。乾燥摩擦下では摩擦帯電により発生した高

電界により、ディスク表面から放出された電子が加速されて電子なだれ現象が発生し、それによる周囲空気分子の放電がプラズマ発生原因であったが、油潤滑下においても接触点の後方隙間に発生する気泡内での放電によりトライボプラズマが発生することを明らかにした。また、応用技術開発においては、マイクロプラズマ発生装置を試作した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 トライボプラズマ、摩擦電磁気、摩擦帯電、放電、トライボロジー

【研究題目】 ナノ薄膜層状伝導システムの創生とコヒーレント伝導制御

【研究代表者】 塚越 一仁

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 塚越 一仁、小高 隼介

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

ナノスケール層状物質を単層あるいは数層の薄膜に剥離して電極を作製することで、移動度の高い低次元伝導システムとなる。各層は原子スケール厚であり、この高い移動度を有する系では電気伝導がコヒーレントであることが期待される。これを実証するために、炭素系層状物質であるグラファイトを剥離して単層あるいは少数層の炭素超薄膜伝導システムの構築を試みた。SiO<sub>2</sub>基板上にグラファイトを押しつけて薄膜を剥ぎ取り、光学顕微鏡観察によって特に薄い膜を選び出し、微細加工によって電極を作製した。まず、この光学顕微鏡観察において、従来の経験則に強く依存した原子薄膜枚数決定法に対して、CCDシステムを導入して機械的に確実に枚数を確定できる方法を確立した。これはSiO<sub>2</sub>/Siでのグリーン光の反射強度をCCDで検出して数値化することで、SiO<sub>2</sub>/Si上のグラフェン薄膜での光反射強度の低下を精密に再現性よく検出することで実現した。グラフェン1枚増えるごとに、おおよそ8%の光が減衰する。この方法によって、1層もしくは2層のグラフェンを効率的に集めて、研究を進めることに成功した。この総数決定は、前年度の炭素超薄膜の層間方向の電場遮蔽長の推定結果(1.2 nm)を基として、電気伝導のゲート変調可能な膜厚である。このグラフェンの膜厚方向に強電界を印加すると、2層グラフェンに限って抵抗の指数関数的な増大が起こることを見出した。この抵抗増大は、元来ゼロギャップ半導体であるグラフェンにバンドギャップが導入されたことを示唆し、今後のグラフェンエレクトロニクスへの展開を示している。今後、更なる特性の解明を進めて、エレクトロニクス応用などへの模索を試みる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 グラフェン、コヒーレント伝導、薄膜

【研究題目】 ナノチューブ内に束縛された原子・分子

の構造制御と物性研究

【研究代表者】 片浦 弘道

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 真庭 豊、宮田 耕亮

(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

カーボンナノチューブ(CNT: Carbon NanoTube)は、直径1.5 nm程度の炭素の筒であり、その内部には1 nm程度の細い空間が存在する。CNTの生成直後は、内部は真空であると考えられているが、CNT両端のキャップを除去する事により、気体分子をはじめとする様々な分子を内部に取り込むことが可能になる。これまでに、同じ炭素のみからなるフラーレン(C<sub>60</sub>やC<sub>70</sub>等)や、水分子、ベータカロテンなどの有機分子が挿入可能であることが示されて来た。特に、水分子の場合は興味深く、温度を下げるとCNT内部で水は氷になるが、その際通常の氷ではなく、筒状の氷、つまりIce-Nanotube(Ice-NT)が形成されることがわかっている。

本研究課題では、これらCNT内部に形成される新たな構造体に着目し、その構造制御とそこに現れる新たな物性を明らかにする事を目標としている。今年度は比較的反応性の高いセリウム有機化合物であるセロセンをSWCNT内に挿入し、加熱処理によりどのような変化が生じるか、詳細に検討をおこなった。その結果、セロセン入りSWCNTを加熱する事により、極めて興味深い電荷移動の振る舞いを観測することに成功した。この試料の光電子分光、X線吸収から、電荷移動により生じた伝導電子によるcore holeポテンシャルの遮蔽効果が顕著であることがわかった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノチューブ、アイスナノチューブ、分子内包

【研究題目】 硝酸態窒素を蓄積するイオウ酸化細菌による堆積物からの硫化物の溶出抑制機構

【研究代表者】 左山 幹雄(環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 左山 幹雄(常勤職員1名)

【研究内容】

富栄養化が進行し底層水の貧酸素化が進行している東京湾の堆積物表層には、細胞内に硝酸態窒素を高濃度に蓄積する硫黄酸化細菌(NA-SOB)が、広範囲にわたり高密度に生息している。本研究では、NA-SOBによる堆積物からの溶存硫化物(SH<sub>2</sub>S)の溶出抑制機構を定量的に解明することを目的として、青潮が頻発している東京湾を対象海域として、現場調査及び培養実験系によりNA-SOB、SH<sub>2</sub>S及び鉄(Fe)の動態を解析し、NA-SOBを組み込んだ物質代謝数理モデルを開発する。平成20年度は、平成19年度より継続して、東京湾湾央部水深20 mの1地点において未攪乱堆積物コアを採取し、NA-SOB(細胞内に硝酸態窒素(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)を高濃度に蓄

積するイオウ酸化細菌)の biomass、NA-SOB の細胞内に蓄積されている  $\text{NO}_3^-$  の pool size、 $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  濃度、pH、形態別の Fe 濃度 (Porewater- $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{CaCl}_2$ -extractable-Fe(II), Ascorbate-extractable-Fe(III), HCl-extractable-Fe(II), HCl-extractable-Fe(III), Oxalate-extractable-Fe(II), Oxalate-extractable-Fe(III), Dithionite-extractable-Fe(III)) の鉛直プロファイル、1~2ヶ月に1回の頻度で測定した。堆積物表面の  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  が存在していない層 (Sulfide Free Zone, SFZ) は、2月には20-30 mm の深さまで形成されていたが、4月中旬には完全に消失し、 $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  は堆積物表面直下から増加していた。SFZ が存在しない状態は、NA-SOB の biomass が増加する10月中旬まで続いた。pH の鉛直プロファイルは著しい季節変化を示し、形態別の Fe 濃度の鉛直プロファイルの季節変化と重ね合わせて考察すると、堆積物からの  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  の溶出抑制機構として、以下の過程が考えられた。1) 底層水の溶存酸素濃度が高い冬季: Fe による化学的固定、2) 貧~無酸素化している春季~夏季: 酸素 (一時的には Fe 及び NA-SOB)、3) 底層水の  $\text{NO}_3^-$  濃度が上昇する秋季の初期: NA-SOB による生物学的酸化、4) 底層水の酸素濃度が上昇する秋季の終期: 未知の過程 (電気化学的過程?)。これらの機構を解析するために、実験的に構築した堆積物コアによる培養実験系を用いて季節変化の再現を試みたが、成功しなかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】イオウ酸化細菌、硫化物、硝酸態窒素

【研究題目】ラドンを用いた複雑地形を含む安定大気境界層中の物質輸送の研究

【研究代表者】近藤 裕昭 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】近藤 裕昭、村山 昌平、飯塚 悟 (名古屋大学)、三枝 信子 (国立環境研究所)、松枝 秀和 (気象研究所)、澤 庸介 (気象研究所)、石島 健太郎 (JAMSTEC) (常勤職員2名、他5名)

【研究内容】

森林生態系の  $\text{CO}_2$  の放出・吸収と気候変動との関連を調べるため、世界各地で渦相関法による  $\text{CO}_2$  フラックスが測定されている。しかし測定場所の多くが複雑地形地にある。複雑地形地では斜面下降流等の存在により生態系から放出された夜間の  $\text{CO}_2$  がフラックス観測では測定されずに下降して系外に流出してしまうことが予想され、森林生態系の炭素固定が過大評価されてしまう可能性がある。本研究では、地中が唯一の発生源であるラドンをトレーサとして複雑地形地でのラドンの移流を測定することを試みた。今年度は以下の3点を中心とした研究を行った。

- (1) 過去に複雑地形である産総研高山サイト (TKY) で計測したフラックスデータについて  $\text{CO}_2$  およびエネルギーフラックスの3方向成分を再計算した。平均風速に対し直交する成分のフラックスと比較し、3成分の絶対値を代表フラックスとすると、エネルギーバランスでは純放射に対する他の項の和の比率は60%程度から90%程度に改善されたが、ばらつきが大きくなった。同様に昼間の  $\text{CO}_2$  フラックスの森林生態系による吸収量も大きくなった。今後の検証が必要である。
- (2) 稜線上のタワーと斜面上のタワーを用い、ラドン濃度、 $\text{CO}_2$  濃度、 $\text{CO}_2$  フラックス、および微気象の観測を5月から11月にかけて行った。ラドン濃度については斜面上昇時および斜面下降時双方で下流側のタワーでの濃度が上昇する傾向が見られた。これらの結果を用いて  $\text{CO}_2$  の夜間の斜面下降量の推定を試みた。2008年8~10月で有効なデータが得られた32の夜のうち、夜間、斜面下降流が起きていた19の夜について試算したところ、平均すると0~3 m の層に放出された222 Rn および  $\text{CO}_2$  のうち、それぞれ約50-70%が鉛直上方へ輸送され、残りが下降流により斜面下方へ流出されているということが示された。

- (3) 数値モデルを用いて端のある森林キャノピーのフェッチについて考察した。20 m 程度の樹高を仮定した場合、流入境界から500 m 程度までは森林上ではその森林を代表するフラックスは観測されていないことが示唆された。以上のことから複雑地形におけるフラックス観測の補正法を再検討すべきことが示唆される。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】陸域生態系の二酸化炭素フラックス、渦相関法、夜間移流補正、ラドン

【研究題目】不均質なペタバイト級時空間センサデータ統合利用基盤

【研究代表者】小島 功 (情報技術研究部門)

【研究担当者】小島 功、的野 晃整、Stenven Lynden (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

時間的・空間的に「不均質」なデータ、特にペタバイト級の大規模なセンサデータを対象とした、情報統合と利用基盤の研究開発を行う。これは産総研 GEO Grid プロジェクトで発見した知見である、「時間・空間軸を共有しうる情報源にも関わらず、その解像度、発生時間間隔などが大きく異なると統合が困難」という、情報の「不均質さ」から生じる問題を扱う。本研究は産総研を代表として、筑波大、静岡大と共同で行っているもので、本年度は以下の項目の研究開発を行った。

「不均質さに注目したデータ統合基盤」としては、情報検索、特に全文検索エンジンの仕組みに基づきデータベース処理を行う基盤の研究を行い、GEO Grid のメタ

データ検索システムの開発を行った。検索結果が利用者の意図に対して膨大な場合でも十分な応答時間が得られることを確認した。分散データ・メタデータ処理について、関係 DB と XMLDB とを扱う分散データ統合のミドルウェアの研究開発を行い、時系列データを扱う応用を示した。

「ブラウザに基づく対話的検索・可視化」については、wikipedia と衛星画像メタデータという、全く異なる二つの情報源を統合し、災害前後の衛星画像を効果的に検索する手法を確立した。

「センサデータに対するストリーム処理基盤」としては、衛星画像データからのイベント検出手法を提案した。比較手法に対して検出精度は約95%であるが、実行速度が約100倍に高速化できた。

統合利用の応用を念頭に、気象データの分析とアクセス方法に関する研究を行い、西高東低の状況かどうかの自動判別技法を提案、検索システムのプロトタイプを開発し有効性を確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】衛星画像、センサ、メタデータ、異種データ統合

【研究題目】インテグロン・ジーンカセットメタゲノム解析の基盤整備とその有効性評価

【研究代表者】丸山 明彦（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】ホサム エルセイド、久留主 泰朗、布施 博之、丸山 明彦  
（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

微生物が保有するインテグロン・ジーンカセット（IGC）部位に着目し、多種多様な微生物が混在する環境微生物試料を対象とした効率的な機能遺伝子探索手法（IGC メタゲノム解析手法）として確立するための基盤整備を行っている。未解明な極限環境試料や汚染環境試料等を対象とし、この IGC システムの普遍性や特徴、見出された機能遺伝子の特徴や生息環境との関連性、発現産物の有用性等の解明を通し、本手法の有効性や科学的意義、応用の可能性等について評価することを目的としている。本年度は、まず、これまでに調製した汚染沿岸環境試料の解析を進めた。その結果、多数の新規インテグレース（Int）遺伝子を見出すとともに、70個以上の大小ジーンカセット（GC）を採取した。この中より、汚染物質への応答遺伝子や広く汚染の指標になりそうな GC などを見出した。また、人為汚染の影響が皆無と考えられる外洋のメタンハイドレート域から採取した掘削コア試料を対象に、バクテリアやアーキアの多様性解析を行うとともに、深度と Int および GC との関係解明に着手した。DNA 抽出は困難を極めたが、最終的に解析可能量の DNA を獲得した。これまでに、いくつかの新規微生物系統群を見出すとともに、Int および GC の多

様性解析のため多数の PCR クローンライブラリーを作成した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】微生物、遺伝子、メタゲノム、機能、特殊環境

【研究題目】環礁立国におけるサンゴ礁の防災機能と礁-洲島系の構造維持

【研究代表者】鈴木 淳（地質情報研究部門）

【研究担当者】鈴木 淳、吉永 弓子  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

環礁立国における住民・社会基盤の安全を維持するため、サンゴ礁とそこに載る洲島の「礁-洲島系」を防災基盤として総合的に評価し、成果を社会に還元する事を目指している。このため、モルディブで発生した津波被害・サンゴ礁基盤の崩壊現象などを基に、サンゴ礁地形学・炭酸塩堆積学の観点から、太平洋・インド洋の環礁立国の防災基盤としてのサンゴ礁の役割の解明を試みる。マーレ島の完新統の基盤がどの程度の深度にあるかの情報は乏しい。このため、現地での掘削調査により得られた試料について、他機関での岩相記載、電子顕微鏡観察、AMS 年代測定、元素分析を実施した後、産総研にて主にサンゴ化石について酸素・炭素同位体測定分析を実施し、当時の海洋環境および続成作用に関する考察を行なった。これまでの検討を総合すると、サンゴ礁の消波構造を形成する固結部の形成には二次生成物であるセメント物質の形状・組成が深く関与しているとの見通しを得た。サンゴ礁構造におけるそれらの分布を把握することが、サンゴ礁を防災基盤として評価する際に重要である。

【分野名】地質

【キーワード】環礁、サンゴ、骨格、酸素同位体比、モルディブ共和国

【研究題目】細胞内ネットワークモデルと分子計測データとの整合性評価法の開発

【研究代表者】堀本 勝久

（生命情報工学研究センター）

【研究担当者】堀本 勝久、富永 大介、油谷 幸代  
（常勤職員3名）

【研究内容】

既知ネットワーク構造についてデータがどの程度整合性を示すかを推定する2つの手法、統計アプローチと記号-数値計算アプローチ、のプロトタイプを完成した。これらアプローチにより、特定の条件下で計測されたデータと複数のネットワーク構造との整合性を推定することで、有意な整合性を示すネットワーク構造、すなわち条件に応じた活性化ネットワーク群の推定によるネットワーク構造の変化が追跡できる。統計アプローチは、

E.coli の8以上の遺伝子で構成される29制御ネットワークと嫌気性条件下で計測された発現プロファイルデータにより、記号—数値計算アプローチは、同じく E.coli の SOS システムとその構成遺伝子発現プロファイルデータにより、有効性を示した。特に前者は、リン酸シグナル伝達系の複雑なネットワークや薬剤応答の可能性のある多数のネットワークについて適用を進め有意な結果を得た。ネットワークスクリーニングという概念の元で、ネットワーク構造に関する生物学的知識と連携した、計測データの新しい解析法の普及に努めている。

記号—数値計算アプローチについては、改良の必要性が判明した。現在微分方程式系をラプラス変換による代数方程式系へ変換するアプローチを採用しているが、ラプラス空間の極の存在により数値計測データとの照応に際して数値解が極めて不安定であり、また定式化において様々な先見的仮定を必要とする。この困難を克服するために、根本的な改良を試行し、予備的だが良好な結果が得られた。すなわち、Differential Elimination により微分方程式系と等価な制約式を導出し、遺伝的アルゴリズムとの組み合わせによりパラメータ最適化と整合性評価を実行する。現在、多様な実データへの適用を行うことでさらに改良を加え、実用可能な記号—数値計算アプローチによるネットワーク整合性評価法の確立を目指している。

また、計算機代数学に基づく方法の国際的交流のため、Algebraic Biology 2008をオーストリアのヨハネス・ケプラー大学記号計算研究所で開催した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ネットワーク、環境応答、グラフィカル・モデル、記号計算、国際研究者交流

【研究題目】 重希土類元素およびインジウムの濃集機構と資源ポテンシャル評価の研究

【研究代表者】 渡辺 寧 (地圏資源環境研究部門)

【研究担当者】 渡辺 寧、村上 浩康、実松 健造、松枝 大治、水田 敏夫、石山 大三、吉田 武義、林 謙一郎、浦辺 徹郎、鹿園 直建、清水 正明、木村 純一、渡邊 公一郎、今井 亮 (常勤職員3名、他11名)

【研究内容】

本プロジェクトでは、重希土類およびインジウムの濃集過程の研究と、これらの元素の資源ポテンシャル評価を海外で実施し、今後の鉱床探査・開発に資する鉱床探査指針と、資源の安定供給のための方策の提案を目指すと同時に、重希土類元素やインジウムに富む還元型花崗岩がなぜアジア大陸や南米の内陸部に形成されたのかその成因解明を目指している。

ベトナムでは、東京大学と産業技術総合研究所が、イオン吸着型鉱化作用が予想される Nui Phao タングステ

ン鉱床の調査を継続した。2008年9月9日～14日まで Nui Phao 近辺での調査および試料採取が行われた。採取された143試料について ICP-MS による全岩化学分析を実施した。

タイでは九州大学と産業技術総合研究所が2008年7月26日から8月2日の期間に出張し、チュラロンコン大学と合同で、北部の花崗岩地域の調査を実施した。帰国後153の花崗岩風化試料と17の花崗岩試料の分析を行った。またタイ国で希土類に富む3花崗岩体 (Ko Samui, Ko Phuket, Yod Man) の地球化学および鉱物学的研究を実施し、それらの特徴を明らかにした。

インドネシアでは九州大学・産業技術総合研究所が2008年9月3日から12日の期間に出張し、ガジャマダ大学と共同で、バンカ島における花崗岩風化殻中の希土類含有量調査を実施した。エジプトには産業技術総合研究所が2009年3月4日から16日の期間出張し、東部砂漠地域南部のアルカリ岩に伴われる希土類鉱化作用の調査を実施した。

ベトナム北部の鉛亜鉛鉱床のインジウム含有量の予察調査の結果、Dien 鉱床と Nabod 鉱床の鉱石で高いインジウム含有量が計測された (それぞれ1-442 ppm、0.3-329 ppm)。Dien 鉱床の鉱石中に含有されるインジウムは、年間生産量にすると67トンに相当することが明らかになった。

モンゴルでは、北東部の Tumurtin Ovoo, Tsav, Mungun Undur, Ulaan, Mukhar 各鉱床のインジウムポテンシャルの評価を実施した。Tumurtin Ovoo 亜鉛精鉱中のインジウム含有量は64 ppm であり、資源量は130 t と見積もられた。

成果報告会を産業技術総合研究所で2009年3月3日に開催した。

【分野名】 地質

【キーワード】 レアメタル、重希土類、インジウム、成因解明、探査指針、資源ポテンシャル

【研究題目】 温熱蓄熱用蓄熱材料の溶融・凝固に関する基礎的研究

【研究代表者】 宗像 鉄雄 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 宗像 鉄雄、永田 眞一 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

水和塩は比較的高温で相変化を起こし潜熱が大きいため温熱蓄熱材料として着目されているが、非調和融解に伴う相分離や著しい過冷却が問題となっている。本研究では、これらの問題を解決するために、1) 相分離のメカニズムの実験的観察および非調和融解に対する外部電場印加効果、2) 結晶核生成に対する超音波等の外力場効果、3) 分散型電源あるいは負荷平準化のための最適な温熱蓄熱システム的设计指針、等を明らかにすることを目標とする。平成20年度は著しい過冷却現象の解消を



目的に、相図が良く知られている酢酸ナトリウム三水和物（融点58°C）を対象に、結晶核生成に対する外力場効果を明らかにする目的で実験を行った。超音波印加に関しては、水和物（濃度55%）で満たされた試験管の底部に超音波印加素子を設置し、種々の周波数を印加したが、いずれの周波数においても核生成への影響は確認できなかった。一方、電場印加効果に関しては、水和物（濃度55%）で満たされた試験管の底部に金属板を設置し、この金属板と対向させて金属細線を設置し、種々の電圧を印加した結果、どのような過冷却度においても1.5 V程度の印加電圧で核生成できることを確認し、結晶核生成の制御は、電場印加により可能であることを明らかにした。また、上方と下方への結晶成長速度を比較した結果、上方への結晶成長では融液下部が高温となって融液内に対流が発生するため、下方の場合と比較して結晶成長速度が遅くなる過冷却温度領域があることも明らかにした。これらの結果より、本研究の目的である凝固プロセスのモデル化および温熱蓄熱システムの設計のための基礎データが得られたことになる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】熱工学、蓄熱、結晶核生成、結晶成長

【研究題目】真空紫外 RDS 測定装置の開発と新チャンネル材料上に形成した絶縁膜界面の秩序状態評価

【研究代表者】安田 哲二

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】安田 哲二 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は、測定エネルギー域を真空紫外まで拡張したRDS（反射率差分分光）装置を用い、絶縁体と半導体の界面において構造の秩序状態を反映する異方性が存在するかどうかを明らかにすることを目標とするものである。このような検討を通じて、最終的には、新チャンネル材料上の絶縁膜界面の光学的評価手法を確立するとともに、界面の物性と形成機構の理解を深化させることを目指している。本年度は、昨年度開発した真空紫外 RDS を用いて、様々な半導体／絶縁体界面の構造評価を行った。まず、真空紫外域における異方性の観測に昨年度成功した SiO<sub>2</sub>/Si 界面について、面方位依存性を詳細に検討した。

その結果、この異方性は (n11) 面を酸化した際に特徴的に現れ、酸化温度や加熱時間といった熱負荷が大きいほど強くなることが明らかになった。更にスペクトルの形状から、界面における原子層オーダーの凹凸と異方的な Si-O 結合の存在が示唆された。次に、極微細 CMOS の新チャンネル材料として期待される GaAs、InP、Ge について、絶縁膜を形成して真空紫外 RDS 測定を行った。Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を形成した GaAs、InP、熱酸化した Ge のいずれにおいても、絶縁膜形成による光学的異方性の

変化を真空紫外域において検出することに成功した。以上のように、真空紫外 RDS は様々な半導体と絶縁膜との界面構造に対して高い感度を持つ光学的評価手法であることが示された。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】反射率差分分光、絶縁体、半導体、界面

【研究題目】磁気円二色性分光法による強磁性半導体の電子構造の解明

【研究代表者】安藤 功兒

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】安藤 功兒 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究の目的は (Ga, Mn) As を中心とする強磁性半導体の電子構造を明らかにすることにある。この物質の合成以来すでに13年が経過し、この間、大量の論文が出版されてきたにもかかわらず、その電子構造はいまだ不明なままとなっている。

本代表者が世界に先駆けて開発してきた磁気円二色性 (MCD) 分光法は、強磁性半導体の電子状態を探る最も強力な手法である。我々が2008年に Physical Review Letters 誌に報告した (Ga, Mn) As の MCD スペクトルの解析結果は、世界的な強い反響を引き起こした。従来知られていた (i) Zeeman 分裂した sp 半導体バンドに加えて、(ii) 非常に幅広い不純物バンドの存在を示しており、不純物バンドの存在を無視したこれまでの電子構造モデルの根本的な見直しが必要なことを明確に示していたからである。我々の研究結果をどう理解すべきかに関しては、現在議論が論争に発展するほど活発化している。本研究は MCD スペクトルの更なる解析を行うことにより、磁性半導体の電子構造に関する統一的な理解を得ることを目的としている。

平成20年度は、条件を種々変化させて成長した (Ga, Mn) As 薄膜や、(Zn, Mn) Se などの類似磁性半導体薄膜の MCD スペクトルを詳細に解析するとともに、理論家との議論を進めた。その結果、(Ga, Mn) As には上記の (i)、(ii) の光学遷移に加えて、バンド端付近に非常に孤立的な第3の光学遷移が存在することが新たに判明した。(Ga, Mn) As が強磁性を示す原因は、このような複雑な電子状態に密接に関連していることが示唆される。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】強磁性半導体、磁気円二色性分光法、電子構造

【研究題目】最高の臨界温度を示す水銀系高温超伝導体の高品質単結晶育成：超伝導機構解明への展開

【研究代表者】永崎 洋 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】永崎 洋 (常勤職員1名)

## 〔研究内容〕

高水銀蒸気圧下において試料育成が可能な耐圧容器を試作し、水銀系銅酸化物超伝導体  $\text{HgBa}_2\text{CuO}_{4+\delta}$  のミリメートルサイズの単結晶育成に成功した。得られた試料にアニールを施すことにより、 $T_c=70\text{ K}$  の低ドーブから  $T_c=95\text{ K}$  を有する最適ドーブまでの試料の作製が可能となった。

## 〔研究題目〕金属酸化膜／半導体界面におけるダイポール発生機構の解明と制御

〔研究代表者〕宮田 典幸

(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕宮田 典幸、阿部 泰宏、野平 博司

(常勤職員1名、他2名)

## 〔研究内容〕

最先端の半導体デバイスに高誘電率のハフニウム酸化膜 ( $\text{HfO}_2$ ) が使われ始めているが、 $\text{HfO}_2/\text{Si}$  界面の構造制御は難しく、通常は界面にシリコン酸化物を含む構造が採用されている。我々は、独自の高真空電子線蒸着法を用いて直接接合  $\text{HfO}_2/\text{Si}$  界面の作製に成功しているが、その界面には大きなダイポール層が存在することも明らかになっている。界面ダイポールはデバイスの閾値制御に影響を与える極めて重要な界面特性であるが、その発生機構は理解できておらず、制御技術の方向性を見出せていないのが現状である。本年度は、ダイポール発生機構の解明を目指し、硬 x 線光電子分光法 [大型放射光施設 SPring-8] 等の表面・界面分析法を用いて、直接接合  $\text{HfO}_2/\text{Si}$  界面のダイポールと電子状態・化学結合との関係について調査した。界面欠陥準位とダイポールとの関係を詳細に調べたが、両者に相関を見出せなかった。

一方、界面ダイポールは  $\text{Si-O}$  結合に依存することが認められ、ダイポールは  $\text{Si-O}$  結合が形成する電荷分布を反映していると推測された。また、高移動度チャネル材料として有望なゲルマニウム上でも直接接合界面の形成に成功した。直接接合  $\text{HfO}_2/\text{Ge}$  界面からもダイポール層が観察され、その発生機構は  $\text{HfO}_2/\text{Si}$  界面と同様に界面結合状態に由来することを提案した。以上の結果は、*Applied Physics Express* を含む3報の学術論文および SSDM を含む2件の国際学会の口頭発表として成果発信を行っている。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕High-k、MOSFET、 $V_{th}$  制御、界面ダイポール

## 〔研究題目〕高温超伝導体の電子状態における酸素同位体効果に関する角度分解光電子分光研究

〔研究代表者〕相浦 義弘

(エレクトロニクス研究部門)

〔研究担当者〕永崎 洋、増井 孝彦、吉田 良行

(常勤職員3名、他1名)

## 〔研究内容〕

高温超伝導体  $\text{Bi2212}$  の電子状態における酸素同位体効果のドーブ量依存性に関する角度分解光電子分光研究を行った。超伝導転移温度以下でのノードキック構造のエネルギーシフト量の減少は、2つの格子振動モードのエネルギーシフトの重心の位置の変化により説明できることを提唱した。

単層系の  $\text{Bi2201}$  を用いて頂点酸素面の歪みと酸素同位体指数の関連を調べた。超伝導転移温度は、この頂点酸素面の歪の増加とともに急激に減少する一方、酸素同位体指数は急激に増加することを示した。この系の超伝導ギャップおよびノード近傍の電子構造は頂点酸素面の歪の増加にはほとんど影響を受けないが、疑ギャップは頂点酸素面の歪の増加とともに急激に増加する。これらの実験事実から、この系の酸素同位体指数の増加は、超伝導ギャップに対する疑ギャップの相対的な増加に伴う効果であることを提唱した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕高温超伝導、光電子分光、電子構造

## 〔研究題目〕高集積ナノワイヤーの創製とその特異的・異方的電子状態の顕微偏光分光法による観測

〔研究代表者〕小平 哲也 (コンパクト化学プロセス研究センター)

〔研究担当者〕小平 哲也、池田 拓史

江島 丈雄 (東北大学 多元研)

(常勤職員2名、他1名)

## 〔研究内容〕

本研究の目的は高集積半導体ナノワイヤーを合成し、その異方的かつ特異な電子状態・構造を明らかにすることである。この目的の実現のため、ナノワイヤーを高集積化する「容器」として多孔質結晶であるゼオライトを用いる。その際、異方性を有するナノワイヤーの特徴を考慮し、電子物性の解明に関しては単結晶ゼオライト1個を用い、外場と単結晶の方位との相関も物性パラメータとした計測を行う。

100・nm 程度の単結晶の測定には独自に開発した顕微分光装置を用いる。平成20年度は、試料合成及び顕微分光装置の立ち上げを実施した。前者に関して、ゼオライト結晶の品質・収率向上法、及びゼオライトに内包できる半導体の種類とその量に関して新たな知見を得た。後者に関しては、市販装置に対して、測定波長領域・空間分解能・測定感度・測定温度・多機能性 (透過・反射・発光 [ラマン散乱]) の点で勝る装置とすることを目指しており、測定感度向上のための光路設計をほぼ終え、光路調整の段階にある。次年度におけるナノワイヤー内包単結晶ゼオライトの偏光透過分光測定を実施する環境がほぼ整った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 半導体ナノワイヤー、ゼオライト単結晶、顕微分光技術

【研究題目】 オプティック・コードによる癌の悪性度を認識する新規バイオセンシング技術の開発

【研究代表者】 カウル スニル  
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 カウル スニル、ワダワ レヌー、吉崎 慎矢 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究は、癌細胞特異的マーカー及びナノ粒子を用いて、早期癌診断ツールを開発することを目的としている。過去2年間で、我々は特異的抗モーターリン抗体をデリバリーツールとして用いることを確立させ、照明細胞を作り出した。抗体の細胞内内在化の分子学的機構及び動力学を研究するために、抗体と FITC を結合させ、細胞内内在化の導入率、抗体の導入能力、計時変化及び FACS 解析による細胞内内在化に要求される時間について調べた。我々は特異的なエンドサイトーシス阻害剤、クロロキン、ヘパリン、メチルーβ-シクロデキストリンやアジ化ナトリウムを含む細胞膜脂質ラフトを用いて詳細に解析し、細胞内内在化がメチルーβ-シクロデキストリンにより阻害されることを明らかにし、また、脂質ラフトが抗体の細胞内内在化に強く関与していることを示唆させた。癌細胞及びヒト間葉系幹細胞における量子ドット QD705付加抗モーターリン抗体、QD655付加抗体、QD800付加抗体の細胞内内在化効率について解析した。すべての結合抗体は、細胞内において毒性がなく、長時間イメージングに適していた。これらの照明細胞を用いた *in vivo* 実験を開始した。さらに、リボザイムディスプレイ技術を用いた *in vitro* ペプチドライブラスクリーニングによりモーターリン結合ペプチドの候補因子を単離した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 癌、ナノバイオ、分子認識

【研究題目】 嗅覚模倣型ニオイ情報処理アルゴリズムに関する研究

【研究代表者】 佐藤 孝明  
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 佐藤 孝明、廣野 順三  
(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

目標：

単一種ニオイ物質が有す複数種ニオイ要素の共通性とユニーク度の相対強度評価を、1組の鏡像異性体、スピアミント様ニオイの R(-)カルボンとキャラウェイ様ニオイの S(+カルボンを対象に行う。さらに、ニオイ識

別実験を高速に行える鼻挿入穴選択型行動実験システムを試作し、行動実験の効率化を図る。また、嗅覚レセプタ機能発現培養細胞を用い、複成分刺激に対するレセプタのニオイ識別能を明らかにする。得られた結果などを用いて、嗅覚神経系のニオイ信号処理プロセスモデルとしての嗅覚模倣型ニオイ情報処理アルゴリズムを高度化する。

年度計画：

鏡像異性体ペアのニオイの相違、体臭のニオイの創意、天敵のニオイの検知について、複成分ニオイ刺激を用いて、成分組成と識別・検知能力の相違をマウスを用いた行動実験で解析する。嗅覚機能代替センサの素子例である嗅覚レセプタ機能発現培養細胞について、要素技術の最適化を図り、レセプタを数種組み合わせたセンサの試作を試みる。このセンサで提案している信号処理アルゴリズム仮説のニオイ評価法への適性を検討する。

年度進捗状況：

鏡像異性体ペアのニオイの相違については、人で感度差が一億倍あると報告されている鏡像異性体ペアのニオイについて、マウスでも同様の大きな感度差が示される結果を得た。単離嗅細胞の応答感度を応答閾値濃度と比較すると、この鏡像異性体のマウス行動での高感度成分は、カルボン鏡像異性体の最低閾値濃度の1/100の低濃度に応答し、その際高感度を示すレセプタは少なくとも2種は存在することが示唆された。また、これらのニオイのユニーク度については、高感度成分の検知閾値と低感度成分の検知閾値の間では、識別できないほど小さい検知—識別パラドックスを見出し、検証を行っている。嗅覚レセプタ機能発現培養細胞については、2成分混合刺激の応答を解析した結果、11種の応答阻害成分を発見し、レセプタ活性化機構について新たなモデルを構築した。得られた成果は、論文に取りまとめ中である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 嗅覚レセプタ、嗅覚機能、匂いセンサ

【研究題目】 優性変異アクチンを用いたアクチンフィラメントの機構解明

【研究代表者】 上田 太郎  
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 上田 太郎、野口 太郎、中嶋 潤  
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

目標：

アクチン・ミオシン系による力発生は、ミオシンがアクチンフィラメントと結合し、ミオシンのレバーアーム領域が角度変化することで力が発生するという「レバーアーム説」が有力である。この説によれば、アクチンフィラメントの機能はミオシンと結合してリン酸の解離を促進するとともに、それに引き続くパワーstrokeの足場を提供するだけであり、単なる受動的な構造要素に

すぎないという考え方も成り立つ。しかし、化学修飾アクチンフィラメントを用いた最近の研究などから、ミオシンとアクチンフィラメントの相互作用は、力発生に不可欠な未知の現象を引き起こすことを示唆しており、その未知の現象は、アクチンフィラメントのサブユニット間の協調的な構造変化を介するものである可能性が高い。こうした現象の分子機構を解明することは、アクチン・ミオシン相互作用の重要な未解明部分に光をあてるうえで大きな意義があるのみならず、レバーアーム説を超える新たな力発生機構の提唱につながる可能性もあり、運動タンパク質の研究における最重要なフロンティアの一つであると考えられる。そこで本応募研究課題では、われわれが新規に開発した効率的組換えアクチン発現系を利用して生成した変異組換えアクチンを様々な手法を用いて多角的に解析し、アクチンフィラメントの構造変化と、力発生におけるその動的機能を解明する。

進捗状況：

昨年度に引き続き、An and Mogamiの先行研究により同定された、ショウジョウバエの優性変異アクチンのうち、生化学的に精製できた6種の解析をほぼ完了した。その結果、R95CとE226K変異は、カルシウムイオン感受性の協同的スイッチ機構に異常があることが判明した。また、アクチン中の保存されたグリシン残基をバリンに置換した変異アクチンを作成し、その解析も進め、酵母の増殖能を指標に新たな優性変異アクチンを複数個同定した（グリシンスキャニング）。この中から、まずG146V変異に着目した解析に着手し、これが正常にミオシンと結合し、そのATP分解活性を刺激できるにもかかわらず、ミオシンIIと相互作用してもほとんど運動活性を持たない変異であることを発見した。またこの変異アクチンは、ミオシンVに対しては全く正常に運動することができたので、運動阻害はミオシンのクラス特異的であった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】蛋白質分子モーター、組換えタンパク質発現系

【研究題目】細胞内 mRNA の定量的分布解析と細胞への mRNA 導入技術の開発

【研究代表者】中村 史

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】中村 史 (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

細胞におけるタンパク質発現をナノ針による mRNA の導入によって行う。これによりネイティブな状態の細胞の応答を観察できるものと考えた。また mRNA は微小管に沿って運搬され、細胞内の適正な位置に局在して翻訳されるものもある。本研究では、ナノ針によって mRNA を抽出することによって細胞内の mRNA 局在を定量的に評価する手法を確立し、かつ目的量の

mRNA を細胞の局所に導入する手法を開発することを目的とする。ナノ針表面では10,000~100,000分子程度しか固定化出来ないにもかかわらず、非常に迅速な mRNA の結合がナノ針表面という局所的な空間で起きている。この機構を解明するとともに、本研究ではモレキュラービーコンを mRNA 導入のための分子ツールとして利用することを検討する。

平成20年度は、モレキュラービーコン固定化ナノ針の挿入によって生細胞内の mRNA の検出を行うことを検討した。mRNA がナノ針表面のモレキュラービーコンにハイブリダイズすれば、モレキュラービーコンの FRET が解消され、ナノ針表面で蛍光強度の上昇が観察される。HeLa 細胞にモレキュラービーコン固定化ナノ針を挿入することによって、GAPDH、 $\beta$ アクチンの mRNA の検出を検討した結果、ナノ針表面において共焦点レーザー走査顕微鏡の観察から、蛍光強度の上昇を確認することが出来、mRNA が検出可能であることが示された。設計したモレキュラービーコンの mRNA 認識配列は、ヒトとマウスの間で、GAPDH で3塩基、 $\beta$ アクチンで2塩基の違いがある。これらモレキュラービーコン固定化ナノ針は、マウス細胞に挿入しても蛍光強度の上昇が観察されず、応答しないことから、僅か2~3塩基の差を識別出来ることが示唆された。すなわち、生きた細胞から mRNA のタイピングが可能であることを示している。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】細胞操作、RNA 抽出、AFM、ナノ針、タンパク質発現

【研究題目】“息づかい”のウェアラブル計測によるストレス被曝量の推定

【研究代表者】酒井 健作

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】酒井 健作、三輪 洋靖

(常勤職員2名)

【研究内容】

心理的なストレスは、日々の生活の活力を失わせ、効率を下げるだけでなく、事故やヒューマンエラーの原因にもなっており、効果的な対処が期待されている。そこで、本研究では日常生活におけるストレス被曝を推定するため、ウェアラブル計測装置による日常生活環境下でのストレス計測技術の開発を目的とした。

平成20年度は、(1)体内音によって心拍数と呼吸活動の同時計測が可能な簡易型計測装置を試作した。頸部体内音と心電・呼吸波形を同時計測した結果、21.5[Hz]の周波数成分に、1回の心周期に2回の体内音のピークが確認され、心電図の R 波、T 波とほぼ一致した。呼吸波形については、吸気時に十分な信号強度は得られなかったが、呼気時の波形状および呼吸数はリファレンス計測結果と一致し、提案手法に基づく体内音による心拍・

呼吸数の同時計測の有効性が確認できた。(2) ストレス被曝の環境側要因を計測するため生活空間での行動記録装置を構築した。本装置はオフィス内に設置し、作業内容や会話を映像と音声で記録する。性能評価実験の結果、24時間以上の連続計測が可能である事を確認した。また、収集した映像、音声、生理指標群の解析ソフトウェアを作成し、各データの可視化、セグメント化、インデックス付与を可能とした。(3) 試作した体内音計測装置と従来型センサを用い、心的負荷時の連続血圧・心電・呼吸動作の同時計測実験を行った。その結果、負荷時に特徴的な呼吸パターンや、それに伴う身体的負荷状態(全抹消血管抵抗値の増加による血圧上昇等)が確認された。今後、体内音の特徴量との相関を調査し、新しい心理ストレス指標の開発を目指す。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】生理信号計測、ストレス、呼吸

【研究題目】金属と小分子との反応に関する研究：金属単原子からクラスターへ

【研究代表者】徐 強 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】徐 強、Yunlei Teng

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

レーザーアブレーションマトリックス単離赤外分光法と理論化学計算手法を組み合わせることにより、周期表の広範囲にわたる金属と  $\text{CO}$ 、 $\text{C}_2\text{H}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$  等の各種小分子との反応について研究を行い、反応(中間)生成物の構造、結合性質と反応性及び反応エネルギーと反応機構を解明した。

ランタン原子とアセチレン  $\text{C}_2\text{H}_2$  分子との反応について詳細に調べ、新規に反応生成物  $\text{La}(\text{C}_2\text{H}_2)$ 、 $\text{LaCCH}_2$ 、 $\text{HLaCCH}$  や  $\text{La}_2(\text{C}_2\text{H}_2)$  を見出し、同位体置換や理論計算により、同定を行い、構造や電子構造を明らかにした。初めて f 電子金属の水素化物である水素化ジスプロシウムと  $\text{CO}$  との反応について研究を行い、新規金属ヒドリドカルボニル化合物  $\text{HDyCO}$  の形成を見出し、水素と一酸化炭素を反応物とする多くの触媒反応の反応中間体や反応機構について重要な情報を与えるものである。また、ロジウムやルテニウムと  $\text{N}_2\text{O}$  分子との反応について詳細に調べ、新規に  $M(\text{NNO})_x$  ( $M = \text{Rh}, \text{Ru}$ ;  $x=1, 2$ ) などの反応生成物の生成を見出し、同位体置換や理論計算により、同定を行い、構造や電子構造を明らかにした。さらに、これらの金属における N-O 結合解離機構について情報を得ることができ、 $\text{N}_2\text{O}$  分子の触媒的分解反応の機構解明及び新規触媒探索に重要な知見を獲得した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】金属クラスター、触媒

【研究題目】微小活性種場と液相の界面を利用した難

生成ナノ粒子の創製

【研究代表者】越崎 直人

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】越崎 直人、中川 貴、川口 建二

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

初年度は、微小活性種場を生成させるためのレーザー照射条件とその生成物の関係を、これまでに比較的データが揃っている系を取り上げて、より詳細なデータ取得とそのデータ解析を進めた。特に、純鉄のナノ粒子作製を目標にさまざまな形態のターゲットを液相中に置いてレーザー照射条件とその生成物の関係の検討を開始し、粉体をターゲットとした場合が低エネルギーレーザー光照射によるナノ粒子合成に有効であることがわかってきた。

特に、これまでの研究から低フルーエンスレーザー照射実験が、微小活性種場を利用した難生成ナノ粒子創製へと繋がる可能性が高いと考えられることから、この実験のために使用するレーザーや照射用液体セルなどの基本構成についても再検討を行った。また、適当なフルーエンスと液相を選択することによりナノ粒子合成反応を制御できると考えられることから、さまざまなターゲット物質や液相種(有機溶媒)を用いて低フルーエンスレーザー照射を行った時の生成物やその形態を系統的に評価する実験を行った。酢酸エチル中に分散したホウ素ナノ粒子をターゲットにした実験では、低フルーエンスでは炭化ホウ素粒子、高フルーエンスではホウ酸が得られたことから生成物の制御が可能であることもわかってきた。この結果を、今後純鉄ナノ粒子の創製を目指した条件探索に応用していく。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】難生成ナノ粒子、液相レーザー照射、球状粒子

【研究題目】水素吸蔵合金アクチュエータを利用した関節可動域訓練システムに関する生体工学的研究

【研究代表者】井野 秀一 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】井野 秀一、佐藤 満、中島 佐和子、細野 美奈子 (常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

高齢者を突然襲う脳血管障害、交通事故等による骨折、健康増進でのスポーツ活動等によって関節運動障害を抱えてしまう人たちが増えている現代社会では、いつでもどこでも患者自身が手軽に医師や理学・作業療法士の指導のもとで客観的な EBM (evidence-based medicine) に基づく運動リハビリができるポータブルな関節可動域訓練システムへの期待は大きい。しかし、現状では、モータを利用した単純な機構の訓練装置はいくつか存在するものの、ヒトの関節でみられる柔らかかな

動きや身体への装着性を十分に考慮した生体適合性に優れる装置は見あたらない。そこで、私たちは生体機能と生活環境との調和を考慮した新しいソフトアクチュエータによる関節可動域訓練システムの実現を目指す研究課題に取り組んでいる。

具体的には、(1) 関節リハビリや褥瘡予防に関する生体工学や臨床運動学の立場からの基礎研究、(2) クリーンなエネルギー利用につながるユニークな機能性材料である水素吸蔵合金を応用したソフトアクチュエータの設計、そして(3) 医工連携の研究体制のなかでのヒトに関する基礎知見と工学技術の統合による関節リハビリや廃用性症候群予防のためのパワーアシストシステムの開発が含まれる。

本年度は、生体適合性として大切な柔軟性に配慮した水素吸蔵合金アクチュエータの技術開発に取り組み、ラミネートフィルムを利用した柔軟かつ軽量の駆動機構の試作、省電力性を意図した水素吸蔵合金の組成改善、および、それらの評価テストなどを実施した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 リハビリテーション、アクチュエータ、水素吸蔵合金

【研究題目】 プロテアソームの単粒子解析による構造研究

【研究代表者】 光岡 薫 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】 光岡 薫 (常勤職員1名)

【研究内容】

プロテアソームは、真核細胞の細胞質でタンパク質を分解する、大型のタンパク分解酵素複合体である。タンパク質を短いペプチド鎖に分解するが、そのペプチド鎖は再利用されるのみでなく、抗原提示などにも利用されるので、その分解のメカニズムの解明は非常に重要である。しかし、その26Sの全体構造は原子モデルが得られるような分解能ではまだ明らかになっていない。

本研究では、プロテアソームに関して低温電子顕微鏡法を用いた単粒子解析を行うことで、26Sの全体構造やその分解基質結合構造を得ることを目的とする。それにより、ユビキチン鎖認識からタンパク質の分解まで、全体の分子メカニズムに関する構造的な基盤を明らかにすることができる。特に単粒子解析を用いることで、複合体を結晶化すること無しに、いろいろな条件の立体構造を比較的素早く得ることができるので、いろいろなリガンドを用いることで、ユビキチン鎖の認識機構に関して詳細を明らかにできることが期待される。

今年度は単粒子解析に適した試料を検討するため、酵母を用いて発現したプロテアソームについて、20Sや26S、その変異体について、負染色観察による検討や、実際のクライオ電子顕微鏡法によるデータ収集を行った。その結果、26Sのある変異体について、ある程度その複

合体が安定なものを見いだすことができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 単粒子解析、プロテアソーム、生体高分子複合体、極低温電子顕微鏡

【研究題目】 mRNA3'末端プロセッシングを標的とした遺伝子発現調節・RNA品質管理機構の解明

【研究代表者】 廣瀬 哲郎 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】 廣瀬 哲郎 (常勤職員1名)

【研究内容】

哺乳類細胞の核には、機能不明なノンコーディングRNA(ncRNA)が存在し、遺伝子発現の様々な局面で制御機能を発揮していると考えられる。核内ncRNAの機能を解析するためには、このRNA機能を阻害する必要があるが、既存の方法では、簡便かつ効率良くこれを執り行う事は困難であり、核内ncRNAによる遺伝子発現制御機構の研究は手つかずの部分が多かった。最近本グループでは、ヒト培養細胞で核内RNAを特異的にノックダウンする実験系を確立した。そこでこのノックダウン法によって、核内ncRNAの機能阻害した際に影響を受ける核内遺伝子発現制御現象を見出すことを本研究の目的と定めた。対象とする核内ncRNAとして、U7 snRNAと核内構造体長鎖ncRNAを用い、核内RNAノックダウン実験によって、これらのncRNAを特異的に分解した際の影響をマイクロアレイ解析によって検出した。その結果、U7 snRNAのノックダウンによって、ポリA付加型の異常なヒストンmRNAの蓄積が検出され、長鎖ncRNAのノックダウンによる核内構造体の崩壊の結果、ユニークな核内繫留mRNAの発現上昇が検出された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子、RNA、遺伝子発現制御、RNAプロセッシング、RNA輸送

【研究題目】 遺伝子修復、組み換え、スプライシングをターゲットとする新規抗癌剤の探索研究

【研究代表者】 新家 一男 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】 新家 一男 (常勤職員1名)

【研究内容】

癌化学療法における重大な問題の一つは、癌細胞の耐性獲得である。癌細胞では、癌抑制因子であるp53が変異あるいは脱落していることが多く、そのために遺伝子の安定性が低い。このため、癌細胞は常に遺伝子変異を繰り返しており、周囲へのストレスから逃れるような様々な耐性を獲得する。したがって、遺伝子修復を阻害する化合物は、癌細胞の抗腫瘍剤、放射線療法への感受

性を増大させることが期待される。平成20年度は、遺伝子修復機構のうち、相同組み換え機構をターゲットとしたスクリーニングを展開した。組み換え修復が起こることにより全長ルシフェラーゼが発現するレポーターアッセイを指標に、約3万サンプルの天然物ライブラリーについて、相同組み換え阻害剤のスクリーニングを行った結果、72個のヒットを得た。これらのヒット株のうち、12菌株について活性物質の精製を行った結果、beauvericin、antimycin 類、leucinostatin A、B および B2の単離に成功した。これらの化合物は、ミトコンドリア呼吸系あるいはタンパク質合成系に作用する化合物であることから、相同組み換え特異的な阻害活性ではないと判断した。

さらに、平成20年度は、スプライシングをターゲットとしたスクリーニング系の構築を進めた。がん抑制遺伝子 p27は、通常スプライシングを受け不安定な形で発現する。スプライシングを阻害することにより、安定な p27の発現が促進され癌細胞に対し細胞毒性を示す。本スクリーニングを展開するため、スプライシングが阻害された際に全長ルシフェラーゼが発現するレポータープラスミドを導入した、stable transformant を作製した。本細胞は、通常状態ではルシフェラーゼが発現していないが、スプライシングを阻害するとルシフェラーゼが強く誘導されることを確認した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子修復、相同組み換え、レポーターアッセイ、天然化合物、スクリーニング

【研究題目】 FACT-ヒストン複合体の立体構造解析に基づいたヌクレオソーム構造変換機構の解明

【研究代表者】 千田 俊哉（バイオメディシナル情報研究センター）

【研究担当者】 千田 俊哉（常勤職員1名）

【研究内容】

真核細胞生物のゲノム DNA は、通常ヒストン蛋白質（H2A, H2B, H3, H4）と複合体を形成している。この DNA-ヒストン複合体はヌクレオソームとよばれており、全長2 m（ヒトの場合）にもおよぶ DNA を小さな核内に収納するために必須の構造である。しかし、ヌクレオソーム構造は、DNA に対する反応には阻害的に働くため、遺伝情報を DNA から転写する際には読み取り部位のヌクレオソーム構造をいったんほどき、転写反応後にヌクレオソーム構造を再構築するといったヌクレオソーム構造変換の機構が必要である。FACT 蛋白質は、ヌクレオソーム構造変換の際にヒストン H2A/H2B の集合と解離に関係していると考えられており、転写に関与する事が種々の生物学的、生化学的実験から唆されてきている。本研究ではヌクレオソーム構造変換反応中での FACT 蛋白質の役割を解明するために、FACT 蛋

白質とヒストン等との複合体の立体構造解析を目指している。今年度は、結晶構造解析のための結晶化を行なうのに十分な量の FACT 蛋白質を得る事を目的に研究を進めてきた。この結果、昆虫細胞1L の培養から7.5 mg の高度に精製された FACT 蛋白質を得ることに成功した。得られた蛋白質は殆ど核酸等の不純物を含まず、結晶構造解析等の物理化学的解析を行うのに適したサンプルである事が確認されている。この蛋白質を用いて、結晶化のスクリーニングを開始した。幾つかの条件で結晶が得られたが、X 線を用いた検証の結果、ほとんどが結晶化溶液に含まれる低分子の結晶である事が分かった。現在、更なる結晶化条件の探索を行なっている。また、結晶化に最適な蛋白質を得る為に、分子中の酸性領域等の除去などを検討している。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞核、転写反応、ヌクレオソーム、遺伝子発現、蛋白質立体構造解析

【研究題目】 核内低分子 RNA による遺伝子発現の多様性獲得機構の解明

【研究代表者】 廣瀬 哲郎（バイオメディシナル情報研究センター）

【研究担当者】 廣瀬 哲郎（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、これまでに本グループで開発し、至適化が進んでいた化学修飾を施したアンチセンス・キメラオリゴヌクレオチドによる細胞核内 RNA ノックダウン法を用いて、機能不明なヒトのオーファン snoRNA（boxC/D 型、boxH/ACA 型）の標的 RNA を同定する。それによって、遺伝子発現の多様性獲得機構に核内低分子 RNA が、どのような役割を果たしているのかを明らかにすることを目的としている。本年度は、ヒトのオーファン snoRNA の特異的なノックダウンを試み、新たに20種類のオーファン snoRNA の効率良いノックダウンに成功した。単一配列のアンチセンスオリゴヌクレオチドによるアーティファクトの可能性を除外するために、2種類のオリゴヌクレオチドによるノックダウンを行い U97 と HBII295 snoRNA について成功した。一方、オーファン snoRNA が、mRNA を標的とすることが実際に細胞内で可能かどうかを調べるため、人工的なレポーター遺伝子の3' UTR やイントロンブランチ部位領域にオーファン snoRNA の標的配列を組み込んだ発現プラスミドを構築した。オーファン snoRNA がレポーター遺伝子の発現に影響を及ぼすかどうかを検討したが、人工遺伝子の系では発現変動は見られなかった。このことはオーファン snoRNA が mRNA を標的にするためには、mRNA 側にも snoRNA と会合するための何らかの特殊なメカニズムを利用している可能性が浮上した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 核酸、RNA、遺伝子発現制御、遺伝子

機能多様性、疾患

〔研究題目〕金属/酸化ナノヘテロ界面の雰囲気依存構造変化のメカニズムに関する研究

〔研究代表者〕香山 正憲

(ユビキタスエネルギー研究部門)

〔研究担当者〕香山 正憲、秋田 知樹、田中 真悟、前田 泰、田中 孝治(常勤職員5名)

〔研究内容〕

金属ナノ粒子が酸化物など無機物質表面に接合した金属/無機ナノヘテロ界面系は、特異な化学的・電子的機能が発現し、環境触媒や電極触媒など様々な応用が期待される。当該グループは、Au/CeO<sub>2</sub>系の電顕観察において、電子線照射や雰囲気に依存した CeO<sub>2</sub>の酸化・還元状態に応じて Au 粒子の形状や接触角がダイナミックに変化する現象を見出だしている。本研究では、Au/CeO<sub>2</sub>系などを対象に、電子顕微鏡観察・表面科学手法・第一原理計算の三つの連携により、雰囲気に依存した担体の酸化・還元状態の変化、表面・界面ストイキオメトリや酸素空孔濃度の変動、界面の原子・電子構造やエネルギーの変化、金属ナノ粒子の形状・接触角変化、機能の変化等を明らかにし、雰囲気依存構造変化のメカニズムを解明することを目的とする。平成20年度は、電顕観察では、Au/CeO<sub>2</sub>系の HAADF-STEM 観察を行い、観察中に Au 粒子が layer-by-layer で縮小して行く過程の観察に成功した。また、周縁部で原子構造の乱れが生じることが観察された。表面科学実験では、ケルビンフォース顕微鏡(KFM)による表面電位測定から Au 粒子/TiO<sub>2</sub>基盤間の電子移動量を検討した。詳細な解析結果は Au 原子当たり0.002電子とわずかな量であった。これは接触電位差によるメゾスケールの移動である。第一原理計算では、Au/CeO<sub>2</sub>系の各種雰囲気での表面・界面エネルギー、欠陥形成エネルギーの計算から、雰囲気依存構造変化のメカニズムを検討した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕電子顕微鏡観察、第一原理計算、表面科学手法、金属/無機ナノヘテロ界面

〔研究題目〕キレート型ケイ素配位子を持つ遷移金属錯体の合成および触媒としての応用

〔研究代表者〕島田 茂(環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕島田 茂、崔 隆基、Fang Hongyun(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

9族遷移金属錯体に関し、(1)高形式酸化数錯体や多核錯体などの特異構造錯体の合成、構造および反応性の解明を目指し二座および三座型キレート型ヒドロシランとの反応の検討、および(2)触媒開発を目指したキレート型シリル支持配位子に関する検討を行った。

前者に関しては、ジシリルベンゼン類およびビス(2-

シリルフェニル)シランとイリジウム錯体およびロジウム錯体との反応を検討した。一価のヒドリドイリジウム錯体との反応では、三価シリルジヒドリド錯体およびビスシリルヒドリド錯体の生成を、五価ペンタヒドリドイリジウム錯体との反応では、五価ビスシリルトリヒドリド錯体の生成を多核 NMR 解析により確認した。一方、ロジウム錯体との反応では、五価トリスシリルジヒドリド錯体と推定される錯体生成を多核 NMR 解析により確認した。

後者に関しては、いわゆるピンサー型シリル支持配位子として2つのホスフィン配位部位を持つ P*Si*P 型配位子の開発を行い、合成法を確立するとともに、本配位子を導入した三価ジヒドリドイリジウム錯体や五価テトラヒドリドイリジウム錯体の合成に成功した。これら錯体の構造は、多核 NMR や単結晶 X 線構造解析、理論科学計算により詳細に検討した。以上の検討により、この配位子が柔軟性を有しており、金属に対し fac 型および mer 型の双方で配位可能であることを明らかにした。錯体の反応性に関する検討では、上記錯体から発生させた一価錯体がベンゼン等の C-H 結合を室温でも切断することや、末端オレフィンの異性化反応の触媒となることを見出した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕遷移金属触媒、ケイ素、錯体

〔研究題目〕還元反応に基づく生体蓄積性有機フッ素化合物の非焼却分解・無害化システム

〔研究代表者〕堀 久男(環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕堀 久男、忽那 周三(常勤職員2名)

〔研究内容〕

有機フッ素化合物は界面活性剤やコーティング剤等の様々な用途に用いられてきたが、一部が環境水に残留し、生物中に蓄積していることが報告されている。その典型がペルフルオロアルキルスルホン酸類(パーフルオロアルキルスルホン酸類)とペルフルオロカルボン酸類(パーフルオロカルボン酸類)である。このためこれらの排出削減のために工場廃棄物(排水)を分解・無害化することが急務となっている。しかしながらこれらは非常に安定で、完全分解には約1000℃の高温を必要とする。また、焼却では生成するフッ化水素ガスが焼却炉材を激しく劣化させるという問題がある。このため焼却以外の分解方法の開発が望まれている。本年度はペルフルオロオクタン酸(PFOA)に代表されるペルフルオロカルボン酸類について、ペルオキシ二硫酸イオンを添加して密閉容器中で熱水分解させることを検討した。その結果、ペルオキシ二硫酸イオンを添加した場合、意外にも80℃程度の低温の熱水、すなわち温水中で最も迅速にフッ化物イオンと二酸化炭素まで分解できることが分かった。反応温度を150℃に上昇させたところ、PFOAの減少速度は低下し、フッ化物イオンおよび二酸化炭素の生成も大



幅に減少した。これは150℃のような高温では硫酸イオンラジカルと水との反応が優先して PFOA との反応が阻害されるためと考えられる。この方法により PFOA の代替物として普及しつつあるペルフルオロエーテルカルボン酸類についてもフッ化物イオンと二酸化炭素まで迅速に分解させることができた。さらにこれらについてヘテロポリ酸光触媒による分解も達成した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】フッ素、有機フッ素化合物、熱水、ペルフルオロカルボン酸、PFOA、ペルフルオロオクタノ酸、亜臨界水、分解

【研究題目】環境対応型光アクチュエータゲルの開発とシステム化

【研究代表者】須丸 公雄

(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】須丸 公雄、高木 俊之、杉浦 慎治

(常勤職員3名)

【研究内容】

光アクチュエータゲルを組み込んだマイクロシステムの構築について、酸性水溶液中で光応答収縮を示すことが既に見出されている色素・リンカー・主鎖の組み合わせで検討を行った。ゲルシートと流路チップのアセンブルに基づくアーキテクチャを検討、PDMS 流路チップと微小な貫通孔を備えたガラス板と光アクチュエータゲルシートを順に積層することにより、1 cm 角の領域に10個の光応答性バルブを集積したマイクロ流路チップを試作した。様々な作製条件を検討した結果、局所的な青色光照射により、照射されたバルブのみが開通する条件が確認され、さらに詳細な条件検討により、10個の光応答性バルブ全てを独立に光制御できることが実証された。この成果は、Lab on Chip 誌 (IF=5.821) に掲載され、09年1月のアクセスランキング4位となった。

一方、スピロピラン色素の構造については、5通りの置換基構造を有するアクリルアミドモノマーを合成、まずは主鎖からの干渉が少ない、ジメチルアクリルアミドとの共重合体の合成を行った。まずはそれらについて酸性条件における光異性化のダイナミクスを解析、メトキシ基を有する一部の構造が、光励起からの戻り反応が、30℃で約5分と早いことが確認された。さらに、無置換色素を10%導入した系では、ジメチルアクリルアミドポリマー水溶液の相分離が誘起されることが明らかになり、光アクチュエータゲルの高速駆動に関する有用な知見を得た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】光アクチュエータゲル、マイクロ流路システム、マイクロバルブ

【研究題目】ナノ熔融領域の光学・熱力学計測手法の開発とストレージ技術への応用

【研究代表者】桑原 正史

(近接場光応用光学研究センター)

【研究担当者】桑原 正史、島 隆之、王 曉民、遠藤 理恵、鶴岡 徹、上原 洋一

(常勤職員2名、他4名)

【研究内容】

「ナノスケールの熔融現象」をキーワードに、研究を遂行した。このキーワードのもと、(i)「ラマン散乱法によるナノ熔融領域熱現象の研究」および(ii)「高温時における材料の諸物性測定方法の確立」を柱とし、研究分担者と相互理解をしながら、研究を進めた。(i)のテーマにおいては、装置の構築は、ほぼ終了し光ディスクのその場ラマン散乱観察を行なった。その結果、超解像再生と言われる現象について、熔融状態がこの現象のもとであるということを実験的に初めて明らかにした。(ii)のテーマに置いて、高温熔融状態材料の揮発・酸化が大きな問題であったが、それらを防止する試料準備法を確立した。光学定数測定では既存の装置を用いて、代表的なカルコゲン材料である  $Sb_2Te_3$  の測定を行ない、測定が可能であることを示した。また新たな装置を設計し、製作を開始した。現在ほぼ完成し、測定段階である。電気伝導および熱伝導率測定では、試料の準備法や実験手法の検討を行ない、その後実行した。代表的なカルコゲン材料である  $Sb_2Te_3$  の電気伝導および熱伝導率測定を行ない、その材料の高温熔融状態での測定が可能になった。また上記以外にも、近接場光によるデバイス評価に着手し、ナノ領域での結晶構造評価や温度測定を目標に基本的な検討を行なっている。またその他として、カルコゲン微粒子の STM 発光分光測定、カルコゲン材料を用いた新規光学素子の開発を進めている。これらにおいては、21年度も継続して研究を進める価値ある結果が得られている。カルコゲン微粒子の STM 発光分光測定では、新たに東北大学の上原教授と協力関係を築き、研究を進めることができた。カルコゲン材料を用いた新規光学素子の開発では、ポスドクと研究を進め、理論と実験で結果を得ることができた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】高温熔融、光ディスク、相変化メモリー、電気伝導、熱伝導、近接場光顕微鏡、STM 発光

【研究題目】レーザー法による超音波伝播映像のその場計測技術の開発と非破壊検査への応用

【研究代表者】高坪 純治

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】津田 浩、遠山 暢之、宮内 秀和

(常勤職員4名)

【研究内容】

本研究では、実構造物を伝わる超音波をその場で動画映像として観察しながら欠陥検査できる分かりやすい超

音波探傷法の開発を目指して、レーザー利用の超音波伝播可視化技術を開発する。

本年度は、構造部材を伝わる超音波をその場で映像化できる可搬型の高速計測システムを開発するとともに、本計測システムを鋼構造物や CFRP 複合材料のき裂や腐食、はく離などの検出に適用し、超音波伝播映像解析による損傷の検出・評価法を検討した。得られた研究成果を以下に要約する。

- (1) 小型・小出力パルスレーザーを利用した安全でコンパクトな実用的超音波可視化装置を試作し、アルミ平板の裏面に存在する1 mm サイズのスリット傷を3 m 離れた位置に配置した超音波探触子からの超音波伝播映像で検出できることを実証した。
- (2) 鮮明な超音波伝播映像を取得するための最適計測条件を検討した結果、照射スポット径は超音波の波長以下、レーザー走査ピッチは超音波の波長の半分以下にすれば、解像度の高い鮮明な伝播映像を測定できることが分かった。
- (3) 進行波の中に埋もれた欠陥エコーを抽出するために、近接3点間の受信信号を同期差分させる信号処理手法を開発した。これにより、進行波の中に埋もれて全く検知できないような欠陥エコーも鮮明な映像として観察できるようになった。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] レーザー、超音波、非破壊検査、可視化、欠陥

[研究題目] くも膜下出血後の脳血管れん縮における脂質過酸化と PAF アセチルヒドラーゼの関与

[研究代表者] 吉田 康一 (健康工学研究センター)

[研究担当者] 吉田 康一、小川 陽子、石田 規子 (常勤職員3名)

[研究内容]

エステル型および遊離型のイソプロスタンを分析することによってくも膜下出血後の脳血管れん縮の発症メカニズムに関して重要な知見を得た。本疾患に PAF アセチルヒドラーゼが関与する可能性が示唆された。

[分野名] ライフサイエンス

[キーワード] くも膜下出血、バイオマーカー、酸化ストレス、脂質過酸化

[研究題目] レーザーコンプトン準単色 X 線マルチパルスの生成と動的医用イメージングへの応用

[研究代表者] 山田 家和勝

(計測フロンティア研究部門)

[研究担当者] 豊川 弘之、黒田 隆之助、安本 正人、関口 広美、小池 正記、青山 隆彦、福山 直人 (常勤職員6名、他2名)

[研究内容]

本研究課題は、X 線医用イメージングで一般に用いられる X 線管球に対して、単色性、エネルギー可変性、短パルス性、可干渉性等に高い優位性を持つ小型のレーザーコンプトン散乱 (Laser Compton Scattering; LCS) X 線発生装置の高性能化と、その微小血管造影やコントラストのつき難い軟組織の低被曝・高精細イメージングへの適用可能性を検証することを目的としている。

平成20年度は、LCS-X 線の収量増加のため、マルチパルス・レーザーコンプトン散乱実験用再生増幅型 Ti-Sa レーザー共振器の設計を行い、その製作を進めた。本手法では、共振器内に10 J (100 mJx100パルス) のエネルギーを蓄積することを目標としているため、ミラー表面や増幅媒質内でのレーザー強度が高く、励起用レーザー強度の変動や光学コンポーネントの損傷閾値のばらつきがレーザー性能を大きく左右する。そのため、コンポーネント配置やミラーの曲率等について設計値を参考にしつつ実験的に決定する作業を行った。LCS 集光点サイズ、空間モード、スペクトル等の詳細な測定は次年度に行う予定である。LCS 衝突用マルチバンチ電子ビームに関しては、電子銃に Cs<sub>2</sub>Te フォトカソードを導入して100バンチ電子ビームの発生・加速実験を進めており、開発中の Ti-Sa レーザー共振器と組み合わせることにより X 線収量の100倍の増強が期待できる。また LCS-X 線を用いた低被曝・高精細医用イメージング実現に向けて、所外の研究分担者を交えて被曝線量測定に関する検討を開始するとともに、イメージング実験について討論を行った。

[分野名] 標準・計測

[キーワード] 小型電子加速器、高出力レーザー、レーザーコンプトン散乱、単色 X 線、放射線、線量測定・評価、医用・生体画像

[研究題目] 原子炉からの熱中性子ビームを利用した中性子線量計の2次元微分校正法の開発

[研究代表者] 原野 英樹 (計測標準研究部門)

[研究担当者] 松本 哲郎、西山 潤、瓜谷 章 (常勤職員1名、他2名)

[研究内容]

本研究では日本原子力開発機構研究3号炉 (JRR-3M) 即発ガンマ線分析装置で得られる高強度熱中性子ビームを用いて中性子線量計を校正する新しい方法を開発する。これまで、産総研の黒鉛パイルと Am-Be 中性子源による熱中性子標準場では高い安定性が得られるが、線量率は約3・Sv/h であり線量計の校正に必要な1 mSv の線量照射に約2週間を要した。一方、JRR-3M からの熱中性子ビームを利用すれば1 mSv/h 以上の線量率が得られ1時間以内で照射が可能になる。また新しい校正法では、中性子のエネルギー分布、線量計の応答を2次元で同時測定し、任意のエネルギー分布に対する

線量校正を可能にする画期的なものである。2008年度は、中性子飛行時間法で中性子スペクトル測定を行うために回転チョッパー、中性子フルエンスをモニタするための透過型<sup>3</sup>He 計数管を設計・作製し、ビームラインにインストールした。チョッパーは<sup>6</sup>LiF 遮蔽材で構成される円板に0.5 mm 幅のスリットが設けられたもので、50 Hz で回転させることにより、原子炉からの熱中性子ビームをパルス化することができる。このチョッパーを利用して中性子飛行時間と検出器出力波高の2次元測定が可能な信号処理系をくみ上げ、各装置の性能試験を実施した。中性子スペクトルの測定、場のバックグラウンド特性が測定され、中性子線量計校正を行うための基礎データを実験的に得ることができた。

〔分野名〕計測・標準

〔キーワード〕中性子標準、熱中性子、中性子線量、原子炉、高強度ビーム、校正

〔研究題目〕新規酸化ストレスマーカーを用いた食品機能解析とリスク評価

〔研究代表者〕吉田 康一

(健康工学研究センター)

〔研究担当者〕吉田 康一、小川 陽子、二木 鋭雄

(常勤職員3名)

〔研究内容〕

各種疾病における網羅的分析を終えたバイオマーカー、ヒドロキシリノール酸、ヒドロキシコレステロール、抗酸化物質の酸化代謝物等を用いて、食品機能解析を行った。具体的には、実験動物を用いて抗酸化物質や機能性食品を一定期間、各種方法に従って投与し、血液等の生体サンプルのバイオマーカー変動を追跡した。一方で同様の検討を細胞を用いて行い、その変動を追跡することによって、動物実験に代替する機能評価法を開発することに努めた。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕機能性食品、バイオマーカー、酸化ストレス、リスク評価

〔研究題目〕アクションと連動する衣類状態の視覚認識に関する研究

〔研究代表者〕喜多 泰代 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕喜多 泰代、喜多 伸之、植芝 俊夫、

Neo Ee Sian (常勤職員4名)

〔研究内容〕

本研究はアクションと連動した視覚認識機能を機械によって実現することにより、人工的な自律システムの高度化に貢献することを目的とする。具体的には、将来的にロボットが衣類のような柔軟物を自然に扱うことを可能とし、高齢者や要介護者の日常生活支援に役立てることを目指す。本課題では、基本的で単純なアクションとの連動に課題を絞り、アクションに関する知識をどのよ

うに画像認識に活用できるかを明らかにし、構築する衣類ハンドリングシステムに組み込むことを目標とする。

平成20年度は、前半に3眼ステレオビジョンシステムから得られる3次元データを入力として用いる衣類状態推定方法の基本部を確立し、この手法を用いて、ヒューマノイドと3眼ステレオビジョンシステムからなる実験システム上で、衣類を実際にハンドリングする実験を種々行った。この際に、ハンドの実行可能状態内で、視覚認識手法から得られるハンドの目標位置を実現するために、ロボットの状態に基づいた把持姿勢変更法を導入し、実際にアクションを遂行することを可能にした。これらの実験を通じ、衣類の持つ柔軟性によって生じる特有性を明らかにし、アクションと視覚認識処理の連携時に重要な機能として、「アクションを利用した推定性能向上」「システムの物理的制約を補うアクションと画像認識の連動」などを整理した。この他、将来的にヒューマノイドヘッド内のカメラを利用することを目指し、USB 魚眼デジタルカメラを用いた広視野ステレオ計測システムを構築し、キャリブレーションおよび画像入力の準備に着手した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕コンピュータビジョン、ロボット

〔研究題目〕不特定多数のユーザが音声認識誤りを訂正した結果を活用した音声情報検索に関する研究

〔研究代表者〕後藤 真孝 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕後藤 真孝、緒方 淳、江渡 浩一郎

(常勤職員3名)

〔研究内容〕

本研究は、エンドユーザに音声認識誤りを訂正する協力をしてもらうことで、音声情報検索性能と音声認識性能の向上を目的としている。平成20年度は、課題(1)「Web 上のポッドキャスト等のテキスト全文検索技術」、課題(2)「ユーザが音声認識による自動書き起こしテキストを閲覧し、認識誤りを訂正することを促す方法」、課題(3)「ユーザが訂正を繰り返した正解情報の自動学習等に基づく音声認識性能の向上技術」に関する研究を計画通り進めた。具体的には、課題(1)に関して、Web クライアント、音声認識器、音声認識状態管理部、データベース管理部、検索サーバを改良して安定性と機能を高めた。また、新たにビデオポッドキャストへの対応を目指して検討し、今後の動画対応の可能性を高めた。課題(2)に関しては、音声認識結果閲覧・訂正用 Web インタフェースや検索機能のユーザビリティを改善した。特に、音響イベント検出において音楽の有無の自動判定を改良し、笑い声等の音響イベントの検出にも取り組んだ。課題(3)に関しては、訂正により正しい書き起こしテキストが得られるので、それを音響モデルや言語モデルの再学習に用いて性能を改善する手法を実現した。一部の

ポッドキャストに対しては人手による書き起こしを用意して、性能評価を行った。さらに RSS 中の情報や話題や番組形式の違いを音声認識において考慮して、認識性能の向上に取り組んだ。本研究の成果を産総研がプレス・リリースした結果、二つのテレビ番組と新聞9紙で報道された。科研費 NEWS レター 2008年11月発行 p.8でも取り上げられた。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 音声言語情報処理、音声情報検索、音声認識

【研究 題目】 中高齢者の膝関節痛低減に対する運動効果発現の機序に関する研究

【研究代表者】 横井 孝志 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 横井 孝志 (常勤職員1名、他3名)

【研究 内容】

我々は、中高齢者の変形性膝関節症(膝 OA)に対して、疼痛および運動機能低下を予防するための介入として実施する運動プログラムを開発してきた。本研究では、その運動プログラムを改変しながらヘルスケアサービスとして実施し、効果が得られる対象の範囲(運動介入の適用)や、運動介入の実施によって疼痛緩和が生じる機序を明らかにすることを目的とする。

平成20年度は、平成19年度に引き続き対象を変えてエビデンスを追加するため、介入実験を実施した。55歳から75歳までの中高齢女性を対象に運動介入前後における膝関節周囲の各種画像の撮像、理学療法検査などを行い、運動介入の効果やその原因について検討した。医師により行われた X 線学的評価による膝 OA 分類では約4割が grade2で最も多く、次いで grade1と grade3がそれぞれ2割であった。また、grade4が1割という内訳で、平成19年度とほぼ類似の割合であった。この grade を要因として疼痛、自己記載式膝 OA 機能評価表(WOMAC)、各種運動機能などの初期状態が異なるかを統計学的に解析した。しかし、現時点では grade による主効果が認められたのは関節可動域のみであった。grade の違いにより運動介入効果に差を生じるか検討したが、ビジュアルアナログスケールおよび WOMAC では grade による主効果がなかった。MRI 像の読影結果においては、約5割の参加者に半月板損傷が認められた。しかし、その中で疼痛などの症状が改善しないものはいなかった。これらの結果から、膝 OA に対する運動療法介入の開始時点において、膝 OA の X 線学的評価による grade や MRI 像の読影による半月板損傷の有無などで介入効果の適用を判断することは難しく、運動療法効果の適用範囲は幅広いことが示唆された。これらは平成19年度とほぼ同様の結果であった。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 運動、予防、膝関節、疼痛

【研究 題目】 視覚情報呈示により誘起される神経科学的作用に因る運動機能回復システムの開発

【研究代表者】 金子 文成 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 金子 文成 (他1名)

【研究 内容】

今年度我々は、二つの実験を行なった。一つ目の実験目的は、我々が考案した上肢の単関節運動の動画呈示による自己運動錯覚の誘起方法(自己運動錯覚誘起課題)が、下肢においても適用可能であるかどうか明らかにすることであった。自己運動錯覚誘起課題を用いることで、標的とした下肢の身体部位において自己運動錯覚が誘起されると同時に、皮質脊髄路興奮性は増大する傾向が認められた。このことは、下肢においても、我々が考案した方法によって、自己運動錯覚を誘起できる可能性を示唆している。その一方で、その効果は上肢を対象とした場合の方が強かったことから、自己運動錯覚の程度には身体部位依存性があるものと考えた。

また、我々はこれまでに、動画によって呈示される身体の空間位置と実際の身体位置との間に不一致が生じる場合、皮質脊髄路興奮性の変化は認められないことを明らかにした。そこで、呈示動画と身体位置との空間的不一致がある場合に、視覚野を制限し、不一致を視覚的に入力しないことで皮質脊髄路興奮性の低下を防ぐことが可能かを明らかにする目的で、二つ目の実験を行なった。結果として、動画呈示された身体部位のみを注視するように視野を制限した場合に、皮質脊髄路の興奮性が高まった。これらの結果は、動画呈示による自己運動錯覚の誘起には、動画内の身体位置と実際の身体位置との不一致を視覚的に認識するかどうかが重要であることを示唆している。つまり、ずれを“知っていること”よりも“見えないこと”が重要であることを意味する。このことは、視覚刺激による自己運動錯覚の誘起を臨床症例におけるリハビリテーションに応用するために重要な知見である。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 視覚、神経科学、運動、理学療法、機能回復

【研究 題目】 左前頭葉における非言語的遂行機能の解明：脳外科的技術による認知科学へのアプローチ

【研究代表者】 熊田 孝恒 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 熊田 孝恒 (常勤職員1名)

【研究 内容】

本研究では、左前頭葉の非言語的な機能を、大学病院の脳外科との共同研究より解明し、左前頭葉の損傷に伴う機能低下を評価する手法の開発をめざす。本年度は以下の点について検討を行った。

言語優位半球の Broca 野近傍の腫瘍摘出、およびそ

の対照群として非言語有意半球の前頭葉の腫瘍摘出を行った患者、約50名に被験者として協力を得て、非言語的課題の遂行成績に関わる前頭葉部位の特定を行った。非言語的な刺激を用い、キー押し応答を求める2種類の課題を、Cue にしたがってターゲットの反応すべき次元の切り替えを行う課題（非言語的タスク切り替え課題）を実施した。また、約50名の腫瘍摘出部位をデータを標準脳テンプレートに変換し、健常者と比較できるようにした。その結果、左半球損傷者と右半球損傷者で異なる結果を示した。まず、左半球損傷者では、ターゲット次元の切り替えにともなう切り替えコストが大きく、特に、Broca 野近傍の腫瘍摘出患者でその傾向が大きかった。ゆえに、言語野が課題の構えの設定に重要な役割を担っていることが示唆された。また、右半球損傷患者では、画面に提示された妨害刺激に対して、より大きな干渉効果を示した。この結果は、右前頭葉が内的表象と外的な環境との競合状態の解消に関与しているという従来の説とも一致する。これらの部位は、おおむね従来の脳機能イメージングの結果とも一致するが、本研究の結果から、各部位の機能がより詳細に明らかになった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 注意機能、脳機能評価

【研究題目】 転写制御蛋白質による転写終結領域の構造変化と機能解析

【研究代表者】 Penmetcha Kumar  
(生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 Penmetcha Kumar、  
Subash C.B. Gopinath、水野 洋  
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

目標：

2箇所の UAG 繰り返し配列を含む RNA55mer-RNA を合成し、転写制御蛋白質 HutP との複合体 (L-ヒスチジンと  $Mg^{2+}$  イオンを含む) の X 線解析を行い、RNA 結合部位及び結合時の構造変化を明らかにする。さらに生化学的手法をも取り入れて、HutP と mRNA と間の相互作用部位をマッピングし機能解析を行う。これらの実験結果を基にして、HutP によるアンチターミネーション機構を明らかにする。

研究計画：

X 線解析法と生化学的手法を用いて実験を行った。UAG 繰り返し配列2箇所を含む55mer-RNA を合成し、これを用いて HutP-L-histidine-RNA- $Mg^{2+}$  イオン複合体を結晶化し、X 線解析法を行った。一方、HutP と mRNA と間の相互作用部位解析に関しては、in-line-mapping 法を用い、HutP との結合がある場合と無い場合での開裂箇所を解析した。一方、hut-lacZ 融合ベクターを用いて、 $\beta$ -ガラクトシダーゼの活性発現が HutP により誘導可能かどうかの *in vivo* 実験を行った。

20年度進捗状況：

転写制御蛋白質 HutP と標的 RNA 複合体の X 線解析を行った。その結果、HutP は6量体を形成していること、HutP は6量体の両面で、RNA の2箇所の UAG 繰り返し配列と結合していた。生化学的実験においても、UAG 繰り返し配列の重要性が明らかにされた。また、*in vivo* 実験により、活性発現が HutP により誘導された。以上より、HutP は UAG 繰り返し配列と結合し、RNA をステムループから3角形様構造に変化させることによって、転写終結解除する機構を明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 転写制御、RNA、X 線解析、機能解析

【研究題目】 ナノカーボン薄膜電極を用いたメチル化 DNA 定量デバイスの開発

【研究代表者】 丹羽 修 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 丹羽 修、加藤 大、関岡 直行、  
上田 晃生、後藤 圭佑、  
小森谷 真百合 (常勤職員1名、他5名)

【研究内容】

本研究課題では、遺伝子の発現に大きな影響を与えるとされているオリゴヌクレオチド中のメチル化シトシンを識別して検出することを目的としている。前年度、電気化学直接酸化により、短いオリゴヌクレオチド中 (6 mer 程度) 中のシトシンとメチル化シトシンをその酸化電位の差により識別できることを見いだした。そこで、平成20年度は、実在する配列中のメチル化シトシンとシトシンを識別する事を目的としてより長いオリゴヌクレオチドを用いて検討を行った。鎖長が長くなり分子量が大きくなるにつれて、オリゴヌクレオチドが電極上に吸着し易くなり応答が低下する。その結果、定量的な測定が困難になる。定量性、安定性の向上のためにまず、表面のフッ素化や酸素を含む置換基の導入による応答性の向上を検討した。フッ素の導入では疎水性が向上し、多くの生体分子の電子移動速度が低下した。一方、酸素導入では、表面が親水化され核酸塩基の応答が向上した。また、溶液の組成と pH を最適化することにより、定量性が向上し、12 mer の配列での1塩基のメチル化したシトシンの違いを識別することに成功した。

そこで、小児ガンの一種である神経芽細胞腫で、メチル化が関与しているとされている配列 (24 mer) 中の1カ所のシトシンのメチル化の検出を行った。その結果、矩形波ボルタンメトリを用いた測定で、非メチル化の配列と、1つのメチル化シトシンを含む配列の応答の差が明瞭に得られることが分かった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ナノカーボン膜、メチル化 DNA、電気化学測定、スパッタ法

【研究題目】 遺伝子発現の周辺確率分布モデル構築

【研究代表者】 Paul Horton

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 Paul Horton、堀本 勝久、油谷 幸代

(常勤職員3名)

【研究内容】

本年度は周辺確率分布モデル構築の成果をまとめ、国際学会 (BSBT2008) にて発表を行なった。この研究では、我々は158種類のヒト細胞と122種類のマウスの公開遺伝子発現データを分析し、細胞周辺確率分布を3種類の(正規、対数正規、 $\Gamma$ )分布でモデル化し、対数正規分布がもっとも適切であることを示した。また、遺伝子機能と発現の周辺分布を結びつける関係を調べたが、顕著な相関はみられなかった。関連成果として、遺伝子発現データセットの可視化ツール HAMSTER (hamster.cbrc.jp) を改良し、論文投稿を行なった。

以上の結果を踏まえて、誤差や再現性に問題が多いマイクロアレイデータを使う限界が見えた。そこで、今後主流になるとと思われる次世代シーケンサーを用いた転写物の配列決定による遺伝子発現データの解析に切替えることを最優先課題とした。

しかし、比較的ノイズが少ないとはいえ、配列の誤読による発現値誤差は問題となる。そこで、我々は配列リード (sequence read) の誤読確率を示す、Quality score を考慮する発現値修正プログラム RECOUNT を開発した。RECOUNT を約13億配列リードに応用したところ、RECOUNT の修正により、ゲノムに一致しない(誤読である可能性が高い)配列リードが12%減少した。この成果は2009年に論文投稿する予定であり、ソフトウェアは既にウェブ上 (seq.cbrc.jp/recount) で公開した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 機能性 RNA、次世代シーケンサー、配列解析、モチーフ抽出

【研究題目】 嗅覚システムの統合的理解を目指した研究

【研究代表者】 諏訪 牧子

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 諏訪 牧子、藤渕 航、杉原 稔、

百石 弘人 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

嗅覚受容体は、細胞外側の多様な匂い分子と結合して細胞内へ情報を伝達し、これらの情報がより高次の情報へと統合される。この嗅覚システムの統合的理解を目指し、匂い分子-受容体-細胞-匂い地図-ゲノム構造間の時間、空間的な因果関係を解明することを目指す。20年度は既知の受容体-リガンド-活性強度の関係データを下に匂い分子に対する受容体の応答予測プログラムを開発し、さらに出力を組合せて網羅的な受容体の活性予測システムとした。詳細は以下のとおりである。

①匂い分子などの化学物質の学習セットを作成するため、PubChem からリガンド情報を約2400万分子ダウンロードし、物理化学的記述子で表現してDB化した。

②文献を基に匂い物質との組合せが明らかな嗅覚受容体データを約200個収集し学習セットを作成した。学習セットからリガンド-受容体複合体全体に点在した活性化に効果的な領域 (ホットスポット) を得るため、受容体配列の位置特異的なアミノ酸残基出現頻度と活性情報との相関係数が高いものを抽出した。

③リガンド分子の骨格と上記ホットスポット群を要素としたベクトルを用い、機械学習によりリガンド分子に対する活性予測プログラムを試作した。現状では予測感度、選択性共に70%程度で更なる高精度化が課題である。

④受容体配列とリガンド分子情報から予測できる活性強度を二次元に色分けプロットする受容体活性化アレイを作成した。アレイ上では受容体配列軸、リガンド情報軸何れの方向からも活性強度ベクトルをクラスタリングし、系統樹の作成が可能である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 嗅覚受容体、匂い分子、機械学習、受容体活性化アレイ

【研究題目】 超音波により誘起されるマイクロヘテロ反応場の解析と化学プロセスへの展開

【研究代表者】 飯田 康夫

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 飯田 康夫、小塚 晃透、砥綿 篤哉、辻内 亨、安井 久一 (常勤職員5名)

【研究内容】

超音波により誘起されるマイクロヘテロ反応場として、空間的に反応領域が拘束されたマイクロリアクター型反応場と、溶液内に形成されるエマルジョン型反応場の2つについて研究を進めた。マイクロリアクター型においては、脂質やたんぱく質などを殻としたマイクロバブルの調製を試みたが、特異なメリットを見出すことはできなかった。一方、マイクロバブルのその場観察においては、顕微鏡下でマイクロリアクター型セルを用いることによって、ガス拡散によるバブル消滅過程や、密集したバブル集団の振動挙動などを高速ビデオやストロボ撮影法を用いて観察することができた。一方、エマルジョン型マイクロヘテロ反応場を用いた合成応用では、タンパク質、脂質、多糖類、および生体親和性高分子などを殻としたマイクロバブルの作成を試みた。超音波ホーンによるエマルジョン型マイクロヘテロ反応場と機械式攪拌法 (ホモジナイザー) を比較すると、一般に、超音波ホーンを用いることによって、より微細なマイクロバブルを形成することが可能であった。さらに、超音波により誘起される特殊な反応場を制御・理解するために、レーザー散乱法や回折法を用いた多数キャピテーション気泡評価法を開発し、気泡振動挙動、気泡数密度や気泡径分

布などの測定を可能とした。本研究のもう一つのテーマである理論解析では、多数気泡間の相互作用を取り入れたモデルを作成し、気泡集団が発生する音響スペクトルの意味を明確にするとともに、マイクロバブルの数密度と破壊耐性の関係について議論した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 超音波、キャピテーション、気泡、シミュレーション、マイクロ反応場

〔研究題目〕 らせん高分子を用いた不揮発性 FET メモリの開発

〔研究代表者〕 鎌田 俊英（光技術研究部門）

〔研究担当者〕 植村 聖（常勤職員2名）

〔研究内容〕

次世代ヒューマンインターフェースデバイス技術として期待の高いフレキシブルデバイス、フレキシブル回路を印刷で作製する技術の一つとして、らせん構造を有する高分子の強誘電性を活用し、それを強誘電性層として用いて塗布形成される不揮発性強誘電体 FET メモリの研究開発に取り組む。

本年度は、代表的ならせん構造高分子であるポリメチルグルタメート（PMLG）について、その塗布薄膜の強誘電性の塗布薄膜作製方法依存性、並びに塗布薄膜の厚さ依存性を検討した。その結果、塗布方法の違いに基づく薄膜への力学的負荷が、塗布薄膜の膜質に大きな影響を与え、メモリ性に大きな差が生じることを見出した。また、この効果が作製する膜厚にも依存し、適度な厚さを有しているときに不揮発性メモリ効果が効果的に発現することを見出した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 メモリ、生体高分子、ポリペプチド、印刷デバイス、フレキシブルデバイス

〔研究題目〕 中央構造線の連続コアによる断層帯内部構造解析

〔研究代表者〕 藤本 光一郎（東京学芸大学）

〔研究担当者〕 重松 紀生、高橋 美紀、中島 隆、木村 希生、藤本 光一郎（東京学芸大学）、サイモン ウォリス（名古屋大学）（常勤職員2名、他4名）

〔研究内容〕

産総研は東南海・南海地震予測研究の一環として、三重県松阪市飯高町赤桶に観測井を整備し、この過程で掘削深度473.9 m で中央構造線（MTL）を貫くボーリングコア（掘削長600 m）が得られた。本研究の目的は、地殻の様々な深度での断層活動を記録していることが期待されるこのコアにより、①MTLの断層帯内部構造の正確な把握、②三波川変成岩の上昇を含めた MTL の履歴の解明、③各種断層岩の構造解析により、物理条件の

違いによる断層の性質の違いを理解し、深部の物性と歪の集中や内陸大地震発生との関わりを解明することである。

20年度の内容は(1) 掘削深度280-480 m の構成岩石と断層帯の内部構造柱状図を作成と、検層結果との照合による定方位化、(2) 平成21年度以降の流体包有物解析、炭質物解析による断層の発熱の検討のための名古屋大学における高温ステージの導入、(3) 平成 22年度の実験室での弾性波速度測定に必要な、内熱炉のセットアップである。

(1) の記載の過程では、平行して断層活動による変質鉱物形成を X 線回折法により検討、また薄片観察を実施した。これらにより、本研究で対象とするボーリングコアは、300℃以上の条件における不均質な塑性変形（マイロナイト形成）を経験した後、200-250℃における地震性断層運動（シュードタキライト形成）、温度150-200℃における脆性断層（カタクレサイト）、温度150℃未満における脆性断層（断層ガウジ）、と異なる条件で変形が重複していることが明らかになった。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 中央構造線、断層帯内部構造、柱状図、変形の重複、変形条件

〔研究題目〕 走査型 ESR 顕微鏡による非破壊コア分析の開発

〔研究代表者〕 今井 登（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 今井 登、福地 龍郎（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

本研究では、台湾チェルンプ断層掘削コアの ESR（電子スピン共鳴）、VSM（振動試料型磁力計）および化学分析による解析を行った。その結果、1136 m 黒色ガウジ帯では、摩擦熱上昇の指標となるフェリ磁性共鳴信号は明瞭には検出されず、また、磁化率もそれ程変化していないが、高い保磁力を示すことが明らかになった。また、石英の酸素空孔起源の E' 中心は減少し、有機ラジカルは増大していた。一方、1194 m 黒色ディスク及びガウジ帯では、高磁性共鳴信号強度及び高磁化率を示すが、保磁力は低いことが判明した。また、E' 中心も著しく減衰しているが、有機ラジカルは増大していた。1243 m 黒色ディスク及びガウジ帯では、1136 m 黒色帯とほぼ同様の結果が得られた。

熱水の通過年代を見積もるために、精密 ESR 測定を実施した結果、1136 m 黒色ガウジ帯の一部から検出されるスメクタイト起源の ESR 信号はほぼ完全に消滅していることが明らかになった。人工γ線照射により総被曝線量及び誤差を見積もると、 $1.3 \pm 61.2 \text{ Gy}$  ( $1 \sigma$ ) となり、一般的な泥質岩の年間線量率 ( $2 \pm 1 \text{ Gy/ka}$ ) で熱水の通過年代を予察的に計算すると、 $1 \pm 31 \text{ ka}$  ( $1 \sigma$ ) となった。この結果は、熱水が最近数万年以内

に通過したことを意味している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ESR、VMS、断層、年代、元素分析

【研究題目】宝石サンゴ類の持続的利用と適切な国際取引管理に関する研究—ワシントン条約への貢献

【研究代表者】鈴木 淳（地質情報研究部門）

【研究担当者】鈴木 淳（常勤職員1名）

【研究内容】

深海に生息する宝石サンゴは資源枯渇が懸念されており、国際取引規制の議論も起きている。しかし、宝石サンゴ類の成長率、繁殖期、資源量等の科学的知見がないため、規制の是非を判断することができない。また、日本近海の宝石サンゴ類は100～200 mの海域に分布するが、この水深における長期間にわたる環境変動の知見は少なく、宝石サンゴ類の生息環境は不明なことが多い。そこで、高知県沖から採取されたシロサンゴとアカサンゴについて骨軸の化学組成と酸素同位体を分析し、生息環境の復元を試みた。その結果、酸素・炭素同位体比は骨軸周辺部で大きくなり、同様な傾向がマグネシウム／カルシウム比とストロンチウム／カルシウム比にも認められた。これらの変化は水温、塩分などの環境変動によると考えるには大きすぎるため、骨軸の形成速度など生物学的な要因によって起こる可能性が示唆された。また、宝石サンゴは、海洋酸性化の影響を受けやすい高マグネシウム方解石の骨格を持つため、宝石サンゴを深海域における海洋酸性化の進行度の指標としての利用可能性についても文献調査を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】宝石サンゴ、骨軸、水温、酸素同位体比、マグネシウム／カルシウム比

【研究題目】生物起源炭酸塩の生成機構と精密間接指標の開発に関する研究

【研究代表者】鈴木 淳（地質情報研究部門）

【研究担当者】鈴木 淳、中島 礼、川幡 穂高、外西 奈津美（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

有孔虫やサンゴ骨格などの生物起源炭酸塩の化学組成、同位体比を分析することにより、過去の海洋環境の復元が広く試みられてきた。しかしながら、生物起源炭酸塩の化学組成・同位体比は、周囲の環境のみならず、生物体内の炭酸塩生成機構にも影響されることがわかってきた。そこで、地質学的試料を用いて、過去の水温、海水の酸素同位体比などを精密に復元するためには、生物起源炭酸塩の生成機構、すなわち、バイオミネラリゼーション（生物鉱化作用）機構の解明が求められる。本研究では、(1) 生物起源炭酸塩の種類と形態に関する研究、および(2) 外界環境因子の間接指標の開発に関する研究、

について検討が実施された。本年度は、霞ヶ浦近傍に生息するイケチョウガイを対象に検討を行った。イケチョウガイの殻は内層、中層、外層のすべてがあられ石で構成されている。外層について酸素炭素同位体比分析を行い、代謝過程の同位体比組成への影響等を検討した。イケチョウガイの殻の淡水の酸素同位体比は、地域のおよな変化に対して鋭敏に反応することが明らかになった。また、炭素同位体比に与える代謝の影響は小さい。淡水産二枚貝は、長いものでは数十年にわたる水の同位体組成や温度変遷などの時系列情報を殻に保存しており、殻の微小領域分析の進展により淡水域における古気候学研究に大いに貢献することが期待される。

【分野名】地質

【キーワード】イケチョウガイ、霞ヶ浦、水温、酸素同位体比、あられ石

【研究題目】伊豆小笠原マリアナ弧の海底カルデラと島弧地殻の進化・安山岩の成因

【研究代表者】石塚 治（地質情報研究部門）

【研究担当者】石塚 治（常勤職員1名）

【研究内容】

海洋研究開発機構の深海調査研究課題によって7日間の調査船なつしまによる調査航海を南部マリアナ海域で実施した。4地点で潜航調査を実施し、1) マリアナ弧南部の流紋岩質マグマの成因、2) マリアナ島弧内でのマグマ起源物質のバリエーションの検討、に資する岩石試料、海底地形データ、ビデオ映像を得た。岩石試料について1) 顕微鏡による詳細な観察と観察事実の定量化を行い、岩石組織と鉱物化学組成、全岩化学組成を密接に関連させる。2) 蛍光 X 線分析装置・ICP 質量分析計による全岩化学組成分析。3) 電子マイクロアナライザーによる鉱物組成、累帯構造の分析。4) 表面電離型質量分析計による Sr, Nd, Pb 同位体測定。を実施した。

【分野名】地質

【キーワード】伊豆小笠原マリアナ弧、カルデラ、潜水調査、化学分析

【研究題目】東ユーラシアにおける新生代後半の霊長類進化に関する古生物学的研究

【研究代表者】鈴木 淳（地質情報研究部門）

【研究担当者】鈴木 淳（常勤職員1名）

【研究内容】

化石霊長類の産出地点の地理的情報、古生物学的な相対的年代、地質学的な絶対年代などのデータを組み合わせることにより、霊長類の拡散時期と経路を決定し、化石種を含めたアジア産霊長類のユーラシア大陸における分布域の変遷を、全地球規模のグローバルな気候変動と植生変化の背景を基にして、「北方展開説」の立場から検討しようとするものである。本年度は、草食性哺乳類の歯の炭酸塩成分について炭素・酸素の安定同位体の分



析手法の検討を行った。炭素同位体比の結果から、植生についての情報が得られる可能性が示された。一方、酸素同位体比については分析上の問題が残され、今後の改善が必要である。

【分野名】地質

【キーワード】霊長類、哺乳類、歯、化石歯、酸素同位体比

【研究題目】ヒューマノイドによる物体搬送作業のための作業計画

【研究代表者】吉田 英一（知能システム研究部門）

【研究担当者】横井 一仁、  
Jean-Paul Laumanod (LAAS-CNRS)、  
Mathieu Poirier (LAAS-CNRS)、  
Rachid Alami (LAAS-CNRS)  
(常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

本研究では、障害物が存在する環境で、人間型ロボットが大型の物体をそれぞれの目的地まで運搬するという作業を計画することを目的とする。

平成20年度は、昨年度までに構築した物体操作のためのヒューマノイドの全身動作生成手法と、異なる把持形態に対応する操作を含むサンプリング運動計画手法に基づく合成ロードマップ作成手法のプロトタイプとを統合し、必要に応じて持ち替えを行いつつ目標位置まで物体を搬送することを可能とする、より一般性の高い作業計画手法を構築した。

具体的には、単一の把持形態に対応する干渉のない経路のネットワークを表現する操作ロードマップを、複数組み合わせることで合成ロードマップを求め、持ち替えを含む物体搬送経路の計画手法を次のように構築した。

- (1) 物体のみの経路を計画し、次にロボットを考慮して持ち替えポイントの候補を算出する。持ち替えポイントは、Visibility PRM と呼ばれる効率の良い経路探索手法を用い、物体のみでサンプリングした干渉のない経路をロボットと共に移動した際に障害物と干渉する位置として検出する。
- (2) これらの持ち替えポイント間をロボットが単独で移動する経路も同様にサンプリング経路計画手法で計画する。
- (3) このように計画した持ち替えを含む経路に、昨年度までの成果である、安定性・操作性など力学的指標を考慮したヒューマノイドの全身動作生成手法を適用する。

これらについて、海外研究協力者との共同作業も有効に活用して研究を推進し、既知の障害物が置かれた環境に応じて、ロボットが把持位置を変更しながら、目的地まで全身動作により大型の物体を持ち上げずに運搬する動作の計画手法を構築した。その有効性を、運動計画シミュレーションを行って確認した。

また、障害物がある環境で計画した搬送軌道を、等身大ヒューマノイドロボット HRP-2の実機により実行し、これまでに構築した全身運動計画手法の有効性を確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】作業計画、運動計画、ヒューマノイド、マニピュレーション、ピボット操作

【研究題目】水槽飼育サンゴを用いた骨格環境指標の高精度化に関する研究

【研究代表者】鈴木 淳（地質情報研究部門）

【研究担当者】鈴木 淳、川幡 穂高、外西 奈津美、  
吉永 弓子、高岡 光枝  
(常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

造礁サンゴ骨格の酸素同位体比の変化は、基本的には海水温と海水の酸素同位体比（これは塩分に相関する）を反映する。しかし、サンゴには骨格の酸素・炭素同位体比が平衡値からずれるという「生物学的効果 (vital effect)」が認められ、これは石灰化反応に内在する反応速度論的同位体効果によるものと考えられている。本研究課題最終年度にあたる平成20年度は、前年度までに得られた試料の分析を進めるとともに、Sr/Ca 比、Mg/Ca 比等の元素組成の分析を重点的に進め、これらの元素に関する「生物学的効果 (vital effect)」を検討して、研究の取りまとめを試みた。本研究課題で実施したハマサンゴ (*Porites australiensis*) を用いた5段階恒温飼育サンゴ試料について、Sr/Ca 比、Mg/Ca 比に加え、U/Ca 比等を分析し、骨格成長速度依存性を検討した。Sr/Ca 比については、酸素同位体比にもられたものと同様の群体依存性が見出され、成長速度が速い群体ほど Sr/Ca 比が大きくなる傾向、すなわち低い水温を指標する傾向が見られた。安定同位体比に加えて、元素濃度に見られる反応速度論的効果の生成メカニズムについてもモデル検討を試みた。

【分野名】地質

【キーワード】サンゴ、骨格、水温、酸素同位体比、ストロンチウム

【研究題目】視覚的注意の発達と発達障害に関する神経計算論的モデルの構築

【研究代表者】Steven Phillips

(脳神経情報研究部門)

【研究担当者】武田 裕司（常勤職員1名）

【研究内容】

視覚探索課題において、標的項目と妨害項目の類似性が高い場合には非効率的探索（提示項目数の増加に伴って反応時間が顕著に遅延）となり、類似性が低い場合には効率的探索（提示項目数に依存せず反応時間はほぼ

一定)となることが知られている。本年度は、標的-妨害項目間類似性を操作し、効率的探索処理中と非効率的探索処理中の脳活動を実験的に検討した。機能的 MRI を用いた実験では、非効率的探索課題において右半球の中前頭回の BOLD 信号が高まることが明らかになった。また、一次視覚野および下頭頂小葉は提示項目数に応じて活動が高まるが、標的-妨害項目間類似性には影響されないことが明らかになった。これらの結果は中前頭回が視覚的注意のトップダウン制御に関わっていることを示しており、後部脳領域に保持されている提示項目の表象と前頭に保持されている標的の表象とのマッチングに重要な働きをしていると推察される。

次に脳波を用いた実験では、前頭-頭頂間協調の時間的特性について検討した。事象関連電位では、注意を反映すると考えられている前頭 P2成分および作業記憶のアップデートを反映すると考えられている P3成分のいずれにおいても、立ち上がり潜時に探索難易度の影響はなく、P3成分の持続時間にのみ差異が認められた。また、脳波の位相同期性分析では、22-34 Hz 帯域で前頭-頭頂間の同期性が非効率的探索において高まることが明らかになった。これらの結果は、注意のトップダウン制御が一過性の前頭-頭頂間同期によって媒介されていることを示している。現在、探索効率の個人差に関連した脳活動状態について解析を進めている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 認知科学、脳・神経

【研究題目】 電子顕微鏡画像を用いたタンパク質構造変化の自動解析技術の開発

【研究代表者】 小椋 俊彦 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 小椋 俊彦 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標:

本研究は電子顕微鏡によりタンパク質を撮影し、この画像情報より3次元構造を構築する単粒子構造解析法の新しいアルゴリズムに関する提案である。タンパク質は、構造を変化させることで機能しているため、3次元的な構造変化を捉えることは極めて重要となる。本提案は、新たな画像情報処理アルゴリズムやより高コントラストかつ低ノイズの画像取得技術を開発することで、タンパク質の3次元構造変化を自動的に解析することを目的とする。

研究計画:

本年度は、アルゴリズムの開発とその並列化のためのコンピュータのセットアップ、さらに模擬データを使った精度検証を進める。まず、拾い上げた粒子画像に対して3次元構造変化に基づく画像分類を行うアルゴリズムの開発をする。これまで開発した GNG による画像分類では、分類されたクラス画像とクラス間の画像類似性に従うネットワークが自動的に作成される。これまでの処

理では、クラス画像の情報のみを解析に使用し、ネットワーク構造の情報は何も使用していなかった。今回のアルゴリズムの開発では、このクラス間ネットワークの情報に3次元構造情報を結びつける。これと平行して高コントラストかつ低ノイズの生物サンプルの画像取得方法を開発し、よりクリアな構造変化の画像を得る。

年度進捗状況:

電子顕微鏡画像から自動的に3次元構造を解析するアルゴリズムの開発とその並列化のためのセットアップを行った。具体的には、4コアの CPU を持つワークステーションを2台購入し、これらに並列に動作可能なようシミュレーテッドアニーリングを用いたアルゴリズムの分散処理化を進めた。この分散処理において、高機能な情報処理言語を有する Matlab の並列分散処理システムを活用した。これにより、従来法に比べて解析速度を飛躍的に向上させることができた。さらに、極めてクリアな生物サンプル画像を得る方法を開発した。この方法により得られたクリアな電顕画像を用いることで、微細な構造変化のクラス分類が容易になり、タンパク質の構造変化の解析精度が向上すると期待される。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 単粒子構造解析、画像処理、アルゴリズム、3次元構造解析

【研究題目】 濡れ性の制御による過冷却度制御の研究

【研究代表者】 平野 聡 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 平野 聡 (常勤職員1名)

【研究内容】

物質の過冷却現象を利用することで、貯蔵された熱の抽出が必要に応じて可能な蓄熱技術を汎用化するために、接触面との濡れ性によって過冷却度を能動的に制御する研究を行う。具体的には、蓄熱材の不溶性粒子の平均粒径や容器への充填質量、濡れ性が過冷却度に及ぼす影響を、蓄熱材候補として検討されてきている数種の無機化合物および有機化合物について明らかにする。

本年度は、ポリエチレングリコール (重量平均分子量 7300~10200、示差走査熱量計 (DSC) による融点 57.1°C)、D-スレイトール (同87.0°C)、エリスリトール (同118.5°C) それぞれについて、容器への充填質量を変更することによる凝固開始温度の変化を観察した。実験は所有の DSC と環境試験器、精密天秤、温度ロガーを用いて行った。DSC のアルミニウム製密封容器への試料充填可能体積は50  $\mu$ L 程度までに制限されるので、充填質量30 mg 以下の測定では試料を DSC 専用容器に充填し、DSC で凝固開始温度測定を行った。また、30 mg を超える充填質量の試料については樹脂容器に充填し、環境試験器で凝固開始温度を測定した。その結果、各物質の容器充填質量と最大過冷却度との関係を累乗関数で近似させることができた。また、疎液材料、処理方法を文献調査した結果、現状の技術では高耐久性の

表面修飾が困難であることがわかった。

高分子量のポリエチレングリコールや糖アルコールは給湯・暖房温度に適した安全な相変化蓄熱材として有望視されている。本研究結果によれば、カプセル型蓄熱材の最大過冷却度を容器充填質量から見積もることができるので、相変化蓄熱材の設計に有用な知見となる。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】蓄熱、過冷却、濡れ性

【研究題目】p 波超伝導体における半整数磁束量子状態の観察

【研究代表者】柏谷 聡 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】柏谷 聡 (常勤職員1名)

【研究内容】

$\text{Sr}_2\text{RuO}_4$ はカイラル p 波超伝導体と考えられ、金属超伝導体とは異なる多成分超伝導であることを反映して、半整数磁束量子の存在が理論的に予言されている。またその統計性を利用したトポロジカル量子ビットの構築が期待されている。半整数磁束量子を実験的に観測するためにはマイクロサイズの SQUID の磁場応答を観察することが有効と考えられるが、薄膜  $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$ は現在までに作成された例が存在せず、そのためにバルク結晶からのマイクロサイズのデバイス作成技術の開発が必要である。本年度は実際にマイクロサイズのデバイスを FIB プロセスにより作成し、プロセス中の劣化による超伝導への影響を評価し、マイクロサイズの SQUID が作成可能であることを確認した。また半整数磁束量子の存在が許される場合の SQUID の磁場応答を理論的に検討した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】エレクトロニクス、超伝導素子、SQUID、量子ビット、酸化物超伝導材料

【研究題目】量子モンテカルロ法および第一原理計算による2次元強相関系に研究

【研究代表者】柳澤 孝 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】柳澤 孝、長谷 泉、山地 邦彦 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

鉄ヒ素系新超伝導体のバンド構造を計算した。 $\text{LiFeAs}$  に対するバンド計算により、これまでの鉄ヒ素系超伝導体と異なり、フェルミ面は3個であることを明らかにした。フェルミ面の数が少なくても超伝導になり、メカニズムを明らかにする上で重要であると考えられる。

高温超伝導の相図を明らかにするために、量子変分モンテカルロ法による大規模なシミュレーションを、ハバードモデルおよび d-p モデルに対して行った。最近、実験により多層系の高温超伝導体に対して反強磁性と超伝導の共存が報告されている。われわれは、d-p モデルに対してそのような共存も考慮したモンテカルロ計算を行

い、二次元の d-p モデルに対する相図を明らかにした。実際、低ドーピング域 (ドーピング量  $x < 0.18$ ) では反強磁性と超伝導が共存し、さらにキャリア数を増やすと超伝導が単独で安定になることが明らかになった。また、 $\text{Bi2212}$ 等の高温超伝導体で報告されている特異な電荷秩序状態 (チェッカーボード状態と呼ばれている) の安定性を2次元ハバードモデルに対して変分モンテカルロ計算を行うことにより明らかにした。バンド構造を決める重なり積分  $t'$ 、 $t''$ をパラメーターとして基底状態のエネルギーを計算し、 $\text{Bi2212}$ 系の銅酸化物に対して得られているバンド構造を含むパラメーター領域でチェッカーボード状態が安定となることを示した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】二次元強相関系、量子シミュレーション、変分モンテカルロ法、第一原理計算、銅酸化物高温超伝導体、鉄系超伝導体、共存状態、チェッカーボード状態

【研究題目】微生物由来不凍タンパク質の構築原理と分子進化の解明

【研究代表者】近藤 英昌

(ゲノムファクトリー研究部門)

【研究担当者】近藤 英昌、津田 栄、西宮 佳志、星野 保 (常勤職員4名)

【研究内容】

目的：

不凍タンパク質は寒冷地に生息する生物が発現するタンパク質であり、氷結晶に結合しその成長を阻害する性質を有する。本研究では、新規な不凍タンパク質として菌類、珪藻類、バクテリアなどの微生物に共通して発現している不凍タンパク質に着目し、X線結晶構造解析及び機能解析を行うことによって氷結晶結合機構を解明するとともに、異なる生物種間に存在する不凍タンパク質の分子進化に関する知見を得ることを目的とする。

年度進捗状況：

担子菌 (*Typhula ishikariensis*) の不凍タンパク質の機能解析及び変異体実験を行うために、組換えタンパク質の発現系を構築した。各種の宿主及び遺伝子のコンストラクトを検討し、可溶性タンパク質を取得した。この発現系を用いて、それぞれ離れた分子表面に存在する残基に変異を導入した変異体を作成し不凍活性を評価した。各変異体を不凍活性の変化の程度によって分類することによって、不凍活性に寄与している部位に関する知見を得た。また、子囊菌 *Antarctomyces psychrotrophicus* 培養液から不凍タンパク質を精製した。得られた不凍タンパク質の分子量及びアミノ酸配列を解析し、不凍活性を評価した。その結果本不凍タンパク質は既知のものとは異なる新規な不凍タンパク質であることが明らかになった。また、珪藻 (*Navicula glaciei*) 不凍タンパク質の遺伝子を取得し、大量発現系を構築した。培地上清に

分泌された不凍タンパク質の発現量及び不凍活性を評価し、結晶構造解析に用いる試料の取得が可能であることを確認した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 不凍タンパク質、タンパク質結晶学、構造生物学、機能性タンパク質

〔研究題目〕 RNA の定量的検出を目指した核酸標識試薬の開発

〔研究代表者〕 小松 康雄

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 小松 康雄 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

目標、および研究計画：

RNA の定量的検出を行うため、RNA の3'末端に選択的に反応する試薬を開発する。サンプルから簡便に標識することが可能なプロトコルを作成し、同試薬による microRNA の高感度、定量検出を目指す。

年度進捗状況：

昨年度までに開発した試薬の反応性をさらに増強させるため、試薬の改変を行った。核酸はリン酸ジエステル結合を多数有しているため、負電荷を帯びている。そこで、標識試薬側に正電荷を帯びたグアニジンを付加させ、核酸側との間で生ずる静電的な相互作用によって、より低濃度でも反応が進行することを期待した。またこのグアニジノ基は平面構造を有していることから、核酸塩基へのスタッキング効果も加わり、標識試薬の親和性がさらに増強されると考えた。

昨年度と同様に、合成 RNA に対する標識実験を行った結果、グアニジノ基と芳香族基を有した新型試薬は、市販品や芳香族基のみを有した試薬よりも高い反応性を示すことが明らかとなった。細胞より回収した microRNA を、開発した試薬で簡便に標識する最適な標識プロトコルを構築するため、2種類の RNA を合成し、それぞれに相補的な合成 DNA を基板上にスポットした DNA チップを作製して、RNA の酸化、標識、ハイブリダイゼーション、解析までを行った。標識反応前に還元剤によって過剰の過ヨウ素酸を還元することで、標識 RNA を精製すること無く DNA チップの解析までを行うことが可能な方法を確立した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子解析、標識化試薬、分子間相互作用、核酸化学

〔研究題目〕 低温性担子菌類の環境適応と種内分化に関する研究

〔研究代表者〕 星野 保

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 湯本 勲、吉宗 一晃、齋藤 泉

(常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

低温性担子菌イシカリガマホタケは、植物病原菌であるため病徴を生じ、さらに菌核を形成することから、採取地での個体識別が可能である。また、主に菌糸の栄養増殖によって、その分布を拡大しているとされる。本菌の分布は、菌糸伸長に依存していることを考慮すると遺伝子解析と生息情報を合わせる方法の導入によって、分子進化時計の設定が可能となると期待できる。この分子進化時計を北半球全域のカルチャーコレクションへ適用し、環境適応能と比較することによって、微生物の種分化に関して貢献が出来る。

既にユーラシア各地にて採取した菌株は、交配試験の結果、3グループに分かれた。さらに採取地情報を考慮すると3グループは一部地理的分布が重なるものの、生息地域が異なり、それぞれを亜種レベルで記載可能と判断した。

本菌の分類基準となるタイプ標本の調査を行い、*Typhula ishikariensis* S. Imai を菌草研にて再発見した。また、本菌のシノニムおよび亜種である *T. idahoensis* Remsburg および *T. ishikariensis* var. *canadiensis* J.D. Smith & Årsvoll をコーネル大学および Agriculture Canada より借り受け、形態形質および遺伝子配列の解析を行っている。得られた配列は、何れも過去の同定結果および我々の結果を支持するものであった。この他、本菌のシノニムとして *T. borealis* H. Ekstr. および *T. hyperborea* H. Ekstr. が知られているが、このタイプ標本は現在までのところ見出されておらず、更なる調査が必要である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 菌類、種内分化、環境適応

〔研究題目〕 分離プロセスにおけるゼオライト膜劣化機構のマルチスケール解明

〔研究代表者〕 井上 朋也 (コンパクト化学プロセス研究センター)

〔研究担当者〕 井上 朋也、長谷川 泰久、長瀬 多加子、清住 嘉道 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

目標

本研究では、脱水用途の親水性ゼオライト膜ならびに脱アルコール用途の疎水性ゼオライト膜について、それらの劣化要因を膜を構成するゼオライト結晶の変性といった原子・分子レベルにまでさかのぼって把握するため、膜の分離性能劣化のメカニズムをゼオライト結晶変性の速度論に、さらに変性の空間分布を加味した速度論として理解することを目標とする。

研究計画

・親水性ゼオライト膜の劣化に関する、現象論的速度式導出

- ・疎水性ゼオライト膜の劣化に関する、現象論的速度論導出
- ・パーンプロメトリー装置改造
- ・ゼオライト結晶変性モデルの構築

## 年度進捗状況

## 1. 疎水膜の劣化挙動について

2次成長法により、代表的な疎水性ゼオライト膜であるシリカライト膜を調製し、その透過分離性能を60℃の5 wt%エタノール水溶液を用いて評価した。測定には、リアルタイムガス分析装置（当年度購入）を組込んだ浸透気化性能測定装置を使用した。その結果、測定開始直後のエタノールの透過流束は、3.1 mmol/(m<sup>2</sup>s)だった。その後、時間の経過とともに透過流束は徐々に減少し、測定開始12時間後には2.8 mmol/(m<sup>2</sup>s)だった。このことから、疎水性ゼオライト膜の疎水機能が時間に比例して低下することが示された。

## 2. 親水膜の劣化挙動について

2次成長法により、代表的な親水性ゼオライト膜であるフィリップサイト膜を調製し、その透過分離性能を40℃の各種有機溶媒含有水溶液を用いて評価した。測定には、リアルタイムガス分析装置（当年度購入）を組込んだ浸透気化性能測定装置を使用したほか、各種キャラクタリゼーションを併用した。その結果、ゼオライト結晶のイオン交換に伴い親水性が減少し、これが水流束の低下を引き起こしていることがわかった。また、フィリップサイトおよびマーリノナイトについて、ゼオライト結晶の構造は酢酸程度の弱酸ではイオン交換を引き起こす程度で保持されているのに対し、スルホン酸程度の強酸ではこれが破壊されてしまうことが示唆された。これは、触媒との複合化プロセスの設計に資する結果であると考えている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】膜分離・劣化メカニズム・ゼオライト

【研究題目】黄銅表面からの鉛ナノウィスカー自然発生現象の解明

【研究代表者】孫 正明

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】孫 正明、橋本 等（常勤職員2名）

【研究内容】

黄銅（真鍮）は最も古い金属材料の一つであり、その優れた機械特性、耐食性、装飾性のため、家電、時計、自動車、水周り製品などの分野を始めとして広く利用されている。黄銅の切削加工性を向上させるために、人体に有害であるにも拘わらず、鉛を数パーセント添加した快削黄銅や鍛造用黄銅などが大量に使われており、最新のRoHS規制でも銅合金中の鉛は4%までの含有が許容されている。健康や環境重視の観点から鉛フリー黄銅の研究開発が進められているが、現在でも鉛黄銅合金が市

場の主流となっており、銅合金中の鉛含有量は増加傾向にあることがアメリカ銅合金協会の調査で明らかにされている。

研究代表者は、電子材料や高強度材料などへの応用を目的とした金属やセラミックス材料に関する研究を行ってきたが、これらの研究の過程で、SEM観察の試料台に使用した黄銅を切削や研磨加工すると、表面から鉛金属がナノウィスカーとして室温で自然発生・成長することを偶然に見出した。たとえば、鉛黄銅を研磨紙で軽く擦るだけで、表面から直径数十から百数十ナノメートル、長さ数百マイクロメートルまでの鉛ナノウィスカーが発生し、最大7.4ナノメートル/秒という大きな速度で成長した。また、これらのウィスカーの成長速度は酸素濃度などの材料雰囲気の影響を顕著に受けることが、その後の研究で判明した。

これまでにも、Sn、Cd、Bi、Znなどの低融点金属のウィスカーの室温自然発生や高温でのAlウィスカーの自然発生が報告されており、金属間化合物の生成による体積膨張や熱応力の影響など、種々のメカニズムが提唱されてきた。しかしながら、いずれのモデルも他の実験結果との矛盾が多く、統一的な説明を可能とするモデルは確立していない。

黄銅から発生する鉛ナノウィスカーも、これまでに提案されたメカニズムでは説明できない。Cu-Zn合金の結晶粒界に分布している鉛が残留応力によって機械的に押し出される、または、再結晶により試料表面から成長する、などのモデルが考えられるが、このようなモデルの検証・解明が本研究の最終的な目標である。

金属ウィスカーは、一般の金属に比べ含まれる転位の数が極端に少ないため、その強度は金属結晶の理想値に近く、新たな高強度材料やナノ材料としても期待されており、ウィスカーの生成メカニズムの解明は重要な課題である。黄銅から鉛ナノウィスカーが発生するメカニズムを明らかにすることは、このような観点からも重要である。

鉛黄銅材料における鉛ナノウィスカー発生の全体像を明らかにするために、各種市販鉛黄銅合金（C3604、C3712、C3771、C4622、C6782、C2801など）を入手し、切削加工により試験片を作製してから光学顕微鏡や走査型電子顕微鏡などの手法により調べた。その結果、すべての黄銅合金の表面から室温において鉛ナノウィスカーの自然発生現象が確認された。また、鉛含有量の高い黄銅合金により多くのウィスカーが自然発生することがわかった。観察された鉛ウィスカーの直径は数十から数百ナノメートルであり、長さは数百マイクロメートルまでであり、密度が300本/平方ミリに達したこともあった。これらの成果を日本金属学会春期大会などの場で発表した。次年度からは、これらの黄銅試料を異なる表面処理を施し、ウィスカーの自然発生現象への影響を調べ、またウィスカー発生が黄銅結晶粒の方位との関係を明らか

にすることを予定している。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 人間生活環境、Cu-Zn 合金、鉛毒性、応力、再結晶

【研究題目】 セルロース加水分解反応における超耐熱性セルラーゼのシナジー効果

【研究代表者】 石川 一彦

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 石川 一彦 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

種々の超耐熱性セルラーゼを用いセルロースを加水分解し、高効率にグルコースを生産するための基盤的技術を確立する。

研究計画：

超耐熱性エンド型セルラーゼがセルロース加水分解時に生成物による反応阻害を受けること、さらには結晶セルロースの可溶化は可能であるが期待通りのグルコース量が得られないことが分かっている。すなわち、本酵素のみによりセルロースの完全糖化（グルコース化）が不可能であることが分かった。そこで、これらの欠点を克服するために超耐熱性エンド型セルラーゼと共存反応させてセルロースを完全に加水分解して100%の収率でグルコースを生産することができる新規耐熱性酵素の探索を行った。本プロセスで使用可能な酵素を自然界から見だし、これらと組み合わせることで、実用化に適した高温下で働くセルロースの完全糖化（グルコース化）技術を完成させる。

年度進捗状況：

既に、リン酸により前処理を行ったセルロースに関しては、2種類の酵素使用によりセルロースの糖化効率90%以上を実現できた。現在、セルロースの濃度向上と使用酵素の最適化を行い、さらに新しい前処理の導入で高効率糖化システムの構築を目指す。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 セルロース、バイオマス、酵素

【研究題目】 細胞-細胞融合としての受精膜融合、その分子機構の解明

【研究代表者】 萩原 義久

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 萩原 義久、峯 昇平 (常勤職員2名)

【研究内容】

精子由来蛋白質 Izumo は受精膜融合に必須な因子である。そこで、本年度は1) NDOM の物理化学的性質、2) NDOM の構造解析 (峯、萩原、平田、山本)、3) NDOM による受精膜融合阻害機構の解明をテーマとした研究を行った。

その結果、1) X 線溶液散乱の測定を行い、そのデー

タを *ab initio* 構造解析法により解析することで NDOM のヘリックスコアは伸びた棒状の構造をしていることを明らかとした。さらに NMR 測定ではまず安定同位体<sup>15</sup>N でシングルラベル、及び<sup>15</sup>N と<sup>13</sup>C でダブルラベルしたヘリックスコアを調製した。安定同位体を導入していないサンプルを利用して測定条件の探索を行い、低温で測定することで十分に解析可能なスペクトルを観測できることを明らかとした。また安定同位体ラベルを行ったサンプルを用いて、構造解析に必要なスペクトルの測定を終えた。2) X 線構造解析を目指し、双晶では無い良好な結晶を得るべく結晶条件の探索を行ったが、顕著に優れた結晶を得ることは出来なかった。また平成19年度に得たデータの再解析を行ったが構造決定には至らなかった。3) 60残基ヘリックスコアフラグメントにプロリンを導入してヘリックスを壊したものについて Izumo -/- のバックグラウンドのトランスジェニックマウスを作製した。しかし、導入した変異体では精子膜状の発現が見られず、それ以上の解析は断念した。NDOM の変性によって細胞の品質管理機構が働き、変異体が細胞膜上へ正常に移行しなかったものと考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 膜融合、 $\alpha$ -ヘリックス、構造生物学

【研究題目】 糖鎖がんマーカー開発のためのコア1合成酵素検出システムの構築

【研究代表者】 立花 宏一

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 立花 宏一 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

種々のがんにおいてがん特異的糖鎖が主要ながんマーカーであることが知られている。糖鎖がんマーカーはシアリルルイス a 等を含め主にコア1型 O-結合型糖鎖であるが、Tn 抗原や sTn 抗原の様にコア構造で伸長の止まった糖鎖抗原はコア1型糖鎖の合成に問題があると考えられる。コア1型糖鎖はコア1合成酵素 (Core1GalT) により合成されるが、コア1合成酵素の発現そのものは Cosmc というコア1合成酵素特異的分子シャペロンの発現に依存することがわかってきた。特に Cosmc 遺伝子は X 染色体上に座位し、Tn syndrome 患者血液細胞で遺伝子異常が発見されていることから、上記糖鎖がん抗原発現との関連が期待される。そこで、本研究ではがん細胞におけるコア1合成酵素・Cosmc の蛋白質発現を調べることで各種がん細胞におけるコア1合成系の発現・活性を明らかにするとともに、がん細胞におけるコア1合成酵素・Cosmc の発現異常・構造異常について調べるためのヒトコア1合成酵素および Cosmc を特異的に認識する抗体作製、特に Cosmic に対する特異抗体作製を目的とする。

研究計画：

リコンビナント蛋白や合成ペプチド等の抗原を用いてヒト Cosmc に対するモノクローナル抗体クローンを作製し、Immunoblotting や免疫染色を用いて Cosmc を特異的に認識するモノクローナル抗体を樹立する。

年度進捗状況：

ヒト Cosmc のリコンビナント蛋白質を抗原としてマウスに免疫し、定法により用いてモノクローナル抗体を分泌するハイブリドーマを作製し、46エライザ陽性クローンの中から Western により18クローンの陽性クローンを得た。これら陽性クローン中より3クローンをを用いて免疫染色で解析した結果、2クローンは免疫染色可能であることが明らかになった。開発した抗体を用いて種々の培養細胞を免疫染色すると、Cosmc を過剰発現した細胞では細胞質が、正常レベルの Cosmc を発現している細胞では核近傍細胞内膜系が染色されるのに対し、正常な Cosmc を発現していない細胞は染色されなかった。これらの結果より、免疫染色可能な抗 Cosmc 抗体を開発したと考えており、癌組織標本の染色やコア1合成酵素の機能解析に役立つことが期待される。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖鎖、がん

【研究題目】モルディングインソールによる歩行安定化メカニズムの解明

【研究代表者】河内 まき子

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】河内 まき子、持丸 正明

(常勤職員2名)

【研究内容】

個人の足裏形状に対応したモルディングインソールは適合感に大きな影響を与えることが知られている。このメカニズムとして、以下の仮説をたてた：A. 接触面積が大きいほど足裏と靴底のまさが大きくなり、足と靴の相対位置関係がずれにくいため。B. 接触面積が大きいほど足底圧力が分散されるため。C. 接触面積が大きいほど体性感覚器からの情報が増え、足の運動を制御しやすくなるため。これらの仮説を検証するために、今年度は以下の研究を行った。

足囲サイズ調整可能なヒール高4.5 cm の足首ベルト付きセパレートパンプスを実験靴として選定した。9名の女性を対象に、靴と足の隙間の形状をシリコンで型どりすることにより、個別対応のアーチサポートを作成した。これを用いて以下の実験を行った。(1) インタビュー調査：個別対応アーチサポート有り無しを履き比べさせ、どちらが好きか、および好きな理由を詳しく聞き取る調査をした。この結果、どちらが好きかにかかわらず、好きな理由は「歩きやすい」からであった。アーチサポート有りが好きなグループ(6名)では「アーチサポートが足裏全体に接触」し、「体重が分散される」とともに、「まさがあがる」から「足が前にすべら

ない」ので「安定感がある」のが好きな理由であった。アーチサポートなしが好きなグループ(3名)では、「足裏に何も当たらない」ことを評価していた。(2) 足底接地面積の可視化と歩行時靴内足底圧の計測：アーチサポートにより足底接地面積は増大し、前足部の足底圧ピーク値は減少する傾向が認められた。(3) 仮説 C を評価するためのバランスボードを試作した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】足、適合性、靴、バイオメカニクス

【研究題目】ワイドレンジ2色可変 SFG 分光装置の開発と極限界面計測技術への展開

【研究代表者】宮前 孝行

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】宮前 孝行(常勤職員1名)

【研究内容】

波長可変の赤外光と可視光を用いた和周波発生(SFG)分光法は表面・界面に特化した振動分光法として注目されている手法である。本課題では波長可変の可視光を SFG 分光法の励起光として使用し、可視、赤外の両方の光を幅広い波長領域でチューナブルに改良した2色可変 SFG 分光装置を開発し、このシステムによる界面固有の電子状態、分子構造の計測手法の確立を目指す。本課題により開発した2色可変 SFG 分光装置を使用して、単層カーボンナノチューブ/金属界面の SFG 測定を行い、界面固有の振動状態とその励起波長依存性を測定した。誘電体基板上では単層カーボンナノチューブからの SFG シグナルは全く観測されないが、金属基板上ではナノチューブに特徴的なグラファイト構造由来の SFG シグナルが明瞭に観測され、これは単層カーボンナノチューブ/金属界面における界面電荷移動作用により G-バンドの構造が SFG で観測できることを明らかにし、さらに2色可変 SFG により、SFG で観測されている G-バンドがナノチューブの光学遷移から半導体ナノチューブの吸収帯と共鳴していることを突き止めた。また有機 EL 素子において、主に電子輸送層に用いられる tris-(8-hydroxyquinoline) aluminum (Alq<sub>3</sub>) と金属との界面について、2色可変 SFG の測定を行った。Alq<sub>3</sub>の第一吸収帯は390 nm 付近に存在するが SFG 波長をこの吸収帯に合わせることで明瞭な2重共鳴効果を確認できた。用いる金属の種類を変えることで、この共鳴条件が変化することを確認できた。さらに埋もれた界面の測定として、Alq<sub>3</sub>上に金属膜を蒸着した状態で2色可変 SFG の測定に成功した。Al/Alq<sub>3</sub>界面の SFG スペクトルは Alq<sub>3</sub>/Al の場合とは大きく異なっており、埋もれた界面での金属と有機物との相互作用の存在を強く示唆している。また Al と Alq<sub>3</sub>の間に LiF を挿入した試料においては、他とは全く異なる新たなピークが観測されており、Li ドープ、もしくは Alq<sub>3</sub>の酸素や窒素原子と Li との相互作用の存在を強く示唆している。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造  
 【キーワード】 表面・界面、レーザー非線形分光

【研究題目】 中性アミノ酸トランスポーターの制御分子開発と機能解析

【研究代表者】 茂里 康 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】 茂里 康 (常勤職員1名)

【研究内容】

目標:

中性アミノ酸トランスポーターの一種であるアラニン、セリン、システイン輸送機構 (alanine-serine-cysteine transporter, ASCT) については、グルタミン酸トランスポーターのホモロジー検索によって、比較的早い時期に2つのサブタイプ遺伝子 (ASCT1, ASCT2) が単離されていたが、その実体・輸送の詳細・制御機構には不明な部分が多い。

研究計画:

トランスポーターの解析には特異的に作用する制御分子 (特異的な基質・阻害剤) は不可欠である。ASCTの機能研究が立ち遅れている原因の一つは、選択的な基質や阻害剤がほとんど開発されていないことである。そこで、(1)ASCT に特異的な阻害剤開発のためのハイスクリーン系スクリーニング系の開発と天然物や化合物ライブラリーからの阻害剤探索。(2)ASCT 特異的制御物質 (基質・阻害剤) の分子設計を実施する。

年度進捗状況:

ASCT1、ASCT2のアッセイ系の確立のために、国外から供与して頂いたヒト ASCT1、2のクローンの遺伝子配列を確認したところ、ヒト ASCT2クローンは C 末端側に欠損が認められたが ASCT1クローンは報告されていた配列と同じであった。ラット ASCT1、2についてはすでに配列まで確認されたクローンを供与されていたので、ラット ASCT1、2のクローンを用いることにした。このクローンを阻害剤アッセイ系に用いるためには、内因性の ASCT1、2が高発現していない宿主細胞を選ぶ必要がある。そこでガン化された培養細胞を用いて ASCT1、2の発現を調べたところ、HEK293細胞には内因性の ASCT1、2が比較的高い発現していることが認められ、発現用の宿主細胞には不向きであることが判明した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 グルタミン酸、トランスポーター、阻害剤

【研究題目】 糖鎖修飾シロリムスリポソームを用いた血管形成術後再狭窄予防の研究

【研究代表者】 鶴嶋 英夫

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 鶴嶋 英夫 (常勤職員1名)

【研究内容】

狭窄血管に対して血管形成術 (拡張術) が施行されているが、血管形成術の問題は形成部位の血管再狭窄である。細く、形も複雑な血管ではステント挿入による再狭窄予防が困難である。そこで我々は血管形成部位に特異的に集積する糖鎖修飾リポソームを作製し、このリポソームに狭窄予防薬剤を内包して形成部位の血管再狭窄を予防するシステムの開発研究を目的とした。

リポソームに狭窄予防薬剤の内包化を試みて、ドキシソルピシン内包リポソーム (粒径100~200 nm) を作ることに成功した。そこで糖鎖としてシアリルルイス X (SLX) を選択して、糖鎖修飾ドキシソルピシン内包リポソーム (Dox-Lipo-SLX) を作製し、この粒子の血管狭窄予防性能を確認した。Dox-Lipo-SLX は試験管内で糖鎖 SLX と親和性を持つセレクチン蛋白質を発現した血管平滑筋細胞に良く集積することが判明した。ラットを用いてバルーンによる血管拡張後狭窄誘発モデルを作製、血管拡張部にセレクチン蛋白質が発現することを証明した。このモデルに Dox-Lipo-SLX を静脈注射するとドキシソルピシンは血管拡張部に集積し、正常血管には集積が観られなかった。また他の方法でドキシソルピシンを投与しても血管拡張部にドキシソルピシン集積は観られなかった。治療実験を施行すると Dox-Lipo-SLX 治療群では血管狭窄が非常に軽度であり、他の比較群では強い狭窄が観察された。以上の結果は Dox-Lipo-SLX の drug delivery system (DDS) としての高い active targeting 性能を示すものであり、また従来とは全く異なる active targeting DDS を用いた血管狭窄予防システムの登場を予感させるものであった (論文1報、日本脳卒中学会ではシンポジウムで成果発表、医学新聞より取材を受けた)。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 血管狭窄、血管拡張術、血管狭窄予防、ドラッグデリバリーシステム

【研究題目】 ペプチドホルモン調節系の起原と分子進化

【研究代表者】 齊田 要 (バイオニクス研究センター)

【研究担当者】 齊田 要 (常勤職員1名)

【研究内容】

ヒトに存在するペプチドホルモン、エンドセリン (ET-1) は、血管収縮ペプチドとして発見された。ヒトとげっ歯類ではペプチド3種 (ET-1, ET-2, ET-3) が遺伝子ファミリーを形成し、受容体2種と共に ET ペプチドホルモン調節系を構成し、系として多彩な機能を担っている。ET ファミリーに関する論文は Pubmed 検索で約19000件出てくるが、げっ歯類以前では ET 調節系の詳細は、ヒト ET の下等動物に対する薬理的効果を除き、ほとんど未解明である。そこで本研究では、ET 調節系の遺伝子群の起原や分子進化を解明する。動物界



における血管収縮ペプチド ET ファミリー3種の分布と配列・構造の多様性を解析するために、各種動物（哺乳類から魚類まで）の遺伝子・蛋白質データベースから関連・類似配列を探索した。データベースがないあるいは探索できない動物に関し遺伝子クローニングを実施した。特異的な遺伝子のクローニング法の1つ RACE (Rapid Amplification of cDNA Ends) 法を改変して、既知動物の配列を元にゲスマー (guess oligo primers) を順次設計・改良しながら、動物の脳腸組織等から mRNA を抽出し cDNA (ライブラリー) に変換し、ゲスマーで PCR クローニングを行った。進化の過程を遡りながら関連 cDNA 断片を単離し、塩基配列解析からペプチド配列を明らかにし、さらに cDNA 全長を取得しその解析からペプチドの前駆体蛋白質の全長を明らかにした。NJ 法 (解析ソフト) 等で、哺乳類から魚類に至るペプチド前駆体遺伝子の分子進化を解析した。「活性を有する原始エクソンが誕生し、エクソン重複により原始遺伝子が生成し、起原動物から哺乳類に至るゲノム重複によって、ファミリーとして「構造の多様性や特異性」を獲得して来た」と思われた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 遺伝子、進化、生体分子

【研究題目】 機能性近赤外蛍光分子プローブの創製と医療診断への展開

【研究代表者】 鈴木 祥夫

(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】 鈴木 祥夫 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、これまでに当研究グループで開発したタンパク質分析用蛍光試薬の開発において得られた知見を基に、ターゲットとなるタンパク質 (抗体) を標識化するための蛍光ラベル化試薬の設計・合成、性能評価を行う。

平成20年度は、これまでに開発したタンパク質検出用試薬を改良した近赤外領域に蛍光発光を持つ新規分析試薬の設計・合成し、その特性について評価した。今回開発した化合物は、分子内の電子共鳴を広げるためのアール骨格と、水溶性を付与するためにスルホン酸を併せ持っている。分子プローブの特性評価として、まず緩衝液中で、蛍光分子プローブとウシ血清アルブミン (BSA) を混合した後、吸収スペクトルと蛍光スペクトルを測定した。その結果、蛍光分子プローブ単独では蛍光を発しないが、BSA と複合体を形成することによって近赤外領域近傍に蛍光を発し、蛍光強度の大幅な増加が観察された。次に、BSA と蛍光分子プローブの複合体が、タンパク質以外の妨害物質にどの程度影響を受けるかを確認した。妨害物質として、無機塩、還元剤、界面活性剤、核酸、糖、有機溶媒を使用し、これらの妨害物質を、複合体に過剰量添加した。その結果、蛍光強

度はほとんど変化しなかったことから、開発した蛍光分子プローブと BSA との複合体は非常に安定であることが示唆された。また、BSA 以外のタンパク質にラベル化した場合にも、BSA と同様、複合体を形成することによって強い蛍光を発することを確認し、タンパク質の構造の違いに依存することなく、性能を発揮していることを確認した。さらに、二次元電気泳動によって分離されたマウスの脳由来のタンパク質混合物と、開発した新規蛍光分子プローブをゲル中で反応させたところ、先の結果と同様、複合体を形成することによって蛍光を発し、明瞭なタンパク質スポットを確認することが出来た。しかも、市販品よりも高感度かつ簡易的に扱うことが出来る分子プローブであることが実証された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、蛍光分析、分子プローブ

【研究題目】 シリコン半導体極浅接合形成のための超低エネルギーイオン注入技術の開発

【研究代表者】 山本 和弘

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 山本 和弘 (常勤職員1名)

【研究内容】

シリコン半導体デバイスの高集積化に伴い極浅ドーピング層の形成が必要である。国際半導体技術ロードマップ (ITRS) によれば2014年にはドーパント層の厚さはおよそ10 nm になるとされている。従来では数 MeV~数十 keV のイオンエネルギーを用いたイオン注入法が用いられている。しかしこの方法ではシリコン結晶中に多量の原子空孔および格子間原子がなだれ現象的に形成されてしまい、ターゲットであるシリコン半導体の結晶性が著しく劣化する。結晶性の回復と導入したドーパントの活性化のためには熱処理が必要であるが、ドーパントの拡散が生じて極浅ドーピングプロファイルを保つことが困難となる。特に p 型ドーパントであるボロンは原子半径が小さいためにシリコン結晶中を拡散しやすく、10 nm の極浅ドーパント層の形成が困難である。本研究では、上記問題を解決するために1 keV 以下の超低エネルギーボロンイオンを用いた超低エネルギーイオン注入技術を開発した。実用プロセスではレジストパターン形成後にイオン注入を行うため、室温でイオン注入を行い、その後ボロンの拡散を生じない800℃以下の熱処理による活性化プロセスを検討した。照射条件の最適化を行った結果、イオンエネルギーが300 eV の時にシート抵抗が最小値4 kΩ/□まで減少した。2次イオン質量分析法を用いて深さ方向のボロンの分布を解析した結果、イオンエネルギーが30 eV のときの注入深さは2 nm、イオンエネルギーが500 eV のときの注入深さは10 nm であり、超低エネルギーイオン注入により極浅ドーパント層の形成が可能であることが明らかとなった。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 イオン注入、シリコン、ボロン

【研究題目】 固体 NMR を用いたナノ空間における分子ダイナミクスの研究

【研究代表者】 林 繁信（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】 林 繁信（常勤職員1名）

【研究内容】

ナノメートルサイズの空間を内部に持つ多孔質材料は吸着、分離、触媒等の機能を持つ。ナノ空間内表面の性質はそれらの機能と密接に関係しており、本研究ではプローブ分子を用いた固体 NMR 法によりナノ空間内表面の性質を明らかにすることを目的としている。平成20年度は、ガス状物質に対するローターの気密性をテストする方法を考案して実施し、ガス状物質に対してもある程度の気密性を持つことを確認した。さらに、ナノ空間内表面の性質を調べるプローブ分子として、トリメチルホスフィンオキシドを選択した。トリメチルホスフィンオキシドは塩基性分子であり、ナノ空間の壁の酸点と相互作用を行う。このプローブ分子を空気中の水分が混入しない状態で、かつ量を制御して試料への導入を行った。この試料について、 $^1\text{H}$ 、 $^{13}\text{C}$ 、 $^{31}\text{P}$  NMR 測定を行い、試料調製上のいくつかの問題点を明らかにした。一つは、プローブ分子を溶媒に溶かして導入したが、溶媒分子も同時に吸着してしまうこと、もう一つは、溶媒を除去する場合にプローブ分子も一部除去されてしまうことである。従来の報告では全くふれられていなかったことである。溶媒の除去条件について検討が必要である。また、溶媒を用いないでプローブ分子を導入する方法についても検討の余地がある。ナノ空間に導入されたトリメチルホスフィンオキシドの $^{31}\text{P}$  NMR シグナルは40-80 ppm にわたって観測され、ナノ空間の壁の酸強度を反映したスペクトルを示した。溶媒分子の影響を除いたスペクトルを観測することができれば、酸強度の分布を示したスペクトルとなることが期待される。また、シグナル強度から酸点の定量も期待できる。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 固体 NMR、ナノ空間、ダイナミクス、酸塩基性質、固体触媒、プローブ分子、in situ 測定

【研究題目】 線量絶対測定による医療用密封小線源からの放射線量の方向依存性の研究

【研究代表者】 柚木 彰（計測標準研究部門）

【研究担当者】 柚木 彰、海野 泰裕、佐藤 泰（常勤職員3名）

【研究内容】

本課題においては、前立腺がんの治療に用いられる放射性物質である $^{125}\text{I}$ の密封小線源について、線量測定の精度向上を目指して、線量の方向特性の精密測定を実現するための研究を進めている。対象とする線源は

長さ5 mm×直径0.8 mm のチタン製の容器に収められているが、線源から放出されるエックス線やガンマ線のエネルギーが比較的小さく、線源容器で大きく吸収される。実際、放射線の入射方向に対してコリメートした、エックス線検出器を用いて放射線放出の角度分布を測定したところ、線源中央と検出器中心を結んだ線と線源長軸がなす角が90度の場合に対して、0度では放射線の計数が約1/4まで減少することを確認した。線量の方向特性の測定においては、線源の角度設定の再現性、および線源から検出器までの距離の再現性が重要なので、小線源専用の線源回転装置を製作した。この線源回転装置は線源を長軸周りに回転させ、任意の回転角度で固定でき、同時に線源中央と検出器中心を結んだ線と線源長軸がなす角が自由に設定出来る。線源を金属等の構造物を用いて固定しようとする放射線が遮蔽されてしまうので、直径74マイクロメートルと極めて細い糸を4本用いて線源を挟み、線源からの放射線をほとんど遮蔽することなく線源を固定できるよう工夫した。この線源回転装置に線源を固定し、エックス線検出器を用いて放射線のスペクトル測定を行い、不要な散乱成分が生じていないことを調査し、線量の方向特性測定に影響がないことを確認した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 放射線、放射線治療、線量、絶対測定、密封小線源、

【研究題目】 直並列集積量子ホール素子の開発と評価

【研究代表者】 金子 晋久（計測標準研究部門）

【研究担当者】 金子 晋久、浦野 千春、大江 武彦、桐生 昭吾（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

本研究では通常、 $h/e^2$  (25.812 807 k $\Omega$ ) の整数分の1の値しか発生できない整数量子化ホール抵抗を、集積技術と産総研独自のアイデアにより10 k $\Omega$ などの扱いやすい抵抗値を発生させるためのデバイスを開発している。平成19年度に引き続き素子作製におけるプロセスの条件出しをおこない、評価用素子を完成させた。化合物半導体の集積回路であり、かつ標準の見地から見て、 $10^{-9}$ レベルの評価に耐えうる必要もあるという非常に困難な課題であった。完成した評価用素子は想定した初期の性能を十分に発揮した。その量子化ホール抵抗は国家標準と比較して、その差異は $3.4 \times 10^{-8}$ 以下であることが分かった。またその非常に微小な差異は素子内の一部のコンタクト抵抗不良と基板の想定した2次元電子層以外のセカンドサブバンドなどによる「寄生」伝導に由来することを見出した。コンタクト不良に関しては、GaAs/AlGaAs 基板との濡れ性、合金化の特性の高いAu/Ge/Ni コンタクトを採用し、その最適なアニール温度時間が400 $^{\circ}\text{C}$ ×15秒程度であった。更に再現性を上げるため、合金組成および蒸着方法の最適化も行った。基

板の「寄生」伝導に関しては、現在いくつかの基板メーカーと結晶育成方法の最適化について議論しているところである。これらの成果を受け、今後、標準として利用できる集積量子化ホール素子の完成を行う。

【分野名】標準・計測

【キーワード】量子ホール効果、直流抵抗標準、二次元電子

【研究題目】表面増強ラマン活性ナノ粒子による単一細胞表面タンパク質のイメージング

【研究代表者】石川 満（健康工学研究センター）

【研究担当者】石川 満、伊藤 民武、安部 博子、Manikantan KIRAN（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

発現しているタンパク質の種類が、数分程度で変化する細胞膜のタンパク質分子を、*in situ* で迅速に検出・同定するための有効な測定手段がこれまで存在しなかった。このような検出同定が可能な方法のひとつとして、表面増強ラマン散乱（SERS: Surface Enhanced Raman Scattering）に着目する。遺伝子解析のモデル細胞としてよく研究されている酵母細胞を用いて、SERS法を用いて細胞膜で発現しているタンパク質を*in situ*で解析することが目標である。

今年度の計画は以下の通り。本研究では、個々の輝点の弾性散乱スペクトルと SERS スペクトルを帰属する。測定スペクトルを詳細に解析して SERS 輝点のスペクトルが多糖類を含むかどうか調べる。次に、SERS 輝点がタンパク質分子を含むかどうかを調べる。

今年度の進捗は以下の通りである。参照データとして、酵母細胞膜に含まれる精製されたタンパク質分子の SERS スペクトルと通常のラマンスペクトルを測定し比較した。また、同じく精製されたマンナン、グルカン、キチン等の多糖の SERS スペクトルと通常ラマンスペクトルを測定し比較した。その結果、酵母表面で観測された SERS スペクトルを暫定的にタンパク質由来と帰属した。マンノタンパク質を測定している可能性が高い。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】表面増強ラマン散乱、タンパク質、多糖類、酵母細胞

【研究題目】光トラップポテンシャル場の動的形成による非接触マイクロ操作の研究

【研究代表者】田中 芳夫（健康工学研究センター）

【研究担当者】田中 芳夫（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究では、光学顕微鏡下の様々な形状と光学的性質を有する物質を対象に、実時間画像処理による特徴認識技術とレーザー光の照射により形成される光トラップポテンシャル場分布の実時間制御技術の融合化により、非接

触で被操作対象物の3次元姿勢や位置を高精度かつ動的に制御するための基盤技術を開発することを目的とする。本年度は、以下の3項目について研究を実施した。

- (1) 特徴認識アルゴリズムの開発：顕微鏡下の実画像に対して、ハフ変換による円、楕円、直方体の検出と多値化判別閾値法による微粒子の色別の分類法を検討した。これらの方法により、液中の操作対象物が画像を取り込んだ際の位置からブラウン運動等により大きく外れない処理時間内で、珪藻、ウイスカなどのサイズと配向を実時間認識できることを確認した。
- (2) 空間分布制御による非球状物の複数同時捕捉：非球状微小物の形状モデル化による実時間認識を利用した多点光クランプ法を提案し、時分割同期走査による多点光ピンセットと項目(1)の特徴認識アルゴリズムにより、楕円状の珪藻、棒状のウイスカなど、複数個の対象物の安定した同時捕捉と位置および配向を制御した自動マイクロ操作を実証した。
- (3) 時間分布制御による微粒子の同時移動操作：色付ポリスチレン球やガラス球などを対象に、項目(1)の認識アルゴリズムと時分割同期走査を利用して生成した孤立点型の多点光トラップ場により、指定した十数個の微粒子の安定した自動捕捉が可能なことを確認した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】光ピンセット、レーザマニピュレーション、マイクロ操作、画像処理

【研究題目】分子材料の二光子吸収特性の計算化学的研究

【研究代表者】太田 浩二（光技術研究部門）

【研究担当者】太田 浩二（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、計算化学的手法を用いて、有機分子の二光子吸収特性における分子構造と特性との相関を確立することを目的としている。また、上記研究を進めるための標準的な計算手法の確立も目的としている。本年度は、前年度から取りあげてきた二次元的に広がった分子の二光子吸収（TPA）特性に関して、実験的に得られた TPA 特性を支配する要因を明らかにすることを目的として、その構造と特性の相関を、計算化学の立場からさらに詳細な解析を行った。計算から TPA 特性は、分子全体の対称性及び置換基の位置に大きく依存することが分かった。TPEB の MO は互いに交差する二つの BPEB の MO の一次結合で表せることが分かった。中心対称的な TPEB の内、すべての末端基をドナー基で置換した TD-TPEB では交差する D-p-D 型の BPEB の HOMO-LUMO 遷移は一光子許容で、二光子禁制である。そのため TD-TPEB の HOMO-LUMO 遷移に近い低いエネルギー領域には二光子吸収許容な遷移は出現しない。一方 para-TPEB は D-p-D 型と A-p-A 型の BPEB が交差した形になっているため、D-p-D 型、A-

p-A 型分岐内の MO 間の遷移は、対応する BPEB での遷移に似たものとなる。一方 D-p-D 型分岐から A-p-A 型分岐への TPA 許容な遷移が比較的低いエネルギー領域に現れる。このことが para-TPEB の TPA スペクトルをブロードなものとしていることが分かった。また、非中心対称的な TPEB では、パリティ選択則がないため、原理的には全ての励起状態が一光子及び二光子遷移許容となる。しかしながら、一光子吸収が強いにも拘らず、二光子吸収を殆ど示さない励起状態があることが分かっていた。今回の解析の結果、これらが異なる遷移パスを経る確率振幅間の負の干渉効果によるものであることが明らかになった。この干渉効果は、多光子過程に特有な量子力学的な効果によるものであるが、今回の理論解析の結果によって、我々の得た実験結果が、確かにそのような量子力学的な干渉効果の現れであることを初めて示すことができた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光物性、二光子吸収、非線形光学、計算化学、理論計算

【研究題目】 並行システムの高信頼自動検証ツールに関する研究

【研究代表者】 磯部 祥尚（情報技術研究部門）

【研究担当者】 磯部 祥尚（常勤職員1名）

【研究内容】

並行システムでは複数のプロセスが協調しながら動作するため、その相互作用によってデッドロックのような並行システム特有の不具合を引き起こす可能性がある。このような不具合を設計段階で発見するためにモデル検査器や定理証明器が利用されている。モデル検査器はその検証が完全に自動化されているため、近年徐々に産業界でも使われるようになってきた。一方、モデル検査器と比較して、定理証明器では初期値等のパラメータを固定せずに動作を検証できる特長があるが、その検証の完全自動化が難しいという問題がある。

本研究では信頼性の高い並行システムの開発支援を目的として、定理証明器ベースの使いやすい検証ツールの開発を目標にしている。そのために、研究代表者が開発している検証ツール CSP-Prover の検証機能の自動化を推進する。CSP-Prover は並行システムを解析するための理論 CSP（Communicating Sequential Processes）を汎用定理証明器 Isabelle 上に実装したツールであり、任意のプロセス数についてスケラブルな並行システムを検証できる一方で、その検証が自動化されていないことが産業界普及への障壁となっている。

平成20年度は、モデル検査器の自動検証アルゴリズム、すなわち、CSP の操作的意味論、到達可能状態導出アルゴリズム、弱双模倣等価性判定アルゴリズムを CSP-Prover に実装し、テスト用の例題に適用した結果につ

いて研究会（PPL2008）で発表した。この適用実験によって、CSP-Prover による検証自動化の可能性を確認することができた。その他、補助規則を追加して証明コマンドを強化し、その証明コマンドをスケラブル（プロセス数可変）な自己組織化分散システムの検証に適用してその効果を論文誌（JSSST, Vol. 25, No. 4）に発表した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 並行システム、検証、プロセス代数、定理証明器

【研究題目】 ノイズ刺激の追加による認知成績向上と適応的メンタルセット形成に関する研究

【研究代表者】 河原 純一郎

（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 河原 純一郎（常勤職員1名）

【研究内容】

本年度の実験では、一見矛盾する従来の研究結果である、ノイズを追加すると標的同意率が向上するという結果と、逆に低下するという結果を追試によって確認した。さらに、その条件分析をすることで、ノイズ刺激追加が標的同意成績を向上もしくは低下させる要因の特定を行った。実験事態では、注意の瞬き現象を利用して、第2標的の検出率が低下しているときにノイズ刺激を追加して呈示した。間接的に類似した条件を含む先行研究の比較に基づき、ノイズ刺激追加効果の出方を左右している要因を特定した。ノイズ刺激数を操作したところ、ノイズ刺激を単独は毎フレームに複数呈示することは標的同意成績に大きな影響を与えないことがわかった。ノイズ呈位置を操作したところ、ノイズ刺激周辺に呈示したときに標的同意成績に大きな影響があった。標的位置予測が最も大きく関与していた。標的位置が予測可能の場合、注意を焦点化することによってノイズを適切に抑制できることがノイズ追加による促進効果に関与していた。標的位置が予測不可能なときは、ノイズ追加による効果はなく、常に同意成績は悪化していた。最適な効果を生じるノイズ刺激の種類と強度を調べたところ、動的な刺激であること、かつパターンをもつ刺激であることが促進効果の生起に重要であることがわかった。これらの結果は、促進効果が確率的共振に起因している可能性を示唆していた。本年度の結果は行動指標を用いてノイズによる成績の向上が起こる条件を特定した最初の知見という意味で重要な発見といえる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 視覚的検出／同意、確率的共振

【研究題目】 操作プロセスの脳内表象の多面的アプローチによる解明

【研究代表者】 梅村 浩之（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】 梅村 浩之（常勤職員1名）

## 【研究内容】

本研究の目的は、視覚認知タスクを通して操作プロセスと三次元空間の知覚の関係を明らかにすることである。この目的のため、操作デバイスを介した操作行動が様々な知覚事態に与える影響を調べる心理実験を行った。奥行き観察条件では自己のタッチパネル上での指の動きに同期した運動から生成される3次元形状の奥行き知覚について検討した。反力呈示装置を用いた変形実験では自ら面を押して凹形状を生成する条件とその変形のみを観察する条件を比較した。さらに物体移動と視点移動の分離実験では物体移動と視点移動の分離に操作行動がどのような影響を及ぼすかを検討した。

その結果、奥行き知覚においては操作対象である3次元物体の形状知覚はより正確な形状となった。これは運動からの形状復元における剛体性の仮定への信頼度が操作行為によって増加するためであると予想される。他方、力覚提示装置を用いた力覚の呈示が外界の解釈に及ぼす影響は期待したほどの結果は得られなかった。これは押し込んで凹形状を生成するというタスクそのものが予測を必要としないとも考えられるが、画面と装置間の距離といったセッティングの問題や学習手続きの問題についてのより詳細な検討が今後必要である。視点移動と物体移動の分離実験では視点と物体が同時に運動する実験刺激において、操作時には視点と物体が一緒に動いているように知覚する頻度が一定速度で自動的に運動する条件と比較して増加することが示された。これは操作に移動の原因を帰属することで分離して知覚する確率が減少したのだと考えられる。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 3次元知覚、バーチャルリアリティ、操作

## 【研究題目】 ナノレベルで構造規制したバイオインターフェースの構築と機能制御

【研究代表者】 佐藤 縁 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 佐藤 縁、吉岡 恭子 (常勤職員2名)

### 【研究内容】

初年度(2007年度)は主に認識分子と非特異吸着抑制分子混合膜によるタンパク質認識最適条件の探索につき研究を進めたので、本年度(2008年度)は、非特異的な吸着をより効率よく抑えるための分子設計とこの単分子層の持つ機能の評価、タンパク質認識の実証を中心に研究を進めた。

認識部位を膜を構成する分子全体のうちの30%以下、特に10-25%程度に分散させると高感度タンパク質認識が可能であることを見いだした。ある条件下では、認識分子100%の時よりも、分散の系の方がタンパク質(レクチン)の固定化量を45倍高めることを確認した。非特異吸着抑制効果を深く検討することで、従来よりノイズ応答を低く抑えた検出が可能になった。ポリエチレングリ

コール鎖のうち、機能発現に有効な最小単位とされるエチレングリコールユニット数3のトリエチレングリコール基と、緻密に膜構成が可能な直鎖アルカンチオール( $n=2, 4, 6, 8$ )を併せ持つ分子(TEGC $_n$ SH)を合成し、まずこの分子単独で分子層を構築し非特異吸着抑制能を検討した。各分子の吸着量を、電気化学手法により評価した。膜構成に直接関与するアルカンチオール鎖部分が長くなるにつれて単位面積あたりの吸着分子数が増加し、分子間の相互作用も強固になり、分子の吸着形態も単一に近くなり、より緻密な膜構築が行われていることを確認した。この分子膜は緻密に構成されているため、非特異吸着を完全に抑制できることも確認した。特に従来の高分子材料では抑えにくかった低分子量のペプチド分子から高分子量の生体分子まで、僅か本単分子層一層で完全に抑えられることを確認できた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 金薄膜、自己組織化膜、相互作用、糖鎖、表面プラズモン共鳴(SPR)、電気化学

## 【研究題目】 アミロイド線維の構造形成における基本的共通原理の解明と検出技術への応用

【研究代表者】 森井 尚之 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 森井 尚之 (常勤職員1名)

### 【研究内容】

本研究は、タンパク質のアミロイド形成に起因あるいは関連する各種疾病の治療および診断の技術開発の基礎となるアミロイド線維(タンパク質の異常凝集体)の分子構造をアミノ酸残基レベルで解明することを目的としている。アルツハイマー病のアミロイドベータタンパク質42残基について、従来の7残基ストランド型のデザインに加えて、ストランド長を5~6残基に短くした「ストランド・ターン・ストランド」型設計分子を系統的に作成してアミロイド幹領域のより精密な絞り込みを行った。その結果、2本のベータ構造ストランドのうち1本は(16-21)部分で共通であるが、もう1本のストランドについては、互いに1あるいは2残基分をシフトさせた関係にある複数のアミロイド形成可能領域が見いだされた。このことは本タンパク質が形成するアミロイド性凝集体が、線維状及び顆粒状などの多様な形態をとりうることとの関連性を示唆しており、アミロイド化の分子基盤解明において重要な発見である。また同手法によるベータ2ミクログロブリンの系統的解析では、アミロイド形成性の高い領域として20番残基付近から始まる2本のストランドペアを特定することに成功した。また、これらの実験結果から構築されるアミロイド構造モデルは「ストランド・ループ・ストランド」型にまとめることができ、これらストランド部以外の領域はアミロイド幹領域のサイズの制約を強く受けるために、タンパク質残基長の増大に伴ってベータシート積層数が減少し、ついには線維形成が困難になる可能性があることを理論的に導いた。

この考え方は線維化しにくい異常プリオンの構造特性を合理的に説明する。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 アミロイド構造、アミロイドベータ、ミクログロブリン

〔研究題目〕 唾液腺細胞における末梢時計機構の解明

〔研究代表者〕 大西 芳秋（生物機能工学研究部門）

〔研究担当者〕 大西 芳秋（常勤職員1名）

〔研究内容〕

これまで結果より、グルココルチコイド刺激により唾液腺細胞（HSG）の Bmal1 遺伝子が概日リズムを持って発現しており、リアルタイムレポーター測定により転写レベルで概日リズム調節されていた。さらに Bisulfite 法による DNA メチル化解析を行ったところ、唾液腺細胞（HSG）においても NIH3T3 細胞等と同様に Bmal1 遺伝子プロモーター領域は低メチル化状態であった。

本年度において、唾液腺細胞（HSG）における Bmal1 遺伝子のクロマチン構造をマイクロカコックスクレアーゼ（Mnase）消化による indirect endlabeling により解析したところ、NIH3T3 細胞と同様に RORE（ROR および Rev-erb 結合配列）周辺領域がオープンなクロマチン構造になっていることが示唆された。このようなオープンクロマチン構造は、HeLa 細胞や MCF-7 細胞においても観察されたことより、時計遺伝子 Bmal1 に特異的な構造であることが推察された。また Bmal1 遺伝子の転写調節因子群についてリアルタイム RT-PCR 解析を行ったところ、これまで報告されている NIH3T3 細胞や肝臓細胞また HeLa 細胞や MCF-7 細胞とは異なっていることが判明した。これらの結果より、唾液腺細胞（HSG）の Bmal1 遺伝子は時計遺伝子特異的なクロマチン構造をしているのみならず、唾液腺細胞（HSG）特異的な転写調節機構を持っており、これにより唾液腺特異的な生物リズム調節を行っていることが示唆された。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 転写、クロマチン、生物時計

〔研究題目〕 超音波を用いた非接触操作技術の開発と応用

〔研究代表者〕 小塚 晃透

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 小塚 晃透、安井 久一

（常勤職員2名）

〔研究内容〕

本研究の目的は、重力下（地上）における気体媒質中（大気中）で、超音波を用いて微小物体（固体粒子、液滴等）を非接触で捕捉し、操作するための技術を開発することである。平成19年度に製作した音源（28 kHz、

振動振幅15  $\mu\text{m}$ ）と凹面反射板（曲率半径77.85 mm）を用いて定在波音場を生成し、各種パラメータを変化させて評価を行った。まず、振動子に取り付けるホーン（直径20 mm、25 mm、30 mm の3種類）を交換して進行波音圧を測定したところ、大面積の音源においてより高い音圧が発生していることが確認された。次に、定在波音場において、音源と反射板の距離を変化させて音場中の最大音圧が極大となる状態（共鳴状態）にした。この音場中に、直径1 mm または2 mm の鉄球を静かにピンセットで挿入したところ、音圧の節に捕捉することが可能であった。しかし、反射板の中央に開けた穴より直径1 mm の鉄球を落下させたところ、鉄球は上端部に捕捉されるか音場中を落下してしまい、途中の音圧の節での捕捉は困難であった。次に、同じく反射板の穴より注射針を挿入し、水滴を音場中に注入した。共鳴状態でなければ直径2~3 mm 程度の液滴となるが、共鳴状態では上下から押し潰されるようにして水平面上に広がり霧化する様子が観察された。また、注射針から勢いよく噴射すると、約6 mm 間隔で存在する音圧の節の各層で一瞬跳ね返されるが、次々と突き抜けていく様子が観察された。高音圧下では鉄球を捕捉できる強力な定在波が形成されるが、初速度を持って音場中に進入する物体を静止させることは難しく、また液体を捕捉するには最適な音圧があることが分かった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 超音波、音響放射圧、非接触、マニピュレーション

〔研究題目〕 走行ロープの振動制御

〔研究代表者〕 西郷 宗玄

（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 西郷 宗玄（常勤職員1名）

〔研究内容〕

本年度は、①走行ロープシステムの波動制御アルゴリズムの開発：平成19年度に開発した波動解が差分境界節点運動方程式を満足させる波動吸収制御則に基づく制御アルゴリズムを走行ロープ実験装置で検証した。制御は理論伝達関数のカーブフィット多項式近似伝達関数に基づくフィルターと伝達関数の逆ラプラス変換による時間関数の畳み込み積分に基づくアルゴリズムで検証した。多項式近似伝達関数は、定常特性（ゲインおよび位相）は十分な精度で制御伝達関数を表現しているが過渡特性に逆応答を含むため制御時間が長くなると発散することが分かった。時間関数の畳み込み積分による方法は必要データ数が多くなるが安定制御が可能であることを確認した。②走行ロープシステムの波動伝搬特性解析：実用的なエレベーターロープを念頭にして、運動方程式で剛性を考慮する差分はりモデルを対象とする制御則の検討を行なった。非走行はりを対象として因果律の成立する厳密な時間領域の解を求めた。独立な4つの共役複素厳密

解が得られ、その一次結合から得られる実数解で隣り合う節点間の変位を表現して境界節点を内部節点と等価とする補償制御則を構成した。ラプラス領域での位相特性から因果律が成立して位相遅れが全周波数領域で成立する条件を求めた。その結果、複素共役解の算術平均解のみが全領域で因果律が成立し、この解を用いた制御は因果律の成立しない理想的な波動伝播解に最も近い応答を示すことが分かった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 振動制御、波動制御、走行ロープ、梁

【研究題目】 トライボケミカル反応を利用した自動車排気ガス浄化に役立つ低摩擦・低摩耗材料の開発

【研究代表者】 村上 敬（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 村上 敬（常勤職員1名）

【研究内容】

1997年の京都議定書以来、国内外では CO<sub>2</sub>排出量低減が大きな課題となっている。ここで自動車エンジンから取り出される仕事の25~40%は摩擦によって失われており、自動車エンジン摺動部品の低摩擦化・耐摩耗性改善は CO<sub>2</sub>排出量低減に大きく貢献すると考えられる。また最近バイオエタノールを自動車燃料として用いるケースの増加傾向が見られ、このことからアルコールに対する摺動特性の調査も必須になると予想される。

このことから平成20年度、研究代表者らは最近添加剤を含まない合成潤滑油潤滑下で鋳鉄、鉄などに比べて非常に低く安定した摩擦係数、かつ低摩耗を示すことを明らかにしている Fe<sub>7</sub>Mo<sub>6</sub>金属間化合物基合金、Mo-Re系合金などについて、エチルアルコール中相手材を変えたときの摩擦・摩耗特性の変化をまず調べた。その結果、Fe<sub>7</sub>Mo<sub>6</sub>基合金と他の相手材との組み合わせより（摩擦係数0.2以上）、Fe ディスクと、SiC ボールの組み合わせが最も低摩擦（摩擦係数0.15程度）になることを明らかにした。

XPS、EDS などの分析の結果、Fe と SiC の摺動後に形成される摩耗痕上には Fe-Si 系の化合物の形成されていることが分かった。従ってこの Fe-Si 系合金は、低摩耗・低摩擦である可能性が非常に高いと考えられる。ここで Fe-Mo 系、Fe-V 系、Mo-Re 系に含まれる Mo、V、Re に比べて Si は非常に入手しやすい元素であることから、今後 Fe-Si 系合金の摺動特性について、集中的に確認していく必要があると言うことができる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 トライボロジー、表面・界面物性、材料加工・処理、エネルギー効率化、環境対応

【研究題目】 光化学修飾法による硫黄官能基化ダイヤモンド粉末の作製及び生体分子固定に関

する研究

【研究代表者】 中村 挙子

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 中村 挙子、大花 継頼

（常勤職員2名）

【研究内容】

光化学修飾法を利用することにより、ダイヤモンド粉末表面へリンカー鎖を介さずに直接硫黄官能基を修飾し、基材であるダイヤモンドの特性を保持しつつ、新規特性を付与することを目的とする。

平成20年度は、単体硫黄の光分解反応を利用したダイヤモンド粉末表面上への硫黄官能基導入法の開発について集中的に検討した。具体的には、単体硫黄を二硫化炭素等の溶媒に溶解させ、水素末端ダイヤモンド粉末（粒径100-500 nm）を入れて懸濁液を調製した後、残留酸素の影響を除去するためにアルゴン雰囲気下で攪拌しつつ、室温下で低圧水銀灯を照射した。ダイヤモンド粉末を洗浄処理後、XPS、FTIR、Raman 等を用いて分析を行ったところ、XPS および FTIR 測定により硫黄官能基（チオールおよびチオカルボニル基）の導入が確認された。また、化学修飾後のダイヤモンド構造の保持について確認するため、作製した試料について Raman 測定を行ったところ、反応後においてもダイヤモンド特有のピークが観測されたことから、本表面化学修飾はダイヤモンド粉末の表面層のみで起こっていることが示唆される。

さらに、表面硫黄官能基を利用したダイヤモンド粉末表面上への自己組織化による金ナノ粒子担持について検討した。上記により作製した硫黄官能基化ダイヤモンド粉末を別途調製した粒径2 nm 程度の金ナノ粒子含有水溶液に浸漬させたところ、XPS 測定により新たに金由来のピークが確認された。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ダイヤモンド粉末、光化学修飾、硫黄官能基、金ナノ粒子

【研究題目】 先進磁気センサを用いた複雑形状き裂の非破壊評価・解析システムの構築

【研究代表者】 鈴木 隆之

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 鈴木 隆之、笹本 明、西村 良弘

（常勤職員3名）

【研究内容】

近年開発された優れた感度を有する先進磁気センサを用いた非破壊評価システムを構築し、複雑形状き裂を定量的に評価することを目的とした。

平成20年度は、先進磁気センサのなかでも特に優れた感度を有し測定範囲も広いフラックスゲートセンサ（FG センサ）を用いて、漏洩磁束法（MFL 法）に基づく非破壊評価システムの整備に着手した。鋼材の線状

欠陥を対象に、欠陥幅やリフトオフ（試料－センサ間距離）と漏洩磁束密度との関係を取得した。また、環境磁気ノイズの影響等先進磁気センサを用いた非破壊評価試験に関する基本的な特性評価を行い、今後のシステム整備・改良指針をまとめた。

また、磁化後のき裂を磁気双極子に置き換えることにより、き裂近傍で測定される漏洩磁束密度とき裂との関係をコンボリューション型の積分方程式で表した。本積分方程式にフーリエ変換、デコンボリューション、逆フーリエ変換を行うことにより、磁化分布から漏洩磁束密度を求める順解析、および漏洩磁束密度から磁化分布やき裂長さを求める逆解析プログラムを開発した。加えて、特異値分解法を用いた逆解析プログラムも開発した。これらのプログラムを用いることにより漏洩磁束密度からき裂長さを解析することが可能となった。さらに、これらのプログラムの有効性を検証するため、実験で得られた測定データを用いた検討にも着手した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 機械材料・材料力学、磁性、長寿命化、非破壊検査、欠陥

【研究題目】 UML モデリングによる人と共存するロボットの安全設計と評価方法の研究

【研究代表者】 中坊 嘉宏（知能システム研究部門）

【研究担当者】 中坊 嘉宏（常勤職員1名）

【研究内容】

UML モデリングによる安全システムの設計、評価手法を確立し、ロボットの安全に関わるセンサ、処理系、ネットワーク等の様々な内部モジュールやシステムの設計、評価を可能にする。また UML モデルを安全関連一般に適用し、基礎的な手法概念を確立する。これにより、人と共存するサービスロボットやセル生産ロボット等の開発に必要な、安全性評価や規格等への適合設計が容易に行える手法を実現する。

今年度は、提案済みの安全カテゴリの UML モデルを、安全規格認証済みの製品に適用しモデルの妥当性を検証した。具体的には、安全カテゴリなどの要求仕様に対する整合性を、形式検証ツールで数学的に検証した。また決定論的な UML モデルについて、従来型の FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) と FTA (Fault Tree Analysis) との対応づけを行った。また、これらの従来手法に対する、本手法の利点と欠点を明らかにした。さらに、決定論的な UML モデルと確率的なリスク解析を統合したモデル化手法に基づいて、国際規格の ISO 機械安全規格と IEC 機能安全規格のどちらにも整合したモデルを作成し、安全関連の開発プロセス全体について、開発モデルとしてモデル化、パターン化を行って、IEC 機能安全規格で定める製品ライフサイクルの考え方や、ISO 機械類の安全性で示される3ステップ法との整合性を確認した。以上で開発したモデルを、

Object Management Group にて国際標準化提案を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 形式検証、UML、国際標準規格

【研究題目】 足関節他動運動訓練機器が末梢組織の循環状態に与える影響に関する研究

【研究代表者】 本間 敬子（知能システム研究部門）

【研究担当者】 薄葉 眞理子（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究では、足関節を対象として、他動運動訓練機器の適用が末梢組織の循環状態に与える影響を実験的に解明することを目的としている。

本年度は、訓練動作と末梢循環状態との関連性について被験者実験を行って評価した。若年健常者12名を被験者として、これまでに開発した足関節底背屈訓練装置を一方の脚に装着して他動運動訓練動作を行い、動作前後のアキレス腱付近の組織血流量、局所表面温、局所深部温等を計測し、その変化について評価を行った。本実験においては、脳血管障害等によって末梢循環機能が低下した状態を模擬するため、大腿部に圧力を加えて駆血を行った状態で他動運動訓練を行い、駆血を行わなかった状態と比較した。

実験の結果、組織血流量については、他動運動訓練中はその前後の安静時と比較して、他動運動を実施した側の脚で有意に平均血流量が増加するという評価結果が得られた。一方、対照側の脚については、動作時と安静時との間に、平均血流量の有意な差は認められなかった。また、局所表面温および局所深部温については、被験者ごとに特徴的な傾向を有しており、他動運動と温度変化との間に関連性を見出すことができなかった。

以上のように、他動運動訓練動作と末梢循環状態との関連性についての基礎的な評価データを得ることができた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 足関節、関節可動域訓練装置、末梢循環状態

【研究題目】 水溶性天然ガス鉱床における微生物メタン生成のために利用される堆積有機物の解明

【研究代表者】 吉岡 秀佳（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】 吉岡 秀佳、坂田 将（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究では、水溶性天然ガス鉱床における微生物によるメタン生成プロセスに注目し、地下における微生物活動によってどのような堆積有機物が分解されメタン生成に利用されているのか解明する。

20年度は、千葉県と新潟県の水溶性天然ガス田のスラッジ堆積物と千葉県のボーリングコア堆積物試料について



て、メタン生成が起こった培養実験前後の試料に含まれる脂質成分とケロジェン成分の変化を調べた。脂質成分は、脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素、アルコール、脂肪酸を測定した。培養前の試料には、主に、*n*-アルカン、ペリレン、*n*-アルコール、直鎖脂肪酸、不飽和脂肪酸、ヒドロキシ脂肪酸等が含まれていた。それらの成分は、スラッジ堆積物を培養した場合には実験後に増加し、コア堆積物を培養した場合には培養後にやや減少していたが、生成したメタンの量を説明できる成分量の変化は認められなかった。また、培養前後のケロジェン組成の変化を調べるためにロックエバル分析を行った結果、培養後に水素インデックスまたは酸素インデックスが減少することが分かった。以上の結果から、メタン生成に利用された堆積有機物は、*n*-アルカン、芳香族炭化水素、脂肪酸等の脂質成分ではなく、不溶性の有機物、ケロジェンであると考えられる。このようなケロジェン分解-メタン生成経路は、これまで、湖沼や水田などの表層環境において考えられていた多糖類やタンパク質が分解されてメタンが出来る経路 (Zinder, 1993) とは、全く異なる分解経路であり、地下圏における物質循環を考える上で重要な発見である。

【分野名】地質

【キーワード】水溶性天然ガス、微生物、メタン生成、原料有機物、脂質、ケロジェン

【研究題目】地下構造推定のための微動アレイ探査法の実用性向上

【研究代表者】多田 卓 (地質情報研究部門)

【研究担当者】長 郁夫、多田 卓  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

常時微動とは、地震等が起きていないときにも常時存在している、人体に感じられないほど微小な地盤の揺れのことをいい、微動探査法とは、地表面で常時微動を計測することにより、地下の地盤構造を間接的に推定する諸手法の総称である。微動探査の有力手法の一つである空間自己相関法 (SPAC 法) は、円形に配置した地震計アレイで微動の同時測定を行い、その記録の解析から表面波の位相速度分散曲線を推定するものである。

SPAC 法は長い実用の歴史を有するが、その測定条件と解析精度との関係については、十分な理論的説明がなされていなかった。我々が今年度発表の論文を通じて説明したところによると、正三角形とその重心位置に計4個の測定点を置く標準配置の場合、微動到来方向の角度的な広がり半幅が最低約30度あれば、十分な解析精度が得られる。

これと並行して我々が今年度行ったのが、超小型の地震計アレイによる微動探査法の開拓である。既往研究では最低でも数メートル規模のアレイが用いられているが、これをさらに小型化できれば、測定用地の選定や機

材の展開が容易になり、とりわけ都市部での機動的探査に恩恵が期待される。我々が独自開発した SPAC 法の姉妹手法で、SPAC 法よりも長波長領域に強い「ノイズ補正 CCA 法」を用いた結果、半径わずか0.3メートルのアレイによってさえ、波長数十メートルまでのレイリー波位相速度を同定できることが、野外実験により確かめられた。

SPAC 法は主として、レイリー波速度の推定に用いられるが、今年度はまた、ラブ波速度の推定に用いることのできる SPAC 法の新しい姉妹手法を着想し、予備的な理論整備を行った。

【分野名】地質

【キーワード】常時微動、地盤探査、アレイ観測、表面波、レイリー波、ラブ波

【研究題目】有珠火山における噴火活動推移予測の高度化とマグマ活動の場の解明

【研究代表者】鬼澤 真也 (地質情報研究部門)

【研究担当者】鬼澤 真也 (他1名)

【研究内容】

噴火位置・時間・規模・様式・推移といった高次の活動予測を実践するために、活動推移の規則性や多様性に関する法則を見つけ出すこと、法則を支配する物理化学過程を理解することが重要である。本研究では有珠火山を対象として、過去の噴火現象・観測量のコンパイル・比較に基づく噴火活動推移予測の高度化と、その科学的背景の理解に向けてマグマ活動を規制する場の解明を目指している。

2年度目に当たる本年度は、初年度に引き続き2000年噴火前兆地震の地震学的記載に向けたデータ処理を進めている。また、論文中に表として記載されている1910年、1977年噴火時の地震の時間別発生頻度や初動到達時刻などのデータを実際の解析に利用可能にするために数値化する処理を進めた。さらに1977年噴火当時のカードに記録された地震データの再利用に向けたデータ数値化処理を行った。2000年噴火前兆地震活動との比較に向け、数値化した過去の噴火データを用いた予察的解析も開始した。さらに比較研究に用いる論文のライブラリー化を目指し電子化を進めている。なお本研究は北海道大学の研究分担者と協力して行っている。

【分野名】地質

【キーワード】火山、自然現象観測・予測、噴火、マグマ活動、地下構造

【研究題目】カルデラ噴火機構とマグマ溜まりの発泡プロセスに関する研究

【研究代表者】斎藤 元治 (地質情報研究部門)

【研究担当者】斎藤 元治、森下 祐一、東宮 昭彦  
(常勤職員3名)

【研究内容】

火山観測に基づくカルデラ噴火の予知や推移予測を行うためには、カルデラ噴火の噴火機構を理解する必要がある。噴火の引き金として予想されているプロセスは、マグマ溜まり内の揮発性成分（主として、水、二酸化炭素、硫黄）の濃集と発泡である。本研究の目的は、「メルト包有物」という微小な岩石試料を用いて、後期第四紀に国内で起きた巨大カルデラ噴火のマグマの揮発性成分濃度を決定し、マグマ溜まり内の揮発性成分の濃集と発泡がカルデラ噴火で果たした役割を定量的に検証することである。

今年度は、九州南部の薩摩硫黄島火山で起きたカルデラ噴火である、鬼界葛原噴火（95000年前）、鬼界アカホヤ噴火（73000年前）の2つを研究対象とした。各噴火メルト包有物（鬼界葛原は17個、鬼界アカホヤは55個）の主成分元素および硫黄の濃度を電子線マイクロアナライザーで測定した結果、鬼界葛原メルト包有物は全て流紋岩質でほぼ同じ組成、低硫黄濃度を持つが、鬼界アカホヤメルト包有物は幅広い化学組成（デイサイト質～流紋岩質）と硫黄濃度を持つことが明らかになった。二次イオン質量分析計（SIMS）でメルト包有物の水および二酸化炭素の濃度を測定した結果、各噴火のメルト包有物はともに水濃度が大きく変動（1-6重量パーセント）していることがわかった。以上の結果から、鬼界葛原噴火マグマ溜まりでは圧力低下によってマグマの発泡が起きていたと考えられる。一方、鬼界アカホヤ噴火マグマ溜まりでは揮発性成分の濃集にマグマの分化が関与している可能性が示唆された。

【分野名】地質

【キーワード】火山、カルデラ噴火、マグマ溜まり、メルト包有物、揮発性成分濃度、二次イオン質量分析

【研究題目】北太平洋高緯度域における第四紀後期の地球磁場変動：古気候研究とのリンケージ

【研究代表者】山崎 俊嗣（地質情報研究部門）

【研究担当者】山崎 俊嗣、川村 紀子、下野 貴也（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

昨年度は、「みらい」MR06-04航海でオホーツク海より採取された3本のピストンコア試料について、相対古地磁気変動を用いてコア間の精密対比を行い、場所による古環境変動の違いを明らかにした。しかし、ピストンコアでは表層部が採取時に物理的に乱されてしまうことが多く、約10万年以降の部分では良質のデータが得られなかった。これを補うため本年度は、調査船「よこすか」YK07-12航海において前述のピストンコアと同一地点で採取されたグラビティ・コアについて、古地磁気・岩石磁気測定を行った。磁化率を用いた対比により、ピストンコアでは表層で実際の深さよりコア長が長くなる

オーバー・サンプリングが起きていることが明らかになった。ピストン・コアとグラビティ・コアから得られたデータを統合することにより、過去約50万年間の古地磁気強度変動曲線が完成した。

相対古地磁気強度変動を用いて、北半球高緯度と南半球高緯度の堆積物コアの精密年代対比を行うことにより、古環境変動イベントの南北差の検出など古気候変遷研究に資することを目的として、2009年2～3月に実施された調査船「みらい」MR08-06航海において、南東太平洋にて3本のピストンコア試料を採取した。測定は平成21年度に行う。

【分野名】地質

【キーワード】古地磁気、古地磁気強度、オホーツク海、海底堆積物

【研究題目】地中レーダーを用いた巨大津波痕跡のイメージング技術の開発

【研究代表者】七山 太（地質情報研究部門）

【研究担当者】七山 太、村上 文敏、渡辺 和明（常勤職員3名）

【研究内容】

我々のGPR探査研究の目的は沿岸低地の浅層地下構造を実験的にイメージングし、この地に残された地震痕跡や津波痕跡調査へのGPRの応用の可能性を検証することにある。今年度は霧多布湿原と南部沼湿原においてカナダSensors & Software社のpulseEKK0100を使用し、100 MHzと200 MHzの送受信アンテナを併用して探査を実施した。Noggin 250 MHzも部分的に併用した。

探査実験の結果、100 MHz、200 MHzでは6～7m程度のイメージングが出来、現在の湿原表層を覆う泥炭層（層厚1～3 m）、さらにその下位の海浜層も読み取ることができた。これは湿原環境でのGPR探査の有効性を意味する。さらに、泥炭層を透過し地表から下位の前浜～上部外浜堆積物の堆積構造の可視化に成功した。これにより、汀線の後退によって湿原環境が広がっていった過程が読み取れた。ここで泥炭層中の反射面に着目するならば、複数枚の反射面が認められ、これらは堆積構造の反映と考えられる。泥炭層は空隙が多く、含水率が高いものの、比較的均質であり、反射面を生じる要因は存在しない。よって、これらは泥炭と砂（もしくは火山灰層）の物質境界で生じた反射面と考えてよいであろう。一般にGPR記録の垂直解像度は物質内の伝搬速度によって規定され、湿潤砂では100 MHzで27-34 cm、200 MHzでは13.5-17 cmが基準値である。泥炭層では、これよりもやや大きめの数値を示すと考えられ、100 MHzで30-50 cm、200 MHzで20-25 cmがこの条件でのGPR探査記録の解像度の精度限界と推定される。

【分野名】地質

〔キーワード〕 海面変動、津波堆積物、沿岸湿原、地球環境、地中レーダー

〔研究題目〕 大陸地殻の脆性-塑性遷移と細粒長石の塑性変形

〔研究代表者〕 重松 紀生（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 重松 紀生、高橋 美紀、藤本 光一郎（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

地殻の脆性-塑性遷移付近で変形した天然の断層岩において、粒径1  $\mu\text{m}$  程度の細粒長石の転位の移動と再結晶を伴う塑性変形とそれに伴う破断が見出され、内陸地震発生に対して大きな影響を及ぼしている可能性がある。本研究は、細粒長石の塑性変形とそれに伴う破断が大陸地殻の脆性-塑性遷移の強度に対する影響について検証することを目的とする。

当初計画において平成21年度に実験室における脆性-塑性遷移相当条件における高歪剪断実験を予定していることから、平成20年度は実験室における脆性-塑性遷移条件を見出すこと、またそのときの変形機構を各種解析により明らかにする計画であった。

平成20年度は平成19年度に用意した部品を用いた実験により、温度800 $^{\circ}\text{C}$ 、封圧200 MPa において、歪速度 $1.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ から $2.0 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ に上げることにより脆性-塑性遷移挙動を示すことが明らかになった。なお $1.5 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ の塑性変形挙動をした試料では、EBSD 測定より結晶定向配列はなく、一方で透過電子顕微鏡観察から各粒子の転位密度が高く、多数の再結晶粒子が認められるなど、天然と類似した結果が得られた。

平成20年度は引き続き変形機構の確認のため、いくつかの実験を行う予定であったが、上記実験終了後に、平成19年度に用意した部品の高圧ガスのシール、荷重計の故障等が発覚し、変形機構の解明は平成21年度に持ち越さざるをえなくなった。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 地殻、岩石のレオロジー、細粒長石、脆性-塑性遷移、岩石変形実験

〔研究題目〕 地磁気エクスカージョンと気候変動・海水準変動の相関性についての研究

〔研究代表者〕 小田 啓邦（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 小田 啓邦（常勤職員1名）

〔研究内容〕

九州西方の男女海盆で採取された堆積物コア試料（MD982195）の結果から約1万4千年前および6千年前に地磁気エクスカージョン（大規模な地磁気変動）の存在の可能性が示唆された。1万4千年前にはメルトウォーターパルス1A として知られている急激な海水準上昇が確認されている（Fairbanks, 1989）。急激な海水準上昇は地球の慣性モーメントの増加をもたらし、角運動量の

保存則から地球（地殻・マントル）の回転速度が急激に減少することが期待される。急激な回転速度の減少は、コア-マントル境界に強い差分回転を導入し、地球磁場に大きな変動（地磁気エクスカージョン）をもたらすことが予想される。本研究では、このような予想の下に男女海盆における KY07-04航海の4本の堆積物コア試料を用いて現象の確認および海水準変動との関連性について明らかにすることを目的とした。本年度は堆積物コア試料 PC2および PC3の自然残留磁化の測定を行った。昨年度 PC1で確認された異常な残留磁化方位と強度を示す試料（深さ852cm；12,300年前）に相当する層準では同位置地点で採取した PC2においても同様の異常な方位と強度は確認されなかった。さらに、確認のために PC1コアの古地磁気試料の横から採取した幅3 cm×厚さ5 mm のスラブ試料と半割コアの反対側から採取した幅5 cm×厚さ5 mm のスラブ試料の古地磁気測定を行ったが異常方位は確認されなかった。PC1の非履歴性残留磁化測定結果で自然残留磁化がスパイク状に急激な増加を示す試料が同様のスパイク状の増加を示さない点が注目に値する。PC1試料のコア採取から自然残留磁化測定までの時間が約30日間、自然残留磁化測定から非履歴性残留磁化測定までが約170日間であることから、自然残留磁化測定から非履歴性残留磁化測定の間継続作用による不安定かつ残留磁化強度の強い磁性鉱物が溶けてしまった可能性も考えられる。最近の論文（Channell and Xuan, 2009）によると、堆積物中で二次的に生成される磁性鉱物が既存の磁性鉱物と磁氣的相互作用を行うことにより逆帯磁の残留磁化方位を示す可能性が示唆されており、本研究で使用した試料においても、継続作用により逆帯磁した不安定な二次的磁性鉱物が生成していた可能性が考えられる。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 地磁気エクスカージョン、自然残留磁化、海水準変動、メルトウォーターパルス1A、堆積物、男女海盆、古地磁気、続成作用

〔研究題目〕 沿岸域における懸濁物変動機構解明に向けた海中混合エネルギーの長期連続計測法の研究

〔研究代表者〕 長尾 正之（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 長尾 正之、高杉 由夫、橋本 英資、小林 志保（京都大学）（常勤職員2名、他2名）

〔研究内容〕

本研究では河川から供給される陸起源の懸濁物質輸送量の長期にわたる定量化および変動特性の把握と、海底上の懸濁物質が海中へ帰還する過程の把握、およびこれらに影響する乱流混合強度の長期変動特性の計測方法について検討を行う。

海底から巻き上がる懸濁物などの海中への回帰現象については、超音波流速計を使った流速変動観測ならびに超音波反射強度を用いた長期モニタリングが有効である。そこで、沖縄県八重山諸島竹富島海底温泉の周期が1分程度の間欠泉から海中に噴出される流体の上向き流速変動を、3次元超音波流速計を用いて周期1秒という短時間間隔で計測し、その流速や超音波反射強度の変動特性と潮汐との相関関係について研究を行った。その結果、間欠泉の噴気間隔と潮位との間に強い正相関があること、また間欠泉の物理モデルとして垂直管モデルを採用し、実測された噴気間隔・潮位変動とを考慮すると、海底下の地下熱源温度と垂直管に再供給される水の温度の関係が示せることがわかった。このほか、河川から供給される陸起源懸濁物質が流入する水域としてダムを考えた場合には、懸濁物がどのような挙動を流入後に示すかは、濁水の密度とダムの水の密度との関係により支配される。ダムの水の密度は水温によって決定されるので、水温の長期変動特性について調査研究を行い、全国ダムの上層では水温上昇傾向が認められること、下層では人為的水位操作等の影響を水温が強く受けることを明らかにした。瀬戸内海の灘－海峡系において現地観測を行ない、流動構造及び鉛直混合の変動が物質や生物の分布に及ぼす影響を調べた。

【分野名】地質

【キーワード】懸濁物質、乱流混合強度、成層、沿岸

【研究題目】太平洋の ENSO 現象に伴う水温躍層変動と円石藻群集変化に関する研究

【研究代表者】田中 裕一郎（地質情報研究部門）

【研究担当者】田中 裕一郎（常勤職員1名）

【研究内容】

赤道太平洋域で起きている ENSO 現象は、海洋表層の鉛直構造と密接に関係している。この鉛直構造の変化は、水温躍層の深度の移動をもたらしている。海洋の一時生産者である植物プランクトンの挙動は、この水温躍層の変動によって引き起こされる栄養塩の供給に関連している。

そこで、本研究では、赤道太平洋域において、1999年から2002年にかけて深度約3000 m に係留された MT3 (0° N, 145° E)、MT5 (0° N, 175° E)、MT6 (0° N, 170° W)、MT7 (0° N, 160° W) の時系列セジメントトラップで捕集された試料について、円石藻の *F. profunda* の頻度変化を調べたところ、赤道太平洋東部域は、従来のモデルと同様に、*F. profunda* の頻度が増加すると生物生産量は減少する傾向が認められた。ところが、西部域では、同種の頻度の増加は、逆に、生物生産量の増加傾向と一致した。これは、西部赤道太平洋域では、表層への栄養塩の供給に影響を与える温度躍層の深度が *F. profunda* の生息適応深度より深くなるため、この種の生息深度への栄養塩の供給が少なくなり、この

種の生産量も増えず、結果として全円石藻に占める *F. profunda* の頻度も増加しない。むしろ温度躍層がやや浅くなった時に、この種の頻度が増加すると示唆される。この *F. profunda* の頻度と生物生産量の増減の関係が逆になる地点は、セジメントトラップサイト MT6と MT5 の間に認められた。この2地点では、MT6の方が、温度躍層が浅く、有光層上部・中部への栄養塩の供給も高いことが認められており (Matsumoto et al., 2004)、強い相関あることが明らかとなった。

【分野名】地質

【キーワード】円石藻、炭酸塩、化石化、古環境

【研究題目】大規模軽石噴火をもたらすマグマ溜まりの条件

【研究代表者】東宮 昭彦（地質情報研究部門）

【研究担当者】東宮 昭彦（常勤職員1名）

【研究内容】

大規模軽石噴火がどのような条件下で起こるのか、特に噴火直前のマグマ溜まりで何が起きているのかを解明するため、3つの噴火（北海道駒ヶ岳1640年、有珠山1663年、樽前山1667年）を例として岩石学的分析を進めている。

平成20年度は、有珠山1663年噴火の噴出物の高温高压岩石融解実験を行った。これまで行ってきた一連の実験にデータを追加するものである。得られた実験産物と過去の実験産物について、結晶およびガラスの化学分析・組織観察等を電子線マイクロアナライザによって行ない、各圧力・温度における鉱物およびメルト相の種類・化学組成・量比を決定し、天然の軽石と同じ岩石学的特徴を再現する圧力・温度を求めた。これにより、有珠火山のマグマ溜まりの深さ（圧力）が約10 km (250 MPa) であることを確認した。

さらに、樽前山1667年噴火および北海道駒ヶ岳1640年噴火の噴出物の岩石学的観察・分析を行った。特に樽前については、斑晶鉱物について電子線マイクロアナライザによる化学分析・組織観察等を行い、斑晶には由来の異なる複数のタイプが存在することを明らかにした。これにより、1667年噴火直前にマグマ混合（異種のマグマの混入）が起こっていることを示した。さらに、岩石中に含まれる様々な種類・タイプの斑晶がどのようなマグマに由来するかを、斑晶の組成や組織の分類によって推定し、混合の端成分を決定した。また、噴火の末期に噴出した軽石はこのマグマ混合の影響を受けておらず、今後行う高温高压岩石融解実験に用いる試料として適することが分かった。

【分野名】地質

【キーワード】火山、軽石噴火、マグマ溜まり、高温高压岩石融解実験

【研究題目】新生代後期における浮遊性珪藻類の進化

## 過程の研究

【研究代表者】柳沢 幸夫（地質情報研究部門）

【研究担当者】柳沢 幸夫（常勤職員1名）

## 【研究内容】

本研究は、北太平洋中-高緯度、低緯度赤道域および南大洋の3つの生物地理区で掘削された深海底コアの珪藻の分析により、浮遊性海生珪藻の *Crucidenticula* 属、*Denticulopsis* 属および *Neodenticula* 属のダイナミックなグローバル進化過程を明らかにし、後期新生代における古気候変動との関係を解明することを目的とする。今年度は、東赤道太平洋の DSDP Hole 71と77B の試料を組み合わせ、2000-800万年前の年代範囲において分析を行い、種の出現・消滅年代・頻度の時間的変化を明らかにした。また、保存のよいコア試料を用いて光学および走査型顕微鏡による詳しい殻形態の解析を行い、分類学的検討を行った。その結果、赤道太平洋域では、*Crucidenticula* 属についてはその先祖となる別属の種が見いだされ、この珪藻の仲間が1700-1600万年前の地球温暖期に出現繁栄したことが明らかになった。一方、*Denticulopsis* 属は、*Crucidenticula* 属と入れ替わるように、1400年以降の寒冷化期に高緯度域から赤道域に進出して、多様化したことが判明した。また、赤道域では *Denticulopsis* の消滅が両極の高緯度域よりも100-200万年程度早かったことも本研究により明確になった。

【分野名】地質

【キーワード】古生物学、珪藻、進化

【研究題目】糖鎖バイオマーカー探索を目的とした新規シアロ糖ペプチドエンリッチメント法の開発

【研究代表者】亀山 昭彦（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】亀山 昭彦、富岡 あづさ

（常勤職員1名、他1名）

## 【研究内容】

糖鎖はバイオマーカー探索のターゲットとして期待されている。シアル酸を有する糖タンパク質にフォーカスしたマーカー探索のアプローチは、これまでの知見から極めて有望である。しかし、現在のところ良い方法がない。研究代表者は、これまでの別の研究においてカルボン酸を高効率にアミド化する手法を開発した。また、樹脂などに固相化された糖ペプチドの N-グリカンは N-グリカナーゼによりはずせる事が知られている。この二つの事実に基づいて、糖タンパク質糖鎖の非還元末端に存在するシアル酸を介した新規なシアロ糖タンパク質の濃縮・分離法（Glycan Tail Immobilization 法）を考案した。本研究では、それを実現するための研究およびそれを応用したバイオマーカー探索手法の開発を行う。平成20年度は、糖ペプチドの GTI 法の基礎検討として、固相担体へのシアロ糖鎖の固定化反応について検討を行った。液相反応でこれまでに得た知見をもとに1-Ethyl-

3-(3-dimethylaminopropyl) carbodiimide (EDC) を縮合剤として、シアロ糖鎖をヒドラジド基含有固相担体へ結合させる実験を行ったが、現在のところ良好な結果は得られていない。現在、ローディングの最適条件の探索を進めている。また、ヒドラジドビーズにアミド結合で固定化されたシアロ糖鎖はシアリダーゼで遊離することが難しいことが判った。これについては、今後、弱酸での糖鎖遊離条件を検討していく計画である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】バイオマーカー、糖鎖、質量分析

【研究題目】シアリル Tn 抗原による腫瘍免疫抑制機序の解明

【研究代表者】池原 譲（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】池原 譲（常勤職員1名）

## 【研究内容】

シアリル Tn (STn) 抗原等のシアル酸含有糖鎖の発現は、胃癌等の予後不良と相関することが知られている。研究代表者は、胃癌の進展において STn 抗原が免疫細胞に作用して、予後不良となる生物メカニズムの解明を試みている。

本研究では、STn 抗原を産生する様に改変した細胞を用い、OVA をモデルがん抗原として検討した。STn 抗原を産生する様に改変した細胞を接種したマウスのリンパ組織では、不活性型 *ST6GalNAc I* 遺伝子を導入した STn 抗原発現の無い細胞を接種したマウスに比べて、免疫抑制をする細胞がより多く誘導され、OVA 抗原に特異的な細胞障害性 T 細胞数も抑制される事を見いだした。

シアル酸被覆リポソームに OVA を封入して投与するモデル実験でも、免疫抑制を促す封入抗原特異的な T 細胞誘導を確認する事ができた。これらの事は、STn 抗原等シアル酸を有為に高発現するがん細胞は、腫瘍免疫による排除を効率良く回避できるメカニズムを備えて増殖しており、そのメカニズムの故に予後不良となる事を示唆する。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】がんの腹腔進展、癌関連糖鎖マーカー、sTn 抗原、腫瘍免疫、抑制メカニズム

【研究題目】分子病態の解明と治療を目的としたディスフェルリン結合タンパク質に関する研究

【研究代表者】松田 知栄（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】松田 知栄（常勤職員1名）

## 【研究内容】

目標：

我々は筋ジストロフィーの責任遺伝子産物であるディスフェルリンがアフィキシンと正常骨格筋において結合することを報告している。ヒトアフィキシンを恒常的に

発現するマウス筋芽細胞のラインを確立し、その解析によりアフィキシンは $\alpha$  PIX、 $\beta$  PIX を介して Rac1を活性化し、アクチン細胞骨格系の再構成を行うことを昨年度報告した。細胞骨格系の再構成は細胞膜の修復過程でも観察され、ディスフェルリンは筋細胞膜修復への関与が報告されていることから、アフィキシンも筋細胞膜の修復に関与することが予測される。ディスフェルリン欠損による筋ジストロフィーの分子病態を解明するため、細胞膜損傷-修復時におけるディスフェルリン、アフィキシン、 $\alpha$  PIX、 $\beta$  PIX の動態を培養細胞、アフリカツメガエル卵母細胞の系を用いて明らかにする。

年度進捗状況：

ディスフェルリンは骨格筋細胞膜の損傷部位においてカルシウム依存的にパッチを形成することから膜修復に関与することが示唆される。そこでディスフェルリンとアフィキシンの結合がカルシウム濃度により調節される可能性について検討した。COS-7細胞にタグを付加したディスフェルリンとアフィキシンを共発現させ、タグに対する抗体を用いた免疫沈降法により両者の結合を検討した。その結果、ディスフェルリンとアフィキシンの結合はカルシウムにより阻害されることが明らかになった。これに対し我々が同定したディスフェルリンの結合タンパク質であるカベオリン-3とディスフェルリンの結合はカルシウムの影響を受けなかった。筋細胞膜修復におけるアフィキシンの生理的意義を解明するため、マウスから単離した筋線維にレーザーを照射し、細胞膜に損傷を与えた際のアフィキシンの挙動を現在解析中である。また、アフリカツメガエル卵母細胞にヒトアフィキシンをマイクロインジェクションにより発現させ、レーザーで膜損傷を与えた際のアフィキシンの挙動についても現在解析中である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 ディスフェルリン、筋ジストロフィー、アフィキシン ( $\beta$ -パルビン)

〔研究題目〕 土器の胎土分析的手法を用いた縄文～平安時代の土地利用史研究法の確立

〔研究代表者〕 伊藤 順一 (地質情報研究部門)

〔研究担当者〕 伊藤 順一 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

考古資料 (石器、土器) の地域拡散を解明することで縄文時代から弥生・平安期の日本列島における生活圏の復元及び土地利用史の解明を目的とした研究を実施した。本研究において、考古資料の供給地並びに拡散域を推定するために、エネルギー分散型蛍光 X 線装置による化学組成分析および土器・石器の薄片に対する偏光顕微鏡観察を行った。また、産出元を特定するために、考古遺跡周辺の地表地質調査及び良好な粘土層・石器母材岩種に対しては同種の分析を行い、対比作業を実施した。本年度分析作業を行った長野県下伊那郡、青森県上北郡、長

野県飯田市および大鹿村の考古資料に関しては、周辺の地質との関係から、産出地点をあるていど絞り込むことができた。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 考古試料、胎土分析、火山灰分析、土地利用

〔研究題目〕 分散・統合データ解析に対する情報幾何学的アプローチ

〔研究代表者〕 赤穂 昭太郎 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 赤穂 昭太郎、神嶋 敏弘 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

目標：

分散して収集されたデータを限られたネットワーク容量・計算資源の下で効率よく統合処理するための手法を、情報幾何学に基づくアプローチによって開発することである。

研究計画：

1. 混合モデルのパラメータ群に対する次元圧縮・クラスタリング・識別といった情報幾何学的多変量解析の基礎技術をベイズ推論の観点から統一的にまとめ、実データへの適用実験を行う。
2. 分散データ解析の中でも最も基本的である分散クラスタリング法や転移学習法プライバシー保護データマイニングなどを統合した技術を開発し、実データに適用する。

年度進捗状況：

情報幾何学的多変量解析法として提案したベイズ推論の枠組みをさまざまなデータに適用した。また、分散クラスタリング法については転移学習法に基づく新たな枠組みを提案した。

〔分野名〕 情報通信、ライフサイエンス

〔キーワード〕 情報幾何、データマイニング、分散処理、確率情報処理

〔研究題目〕 アルファ粒子計測用ヘリウムビーム源の定常化の研究

〔研究代表者〕 榊田 創 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 榊田 創、小口 治久、平野 洋一 (常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

国際熱核融合実験炉 (ITER) において生成されるアルファ粒子を計測するため、粒子ビームを燃焼プラズマ中に入射するシステムが考えられている。入射された中性ヘリウム ( $\text{He}^0$ ) 粒子はアルファ粒子と荷電交換反応を行い、アルファ粒子は高エネルギーの  $\text{He}^0$  に変換され、エネルギーアナライザーにより計測される。 $\text{He}^0$  ビーム生成法の一つとして、イオン源でヘリウム水素イオン ( $\text{HeH}^+$ ) を生成し一次ビームとして取り出した後、

HeH<sup>+</sup>成分のみを磁場で分離し、1 MeV 程度まで加速し、その後、中性化セルで He<sup>0</sup>に変換しプラズマ中に入射することが考えられている。そこで、エネルギー 20 kV 程度の全ビームから HeH<sup>+</sup>の電流成分のみを電磁石で分離し、電流の割合を計測するシステムの設計・製作・実験を行った。その結果、電流計測部における HeH<sup>+</sup>ビームの割合は全ビーム成分の約0.5%程度である事が見出された。20 kV の領域では HeH<sup>+</sup>ビームがチャンパー内に存在するガスにより解離されている可能性がある。ITER での使用に際しては一桁程度割合を高める必要が有る。以上から、解離がより少ないと考えられる1 keV 程度で混合イオンビームをイオン源から引き出し、その後に HeH<sup>+</sup>成分を分離しかつ1 MeV 程度まで加速するシステムがより実用化の可能性が高いことを見出した。本課題では、数 keV 程度の領域において HeH<sup>+</sup>ビーム電流の割合を計測し、ITER において必要とされる電流密度が得られるかを評価する。今年度は、イオンビームシステムの整備を行うとともに混合イオンビームの引き出し実験に成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】イオンビーム、ヘリウム水素イオン、アルファ粒子、プラズマ、質量分析、核融合発電、ITER

【研究題目】MgO-強磁性トンネルトランジスタの開発

【研究代表者】長浜 太郎

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】長浜 太郎 (常勤職員1名)

【研究内容】

近年、スピントロニクスはあたらしいデバイス技術として注目集めている。その中でも強磁性トンネルトランジスタ (MTT) は、半導体へのスピン注入元として期待され、その発展によっては増幅機能の実現も可能である。しかし、現状では強磁性ベース層内での散乱が大きく、コレクタ電流はあまり大きくはない。そこで、単結晶 MgO バリアを MTT エミッタとして採用し、注入効率の増大を試みた。

コレクタとして GaAs (100)、ベース層として Fe (100)、エミッタとして Fe (100) /MgO を用いて MTT を作成した。その膜を三端子素子に加工して伝導特性の測定を行った。その結果、既存の AlO エミッタをもつ MTT に対して数倍の注入効率を実現することができた。また、磁気シグナルの大きさを表す磁気電流比 (MC 比) に関しても、AlO-MTT に対して数倍の値を得ることができた。ベース層厚依存性からベース層内でのホットエレクトロンの減衰長を見積もると1.2 V のエミッタ電圧で8 nm 程度で、それまで報告された Fe ベース層の値の5倍の値であった。減衰長のバイアス依存性は、電子電子散乱モデルで得られるエネルギー依存性

と良い一致を示した。これらの特性は単結晶 MgO バリアでのコヒーレントトンネリングに起因すると考えられる。

また、注入効率のバイアス電圧依存性にピーク構造が見られた。これは GaAs/Fe 界面のスピン偏極した界面共鳴準位に起因するものであると考えられる。この共鳴準位の観測は、MgO バリアの採用により初めて可能になったものである。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピントロニクス、強磁性トンネル接合、トンネル磁気抵抗効果、ホットエレクトロニクス

【研究題目】ZnSe 障壁層を用いたスピン発光素子の開発

【研究代表者】齋藤 秀和

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】齋藤 秀和 (常勤職員1名)

【研究内容】

強磁性金属から半導体へスピン偏極電子を注入する技術 (スピン注入) は、スピントランジスタ等の半導体スピントロニクス素子実現のための重要な基盤技術である。効率的なスピン注入のためには、強磁性/半導体 GaAs 界面に MgO 等のトンネル絶縁層を挿入することが必要とされている。しかしながら、トランジスタへの応用には絶縁体/GaAs 界面での大きなリーク電流の発生が課題となっている。本特定での研究の結果、酸化ガリウム (GaOx) という高品位の新障壁層材料を見出した。主な成果は以下の通りである。

- (1) 金属/絶縁体/半導体 (MIS) 型構造を有する Fe/GaOx/Ga<sub>1-x</sub>MnxAs トンネル磁気抵抗 (TMR) 素子を作製し、MIS 型 TMR 素子では従来の最高値である磁気抵抗変化率58%を達成した。
- (2) Fe/GaOx/n-AlGaAs MIS 型トンネル素子において、素子抵抗の対数が GaOx 膜厚に比例することを示し、GaOx の有効バリア高さが極めて低い (室温で0.10 eV) ことを明らかにした。
- (3) Fe/(GaOx, MgO)/(Al)GaAs 量子井戸発光素子のエレクトロルミネッセンス (EL) 測定より、GaOx は MgO と比較して GaAs への高効率の電子注入が可能であることを示した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピン依存伝導、スピン注入、スピントランジスタ

【研究題目】ガス吸収液としてのイオン液体の描像とその応用

【研究代表者】金久保 光央 (コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】金久保 光央、新妻 依利子、

山崎 ふじみ、児玉 大輔、亀田 恭男、  
梅林 泰宏（常勤職員1名、他5名）

【研究内容】

イオン液体は揮発性が低く、難燃性の特徴をもち、二酸化炭素などの酸性ガスを大量かつ選択的に物理吸収することから、ガス分離・精製の吸収液として期待されている。これまで、長いアルキル側鎖をもつイオン液体では、アルキル部とイオン部とがそれぞれ凝集し、疎水および極性領域からなる“マイクロ相分離”が起こることが指摘されている。二酸化炭素などの酸性ガス分子は極性領域に吸収されることから、イオン液体のガス吸収特性は自身もつナノメートルオーダーのドメイン構造と密接な関係があるものと考えられる。本研究では、イオン液体-ガス系において、マイクロからメゾ領域に渡る溶液構造とそれを反映したマクロ物性を主に採り上げ、ガス吸収メカニズムについて解明する。

酸 (HA) と塩基 (B) とを混合することで得られる酸-塩基型のイオン液体 ( $HA+B \rightarrow [BH][A]$ ) を採り上げ、その  $CO_2$  吸収特性について調べた。酸にはビス(トリフルオロスルホニル)アミド (HTf<sub>2</sub>N) を、塩基には N, N-ジメチルホルムアミド (DMF) を用い、イオン液体 [DMFH][Tf<sub>2</sub>N] を合成した。[DMFH][Tf<sub>2</sub>N] の  $CO_2$  溶解度は、多くのイオン液体で観察される傾向と同様に、一定温度では圧力増加に伴い増加し、同圧下では温度上昇に伴い減少した。また、吸収液の密度は圧力増加に伴い僅かに減少することが明らかとされた。一方、平衡下の気相密度は純粋な  $CO_2$  の値とほぼ一致し、[DMFH][Tf<sub>2</sub>N] は気相中にほとんど溶出しなことが確認された。一般に酸-塩基型のイオン液体は蒸気圧が高いことが指摘されているが、本研究の結果は、酸-塩基型のイオン液体でも大気中への放散が小さく、ガス分離・精製などの吸収液として十分に利用できることを示すものである。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 イオン液体、高圧ガス、二酸化炭素、溶解メカニズム、溶媒機能

【研究題目】 骨格筋細胞分化における単一細胞からの分化シグナル伝達の解析

【研究代表者】 中村 史

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 中村 史（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

マウス繊維芽細胞 C3H10T1/2 の骨格筋細胞分化において、インシュリン様増殖因子 IGF-II は細胞外に分泌され、自己分泌により IGF-I 受容体への結合し、最終的に myoD 遺伝子発現を亢進する作用が報告されている。このようなシグナル分子の伝搬と結合は、細胞の分化状態を表現するマーカーとして有用である。本研究では、5-アザシチジンにより C310T1/2細胞を骨格筋細胞

に分化誘導し、分泌された IGF-II が細胞表面の受容体への結合した状態を力学的に評価する手法を開発した。抗 IGF-II 抗体を修飾した AFM 探針を用い、これを細胞に接触させ、強制的に受容体-リガンド-抗体の複合体を形成させる。これを引き離す際に発生する相互作用破壊に要する力 (unbinding force) を測定することで評価を行った。

マウス繊維芽細胞 C3H10T1/2 を培養3日後に 20  $\mu$ M 5-アザシチジンにより48時間処理する。その後、通常の培地で2日間培養し、さらに筋細胞分化を促進するため、20 nM のジヒドロテストステロンで処理した。ジヒドロテストステロン処理から2週間培養した細胞は、ミオシン重鎖陽性であり、多核化も確認されることから骨格筋細胞への分化誘導は確実に起こっていることを確認した。この培養過程の初期段階における IGF-II の分泌・結合の検出を試みた。細胞への接触・圧入動作に用いる AFM 探針は先端を平坦にエッチングしたものをを用いた。抗 IGF-II 抗体により修飾した探針を用いて力学検出を行った結果、5-アザシチジン処理前には、unbinding force が平均で30 pN 以下であったことに対して、処理後は112 pN に上昇し、培地交換を行い20 nM のジヒドロテストステロンで処理すると30 pN に減少した。細胞表面の受容体へ結合したリガンド分子は力学的に検出することができ、AFM 探針の接触という非侵襲的動作で細胞状態の分析が可能であることが示された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞操作、分化誘導、遺伝子導入、AFM、シグナル伝達

【研究題目】 モーター・レール系運動制御の高分解能構造解析

【研究代表者】 廣瀬 恵子

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 廣瀬 恵子、上野 裕則、巖 康敏  
(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

本研究の目的は、ナノシステムである分子モーター・レール系の複合体としての構造とその変化を、クライオ電子顕微鏡法とコンピュータ画像解析法を用いてサブナノメートルに迫る高分解能で捉えることにより、その力発生と制御の機構を理解することである。対象としては主に、キネシン・微小管系およびダイニン・微小管系を用いている。本年度は昨年度に続き、ウニの精子軸糸外腕ダイニンと微小管の複合体を用いた研究を行った。まず、この複合体においてダイニンが運動機能をもつことを、*in vitro* 運動アッセイで確認した。また、コンピュータ画像解析をさらに進め、力発生の前後に対応すると思われる2つのヌクレオチド状態で、微小管に対するストロークの角度は変化しないが、尾部に対する頭部の位置が変化することを示した。これらの結果から、従来のスト



ク回転モデルに対する、新たなモデルを提唱した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 分子モーター、生体運動、電子顕微鏡、構造解析

【研究題目】 マルチスケール神経配置操作による神経回路網環境応答特性制御

【研究代表者】 工藤 卓

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 工藤 卓、田口 隆久、細川 千絵、清原 藍 (研究協力者、技術研修生) (セルエンジニアリング研究部門)、鈴木 正昭 (ゲノムファクトリー研究部門)、(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

目標：

生体神経細胞が自律的に形成する神経回路網の生成過程、相互作用による自己組織化的構成過程のメカニズムを明らかにする。回路形成を制御しているパラメータの一つに神経回路網相互の物理的接続様式がある。これを緩やかに制御することで、神経回路網の構成過程に摂動を与え、相互作用による神経回路網構成機構を考察する。この目的のため、接着性基質の培養基盤へのパターンニングによる神経突起伸展の空間的制御と、これによるシナプス形成過程の制御を行う。さらに、これまでに確立した、培養神経回路網を細胞外電位多点記録システムをインタフェースとして電気的に複数接続したクラスタ系に、パターンニング培養神経回路を使用し、神経細胞間の物理的接続性とネットワーク全体の活性操作というマルチスケールの操作を加えながら環境と相互作用させ、環境応答特性の変化を明らかにする。これにより、神経細胞が機能的な回路網を自律的に形成して外界と相互作用するためのアルゴリズムを自律獲得する過程を再現し、そのメカニズムを考察する。細胞外電位を多点計測可能な分散培養神経系は、自律的に環境応答する系であり、操作・解析の自由度が高い多細胞系である。この系と領域の他の研究課題を組み合わせることで、より複雑な環境応答情報処理をする人工生体システムを構成することが可能である。また、研究分担者が専門とする培養基板表面処理技術は広く多様な細胞系に適用することが可能な細胞操作技術であり、当該領域の研究における細胞パターンニング技術に大きく貢献できる。

研究計画：

I. 細胞配置制御技術の開発

1. 神経細胞配置・神経突起伸展制御技術の詳細な検討  
神経突起伸展制御に必要な培養条件を更に詳細に検討する。エッジ強調型パターンニングの制御改善も併せて検討する。研究分担者は、材料化学的なバックグラウンドから、適切なパターンニング手法を開発し、基板のコートを行う。研究代表者は、研究協力者とともに、この基板を用いてラット海馬分散培養を作成し、パターン化神経回路網の長期維持のために必要な生物学的・培養技術的なパラメータを検討する。

もに、この基板を用いてラット海馬分散培養を作成し、パターン化神経回路網の長期維持のために必要な生物学的・培養技術的なパラメータを検討する。

2. 細胞配置制御に依存した機能分子発現パターン解析

神経細胞配置制御により、イオンチャネル等のシナプス形成に関与する機能分子の発現パターンがどのような影響を受けるか解析する。

II. パターン配置された細胞間相互作用

1. パターン化神経回路網における機能的接続性の解析  
神経細胞間の機能的結合性を神経電気活動の細胞ごとの同期性を元にして算出し、神経細胞間の物理的結合性と機能的結合性の相関・非相関を明らかにする。

2. パターン化神経回路網の基本的応答特性の解析

パターン化神経細胞における自発的活動の頻度とその時空間パターンの安定性を解析する。

年度進捗状況：

生体神経細胞が自律的に形成する神経回路網の生成過程、相互作用による自己組織化的構成過程のメカニズムを明らかにするため、神経回路網相互の物理的接続様式を緩やかに制御することで神経回路網の構成過程に摂動を与え、相互作用による神経回路網構成機構を考察した。この目的のため、細胞接着性の高い物質をプローブ基板上に生成することで、長期間持続するパターン化神経回路網の作成に成功した。この手法で特に神経細胞が想定したパターン上に適切に培養可能であることを確認した。さらに、領域内の共同研究により、レーザー加工した材料をプローブ底面に貼り付けることで神経細胞の配列を制限し、パターンを作成することに成功した。できあがったパターン神経回路網について電気活動を測定したところ、パターンの形を反映した自発活動を確認した。

また、これまでに確立した、培養神経回路網を、細胞外電位多点記録システムをインターフェースとして電気的に複数接続した系を構築するに当たり、パターンニング培養神経回路を使用し、神経細胞間の物理的接続性とネットワーク全体の活性操作というマルチスケールの操作を加えた。現在、環境応答特性の変化を明らかにするために、システム間の接続強度を調整し、最適な動作条件を検討している。さらに、免疫組織化学染色法とCELL-ELISAを用いて分散培養系におけるグリア細胞と神経細胞の量比の変化を解析し、長期培養の場合には神経細胞数が一定の減少の後に安定し、細胞数の大幅な減少が無くなることを確認した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 生体工学、ニューロ・エンジニアリング、神経細胞パターン配置

【研究題目】 前駆体 BDNF による神経回路の形成と機能に対する負の制御とその生理的役割

【研究代表者】 小島 正己

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 小島 正己、清末 和之(脳神経情報研究部門) (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

目標:

proBDNF ノックインマウスにおける成体脳の萎縮に関する解剖学的研究

研究計画:

大脳皮質の萎縮の原因として、①大脳皮質の層形成不全、②細胞死の進行 ③神経新生の異常などが予想される。ゴルジ染色、ニッスル染色、髄鞘染色、BrdU 実験、大脳各層のマーカープローブ(大阪大学生命機能研究科山本亘彦教授から供与を受けた)を用いた *in situ hybridization* により、分子層から多形細胞層に至る皮質構築が正しくできているかどうかを解析し、TUNEL 染色法により細胞死の進行を解析する。このような構造変化が起きた脳について、抑制性ニューロンの形態、セロトニンニューロンやコリナージックニューロンの繊維入力、視床および脳幹部からの大脳への投射、がどのような影響を受けているのかを、組織化学とトレーサー標識法を用いて解析する。ダブルミュタントマウス作出によるレスキュー実験 proBDNF のシグナルを担う情報分子として p75受容体を含めた複数を同定しており、proBDNF ノックインマウスの小脳形態のフェノタイプも p75ノックアウトマウスとの交配によりレスキューされている。この研究では、同様の交配を行い、解剖学的フェノタイプのレスキューを検討する。

年度進捗状況:

大脳皮質の萎縮の原因として、海馬歯状回神経細胞の分化不全、大脳皮質の層形成不全を見いだした。このような構造変化については、p75ノックアウトマウスとの交配によりレスキューされた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経細胞、神経栄養因子、脳発達

【研究題目】 計算科学的手法を用いたアクチュエータの機構解明と分子設計

【研究代表者】 清原 健司

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 清原 健司、杉野 卓司、安積 欣志 (常勤職員3名)

【研究内容】

高分子アクチュエータは、従来のセラミック材料や金属材料のアクチュエータと違って「柔軟である、軽い、低電圧で駆動する」という特徴があり、次世代のアクチュエータとして注目されている。本研究では、高分子アクチュエータの動作原理を分子レベルで解明し、高性能なアクチュエータを分子レベルから設計することを目指している。

今年度は、弾性体論による解析と、モンテカルロ・シ

ミュレーションによる解析を行った。まず、カーボンナノチューブ・ゲルを用いた高分子アクチュエータについて動作測定を行い、その結果を弾性体論を用いて解析した。これにより、電圧印加の際に高分子アクチュエータの正極と負極の膨潤率、それらの内部で発生する応力、電気エネルギーから機械エネルギーへの変換効率などが明らかになった。さらにモンテカルロ・シミュレーションによって、高分子アクチュエータ内部における応力発生機構について分子レベルで解析した。これにより、発生応力が、高分子アクチュエータを構成する材料の誘電率、細孔の大きさ、電圧印加に伴って輸送するイオンの大きさなどに強く依存することが明らかになった。

本研究による成果は、高性能な高分子アクチュエータを分子レベルから設計する際の指針を与えるものである。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 高分子アクチュエータ、分子シミュレーション、高分子構造物性、ナノ材料、電気化学

【研究題目】 金融市場の執行分析のための経済情報抽出と行動が市場へ及ぼす影響評価に関する研究

【研究代表者】 和泉 潔

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】 和泉 潔 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究の目的は、テキストマイニングと人工市場という2つの情報技術の融合により、金融実務者の市場での売買執行を支援する手法を開発することである。本年度は、前年度までに開発した金融データ分析の2つの新手法のアルゴリズム(テキストマイニングと人工市場シミュレーション)を基にして、プロトタイプ・ソフトウェアとして計算機上に実装を行った。さらに、提案アルゴリズムの評価と金融現場への実用化を目指して、実際の金融データを用いて、提案アルゴリズムによる取引行動の評価手法に関する検証を行った。テキストマイニングによる市場環境分析手法の研究として、長期的な市場動向を分析するテキストマイニング手法を世界に先駆けて開発し、試作版ソフトウェアとして計算機上に実装した。金融実務者との共同により、本ソフトウェアを用いて、株式市場・国債市場・外国為替市場の動向分析を試み、既存の数値データを用いた動向分析の結果と比較検証した。既存の数値分析手法に比べ市場分析の推定精度を平均48.42%、最大74.03%改善することに成功した。人工市場シミュレーションソフトウェアの研究として、本年度は人工市場シミュレーションソフトのコアモジュールを構築した。本モジュールを用いた予備実験として、市場インパクトの評価手法を新たに開発した。実データによる執行リスクの事前評価の研究として、人工市場に参加させる典型的な取引アルゴリズムについて金融

関係者と検討を行った。それにより複数の標準的な取引アルゴリズムを設定し、予備実験として人工市場で各アルゴリズムの個別評価を行った。その結果、従来のバックテストでは不可能だったリスクとリターンの事前評価が可能となった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス分野

【キーワード】マルチエージェント、シミュレーション、意思決定、テキストマイニング

【研究題目】次世代共役ポリマーの革新機能の理論・シミュレーション

【研究代表者】阿部 修治

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】阿部 修治、下位 幸弘、関 和彦、片桐 秀樹 (常勤職員4名)

【研究内容】

①電子供与性と電子受容性の官能基を組み合わせた共役分子について密度汎関数法を用いて研究し、分子内回転や官能基置換による光物性への影響を理論的に明らかにした。アントラセンとイミダゾールを組み合わせた新規共役分子について、基底状態での平面構造から陽イオン状態ではほぼ直交した構造に変化することが実験的に示されている。この原因を密度汎関数法を用いて分析し、対イオンとの静電相互作用が主に寄与していることを明らかにした。②複数の色素を含んだ dendritic 共役高分子を用いて、単一光子発生の実験が行われている。こうした系は効率良く光子を吸収し、単一光子を発生することができると期待されている。単一光子が生成していると光子相関はゼロとなる。そのため、単一光子の生成効率は光子相関の測定により行われてきた。しかし、理論的に検討した結果、パルスにより多数の励起子が生成する場合には、光子相関の計測は単一光子生成の指標ではなく、光子分布の鋭さを表す指標となっていることが分かった。③アントラセンの誘導体有機塩結晶において、結晶の構成要素を変えることにより、アントラセンの一次元的積層の配向の違いが生じ、それによって蛍光スペクトルが変化することが実験で見出されている。この系の励起状態における構造緩和の詳細を、量子力学と古典力学を組み合わせた QM/MM 法を用いて理論的に研究した。結晶構造は有限サイズのクラスターでモデル化し、3種類の結晶構造について励起状態の最適化構造を求めた結果、いずれの場合もエキシマ的な2分子緩和状態よりも1分子緩和状態が安定であることが分かった。

【分野名】ナノテクノロジー・製造・材料分野

【キーワード】共役分子、機能、理論

【研究題目】シリコンベース素子を用いたスピン注入効率の最適化

【研究代表者】秋永 広幸 (先進ナノ構造グループ)

【研究担当者】(常勤職員1名)

【研究内容】

目標：

スピントロニクスとシリコンテクノロジーとの融合を推進するため、シリコンベース素子を用いたスピン注入効率の最適化に焦点を絞り、

- (1) シリコンベース強磁性体の開発
- (2) 強磁性体金属/シリコンヘテロ構造におけるスピン偏極電子注入の実証
- (3) スピン流を用いたシリコンベースデバイス機能の実証

を目指して研究を行う。

年度進捗状況：

成20年度は(1)と(2)、主に(2)に関して実験を行った。本研究開始以前は  $\text{Fe}_3\text{Si}$  表面の凹凸を抑えることが出来なかったが、 $\text{Fe}_3\text{Si}$  層の形成を低温 MBE で行い、その後、 $250^\circ\text{C}$  で熱アニールすることにより、平坦な  $\text{Fe}_3\text{Si}$  膜の成膜が可能になることを平成19年度までに報告した。また、このヘテロ界面を積層したエピタキシャル磁気トンネル接合 (Magnetic Tunnel Junction : MTJ) を作製できるようになった。そこで平成20年度には、スピフィルターを目指した  $\text{Fe}_3\text{Si}$  on  $\text{CaF}_2$  (5 nm) /  $\text{Fe}_3\text{Si}$  (5 nm) /  $\text{CaF}_2$  (5 nm) 共鳴トンネル構造を設計し、Si (111) 基板に MBE 法によりエピタキシャル成長した。M-H カーブから上下強磁性層の保磁力の差によるステップを観察している。共鳴トンネル構造の作製に成功したことから、計画が前倒しに進行し、微分負性抵抗 (NDR) の観察にも室温で成功した。NDR が現れる電圧間隔は約2V であった。この値は、量子井戸内部のフェルミ準位より高いエネルギーにある量子化準位間のエネルギー間隔 (約1 eV) の2倍になっており、2つの障壁層に均等に電圧が印加されたとして、定量的に説明できる。また、平成19年度から開始している Fe-N 系強磁性体を用いた磁気トンネル接合の作製においては、MBE 法により、 $\text{MgO}$  (001) 基板への  $\text{Fe}_4\text{N}$  膜のエピタキシャル成長を実現するとともに、*a* 軸に高配向した  $\text{Fe}_4\text{N}$  (100 nm) /  $\text{MgO}$  (2 nm) /  $\text{Fe}_4\text{N}$  (30 nm) MTJ 構造の MBE 成長に成功した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】スピントロニクス、磁性、半導体物性

【研究題目】メソフェーズ系電子材料における分子の動的制御と電荷輸送機能に関する研究

【研究代表者】清水 洋 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】清水 洋 (常勤職員1名)

【研究内容】

$\pi$ 電子共役系を分子中心に有するディスコチック液晶では、分子が積層し形成されるカラムナ相においてアモルファスシリコンに迫る高速の電荷移動度を示すもの

が見出されており、液晶性半導体として近年の有機エレクトロニクス研究の一つの興味深いカテゴリーとして活発に研究されている。しかし、異方的な電荷移動特性を有効に活用するためにこれら液晶性半導体が一般的に高次配向秩序、高粘性であるために配向制御が極めて難しいという問題を克服する必要がある。これまでディスプレイ技術において培われてきたネマチック液晶等の低粘性相での配向制御手法は有効でなく、新規な手法論の開発が待たれる。また、現状では液晶性半導体の電荷移動度は $10^{-1} \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ オーダーであり、動的な分子集合体という固体系材料にない特色がともすればマイナスの要因となっている状況の中、更なる高速化が求められている。本課題では、ディスコチック液晶性半導体について電荷移動の高速化に向けてディスコチック液晶のカラム構造の制御を周辺長鎖のフッ素化によるナノ相分離を利用した電荷輸送パス構築の検討と言う観点からフタロシアンニン液晶に対して研究を行ない、これまでの研究結果との比較からカラム構造の安定化のみならず、カラム内の分子揺動の抑制の可能性も示唆される結果を得た。また、トリシクロキナザリン骨格を持つ新たなディスコチック液晶の電荷輸送能を評価、n型半導体として最も高速のディスコチック液晶系半導体であることを見いだした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 有機エレクトロニクス、液晶性半導体、電荷輸送

【研究題目】 ブルー相などの3次元秩序を有する液晶系の秩序構造とダイナミクスに関する数値計算

【研究代表者】 福田 順一

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 福田 順一、米谷 慎 (常勤職員2名)

【研究内容】

(1) 連続体理論に基づくコレステリックブルー相の数値計算

液晶系の3次元秩序構造の典型例であるコレステリックブルー相の挙動を、連続体理論に基づいた数値計算によって調べた。特に着目したのは、種々の平衡構造に対して電場を印加した場合の応答である。計算の結果、電場の強さ、方向、もとの平衡構造の対称性に応じて、様々な構造変化が引き起こされることを見出した。弱い電場が誘起する単位格子の変形を調べた結果、過去の実験結果を定性的に再現することに成功した。また強い電場を印加した際の配向構造、および位相欠陥の構造変化を調べ、複雑な変化を経て欠陥が消滅してゆく動的な過程を明らかにした。ただし、ある条件の元では位相欠陥は消滅せず、直線上の欠陥が6回対称の2次元格子を形成することも判明した。

(2) 3次元秩序構造を有するスメクチック Q 相の分子シ

ミュレーション

スメクチック Q 相 (SmQ 相) を示す液晶分子の一つである M7BBM7 を具体例として、分子動力学 (MD) シミュレーションによるその3次元ナノ構造の解明を試みた。今年度はその構造安定性の要因となっている相互作用に関してより詳細に解析した。その結果、SmQ 相の構造安定性は分子キラリティにより異なる不斉部位の相違に直接起因した分子間相互作用ではなく、不斉部位の違いが生み出す一分子コンフォメーションの違いに起因した分子間相互作用が決定している事が明らかとなった。

この他に、上記 M7BBM7 をモノキラルとした分子に対応する MHPOBC 分子の自己保持二層膜の MD シミュレーションを行い、以前同じ系の単分子膜シミュレーションで得たものと同じ分子キラリティと自発分極の符号の関係を得た。さらに自発分極値を系全体のモーメントの計算値から推定したところ、実験値と同オーダーの値を得た。

(3) 表面の凹凸を起源とする液晶のアンカリング

基板表面の凹凸による液晶のアンカリングに関して、既存の理論に対する我々の批判的な考察を踏まえ、アンカリングエネルギーの数値的評価を行なった。本年度は特に2次元の正方形パターンを持つ表面のアンカリングの性質に着目した。昨年度検討した1次元の溝の場合と同様、表面の凹凸が比較的浅い時は我々の理論の予測が完璧に再現され、凹凸が深い場合も、表面の凹凸の傾きの最大値が1以下の場合、理論から予想されるアンカリングの挙動からのずれは比較的小さいことが見出された。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 液晶、シミュレーション、コレステリックブルー相、スメクチック Q 相、アンカリング

【研究題目】 パスウェイ・ネットワークの絶対量による動態解析

【研究代表者】 夏目 徹 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】 夏目 徹、家村 俊一郎 (常勤職員2名)

【研究内容】

細胞内のシグナル伝達のパスウェイは、多くのシグナリング分子は互いに相互作用し、複合体を形成しパスウェイを生み出す。

このようにパスウェイを構成する相互作用を高次機能として捉えるには、統一的な方法論での網羅的相互作用解析を行う必要がある。またこれらの相互作用はシグナルの伝達に伴ってダイナミックに変化する可能性があり、これらの動態を捉える技術開発が生命システムの解明に必須である。

これまで、シグナリングパスウェイを構成するタンパク質を直接同定・定量することは極めて困難なことであった。最近、著しく進歩を遂げたタンデム質量計 (MS/MS) は、タンパク質の内部アミノ酸配列情報とペプチド断片の質量値を自動的に取得することが可能となった。このようなプロテオミクス技術を駆使し、パスウェイ全体の動態解析を行っている。(パスウェイに関わるタンパク質の網羅的相互作用リンケージマッピングと、その動態変化の記載)、生物情報科学の深化に供することを目指している。

このような目的のため、サンプルの質量分析計への導入とクロマトグラフィの再現性を飛躍的に高め、検出されたペプチドイオンの強度比から相対定量を行う方法として DQN 法 (Direct Quantitation of Non-labeled proteome) を開発した。また DQN 法を自動化し、高効率に動態解析を行うため、各ペプチドイオンのクロマトの溶出時間と分子量など数値情報をクロマトグラフィ上から自動抽出しピーク面積を計算し、定量化するソフトウェアの開発も行った。

このシステムを活用し、神経細胞におけるカルシウムシグナルに関わる分子のパスウェイ解析を続行した。具体的にはカルモジュリン依存的キナーゼである CaMK のサブファミリー全てを用いた網羅的なネットワーク解析を行った。その結果、CaMK と相互作用する186個の新規な分子を発見し、そこから8つの新たな CaMK 機能複合体を発見した。現在、基質候補分子のリン酸化部位と、リン酸化による機能調節を検討中である。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 質量分析、タンパク質相互作用、プロテオミクス、カルシウムシグナル、シグナル伝達

【研究題目】 HIRA-ヒストン複合体の立体構造解析に基づいたヌクレオソーム構造変換機構の解明

【研究代表者】 千田 俊哉 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】 千田 俊哉 (常勤職員1名)

【研究内容】

真核細胞生物のゲノム DNA は、ヒストンと DNA により構成されるヌクレオソーム構造を基本単位として折り畳まれている。このヌクレオソーム構造は、DNA を小さな核内に収納するのに必要であるが、転写や複製などの DNA 上で起こる反応を抑制することが知られている。従って、生体内には遺伝子発現の要不要に応じて、特定の領域のヌクレオソーム構造を離合集散させる分子機構が存在するが、その分子機構の詳細は未だ不明である。そこで本研究では、ヒストンシャペロン HIRA が CIA と協調的に機能するという知見に基づいて HIRA-ヒストン-CIA 複合体の立体構造を明らかにし、クロマ

チン構造変換の分子機構の解明を目指している。

HIRA-ヒストン-CIA 複合体の立体構造を明らかにするためにあたって、HIRA・ヒストン・CIA の精製蛋白質が大量に必要である。ヒストン及び CIA 蛋白質については既に大量発現系が確立しているため、本年度は HIRA 蛋白質の大量調製系の立ち上げに集中した。様々な大腸菌発現用ベクターを試みた結果、pCold 系ベクターに HIRA 遺伝子を組み込んで発現を行なった場合に最も良好な発現が観察された。ここで得られた発現蛋白質については、現在、大量発現・大量精製を進めている。なお、HIRA は1000アミノ酸以上からなる大型の蛋白質であることから、大腸菌での発現よりもバキュロウイルスを利用した昆虫細胞での発現が良好であることが想定された。そこで、昆虫細胞による発現を試してみたが、大腸菌による発現の方が良好な結果であった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 細胞核、転写反応、ヌクレオソーム、遺伝子発現、蛋白質立体構造解析

【研究題目】 イオン液体の電解質機能設計

【研究代表者】 松本 一

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】 松本 一、香山 正憲、

Valencia Hubert、水畑 穰 (神戸大学)

(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

難揮発性、難燃性の新規電解質としてのイオン液体の分子設計指針を得るべく、新規なイオン液体の合成を通じて、粘度や融点とイオン液体構造等の物性、電位窓等の電気化学特性とイオン構造の相関について検討してきた。今年度はカチオン種を DEME (N,N-diethyl-N-methyl, N-methoxyethylammonium) に固定し、アミド系、ボレート系、フォスフェート系の様々なペルフルオロアニオンからなるイオン液体を合成し、基礎物性から電池特性まで検討し、それらに対するアニオン構造の依存性について検討した。その結果、粘性はイオンのサイズが低下すると低下するが、あるサイズより小さくなると逆に増加することから、Li<sup>+</sup>の拡散に影響する粘性の低減には限界がある事が分かった。一方、電池の充放電特性については昨年度と同様、イオン液体の粘性の大小による Li<sup>+</sup>の液相中での拡散挙動だけでなく、電極界面の電荷移動抵抗がアニオン種によって大きく変化することが一因であることが分かった。さらに、用いたイオン液体のイオニシティがこれらの物性と関係があることも明らかとなってきた。これらについて詳細に検討するために、第一原理計算 (密度汎関数理論に基づく PAW 法スーパーセル計算) による金属-イオン液体界面構造についての検討を行ってきたが、昨年度の EMIBF<sub>4</sub>/Li 界面に引き続き、Au 表面についても検討し、Li 界面で見られた表面 Li 原子とアニオンとの強い相互作用

用は、Au 表面では見られない事を確認し、アニオン種と Li 界面の構造が電荷移動抵抗の違いの一因である事が示唆された。さらに SAX によりバルク液相中でのイオン液体構造に Li 塩添加が著しい効果を示す点も明確となった。これらの成果に基づき、国際学会発表4件、論分3件（掲載受理済）の発表を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】イオン液体、パーフルオロアニオン、リチウム二次電池、第一原理計算

【研究題目】過酸化水素を用いるアルケンへの環境調和型酸化反応の開拓

【研究代表者】佐藤 一彦（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】佐藤 一彦、今 喜裕、小野 豊、  
今尾 太輔、中島 拓哉  
（常勤職員2名、他3名）

【研究内容】

酸化反応を含むプロセスは全化学プロセスの30%に達すると言われ、酸化に係わるコア技術なくして現代化学産業の持続的発展はあり得ない。特に精密化学品や医薬品の製造過程では、多様な官能基を有する基質の高選択的酸化が求められるため、いまだに環境に大きな負荷をかける酸化法が使用されている。それらの化学品は一品種あたりの生産量は小さいが、種類が莫大であるため、結果としてその製造過程から発生する廃棄物の総量は、石油化学産業全体から排出させる廃棄物の50%以上を占めると見積もられている。本課題は過酸化水素を酸化剤とし、有機溶媒も用いない環境に優しい選択酸化技術を開発するものである。本課題では、1) 中性に近い条件下でのアルケンのエポキシ化反応の開発、2) 植物油などバイオマス原料に適用可能なアルケンの酸化的切断反応の開発、3) アルケンやアルキン近傍のアルコール選択酸化反応の開発、の3テーマを新規触媒の開発を鍵として推進する。本年度は1)に注力して研究開発を行い、中性条件・室温で極めて効率良く  $\alpha$ -ピネンをはじめとする各種テルペン（アルケン）のエポキシ化方法を開発した。従来のタングステン触媒にフェニルホスホン酸および水酸化ナトリウムを添加剤として使用することで  $\alpha$ -ピネンオキsidが収率87%と高収率で得られる。本新規触媒系は、種々のテルペンに適用可能であり3-カレン、 $\alpha$ -テルピネオール、リモネン、カリオフィレンからは、対応するエポキシドがそれぞれ8割から9割の高収率で得られた。これらテルペンのエポキシ体は、香料・医薬品・樹脂材料として工業的にきわめて重要な化合物である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】過酸化水素、選択酸化

【研究題目】イオン液体中での界面電子移動反応計測

【研究代表者】加藤 隆二

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】加藤 隆二（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

イオン液体中での界面電子移動反応について、過渡吸収分光法によるアプローチを行う。

研究計画：

色素増感太陽電池をはじめとする太陽エネルギー変換デバイスでは界面の電子移動反応が最も重要な反応過程である。デバイスの長寿命化のためにイオン液体が使われており、その反応の詳細を調べることが本研究の目的である。

本年度は下記の3つの課題について検討を行った。成果を以下にまとめる。

#### 1. 高感度サブナノ秒過渡分光計の製作

基本的な装置の構築を行い、現在所有するサブナノ秒パルスレーザーの特性に合わせた過渡分光測定装置の設計を行い、基本的な性能を確認した。到達目標であった、過渡吸収での測定可能吸光度変化、0.001、時間分解能800ピコ秒を達成した。酸化チタン単結晶において再結合速度を計測し、イオン液体中の溶媒和電子の計測へと展開した。

#### 2. 界面電子移動反応の計測

上記の装置を用いて、色素増感太陽電池における電荷分離・電荷再生過程について、過渡吸収分光で生成する色素のカチオンや酸化チタン中の電子を分光学的に直接計測する方法をほぼ確立した。通常有機液体中で得られた結果と比較することでイオン液体の特異な作用についての解明に着手した。

#### 3. 電子移動反応解析に関わる基本データ収集

色素増感太陽電池において、ヨウ素イオンは電子の輸送媒体として機能している。イオン液体中でのこれらの特異な挙動について、吸収スペクトルの計測や、近赤外分光を用いた解析から、イオン対形成を始めて観測した。また、イオン液体が、意外と光に対して不安定であることを見出し、その機構についても過渡吸収分光などから検討した。

これらの結果のいくつかは論文として公表した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】イオン液体、過渡吸収、電子移動

【研究題目】ナノ金属-半導体界面におけるプラズモン誘起電子移動ダイナミクスの研究

【研究代表者】古部 昭広

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】古部 昭広（常勤職員1名）

【研究内容】

金属ナノ構造に光が照射された時に生成する局在プラズモンは、金属の近接場に大きな電場を作り出し、効率的な反応、新たな反応を引き起こすことが期待されてお

り、多くの基礎的、応用的研究が進んでいる。本研究代表者らは、これまでの研究で、酸化チタンナノ粒子に吸着した粒径10 nm の金ナノ粒子をフェムト秒レーザーで励起した際に、250 fs 以内の時間に約40%の高い収率で、酸化チタンの伝導帯に電子が移動するという知見を、赤外波長領域の過渡吸収測定から得た。本年度は、特に金ナノ粒子間付近に生じる増強電場が電子移動反応に与える効果を、フェムト秒過渡吸収分光により明らかにすることを目的にした。これまでに、高性能の分光システムを構築しているので、装置の若干の改良、試料作製・評価等を行いながら研究を進めた。

以下に今年度の研究実績の詳細を示す。

1. 金ナノ粒子から酸化チタンナノ粒子へのプラズモン誘起電子移動反応の機構を調べるため、フェムト秒過渡吸収分光測定を行い、反応速度と収率を詳細に明らかにした。まず、精密測定と解析によってプラズモン吸収バンドのピーク波長を励起した時の電子移動反応が50 fs 以内であることが分かった。これは電子-電子散乱過程と競争的な反応機構を示すものである。
2. 励起波長依存性の実験から、高い電子移動収率を得るためには、電子-正孔対を効率よく生成させること、および金と酸化チタンの接点で増強電場を生成させることが効果的であることが示唆された。
3. 金ナノ粒子の配列体において生成する増強電場を励起した際にも電子移動反応がおこり前項目を指示する結果が得られた。

これらの情報は素過程ダイナミクスの理解および新たな反応系のデザインに貢献すると考えている。これら成果を学会および論文において積極的に発信した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】界面、プラズモン、過渡吸収、フェムト秒レーザー、電子移動、光電変換、ダイナミクス

【研究題目】SERSの機構解明による光-分子強結合場の定量評価法開発

【研究代表者】伊藤 民武 (健康工学研究センター)

【研究担当者】伊藤 民武 (常勤職員1名)

【研究内容】

SERSとは、銀や金ナノ粒子凝集体に吸着した分子のラマン散乱断面積 ( $\sim 10^{-30} \text{ cm}^2$ ) が最大で $10^{14}$ 倍程度増強される現象であり、この結果、実効的な増強ラマン散乱断面積 ( $\sim 10^{-16} \text{ cm}^2$ ) が蛍光断面積 ( $\sim 10^{-16} \text{ cm}^2$ ) とほぼ同じになり単一分子測定が可能となる。単一分子のスペクトル検出を可能とする手法として蛍光分光法が挙げられるが、測定できるのは最低電子励起状態からの発光遷移のみであり、圧倒的に多い非発光性の分子には適用できない。更に、基底電子状態との準位間の情報しか与えないため複数種の分子の多重検出は苦手としている。それに対し、SERS分光は分子振動による励起光の

エネルギーシフトで分子を認識するため、発光・非発光に関係なく原理的に全て分子に適応できる。更にそのスペクトル形状は分子種ごとに異なりかつ複雑なため、生体試料など複数種の分子から構成された試料の多重分光検出として期待されている。

本研究では分子の SERS 応答を実験的に検証するため独自の顕微分光装置を開発し、プラズモン共鳴増強光電場の強度、共鳴ラマン散乱断面積、蛍光断面積の測定を可能とした。更にこれらの実験結果を SERS の発現モデルとして予想されている2段階電磁場増強機構に組み込むことで得られた SERS スペクトルを定量的に再現することに成功した。この結果、SERS 増強度が、励起光とプラズモン共鳴モードの結合、散乱光とプラズモン共鳴モードの結合によって決定されることを実験的に検証した。更に、この結果を時間領域差分 (FDTD) 法を使用して検証した。この結果、2段階電磁場増強機構が SERS の支配的なメカニズムであることを実証できた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

【キーワード】単分子分光、分子認識、プラズモニクス、表面増強ラマン散乱、健康工学

【研究題目】試験管内タンパク質合成の分子基盤と細胞機能の模倣に向けたその応用

【研究代表者】片岡 正俊 (健康工学研究センター)

【研究担当者】片岡 正俊、八代 聖基、山村 昌平、日野 真美、山口 裕加、赤峰 理恵 (常勤職員3名、他3名)

【研究内容】

細胞機能の模倣では膜タンパク質の発現が重要な課題になる。その基礎のため脂質膜二重膜へ特定の方向性を持って膜に移行するペプチドのデザインと調整を行った。その結果、合成ペプチドの膜貫通領域の疎水性とペプチド末端部分での荷電状態が大きく膜貫通性を左右することが明確になった。さらにこの研究過程でウェスタンブロット法などに用いられるニトロセルロース膜やPVDF膜上でこれら合成ペプチドはフォールディング構造を有して膜状に固定されること、そしてこのフォールディング構造により抗体反応性を含む免疫原性を規定することを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】試験管内タンパク質合成、細胞機能、膜タンパク質、合成ペプチド

【研究題目】金属ナノ構造を用いた光通信波長帯での光制限機能に関する研究

【研究代表者】鎌田 賢司 (光技術研究部門)

【研究担当者】鎌田 賢司 (常勤職員1名)

【研究内容】

プラズモン共鳴は、その共鳴波長と一致した波長を持つ入射光に対しては数桁にもよる電場増強効果が起きることが知られている。一方、ヘプタメチン系シアニン色素が光通信波長帯で強い二光子吸収とそれを初期過程とする優れた光制限特性を示すことが見いだされている。そこで、この色素を金属ナノ構造のプラズモン共鳴と結合させ、その電場増強効果を利用することで、光制限効果が生じる入射レーザーパワーを大幅に下げ、光通信における利得平坦化素子などに応用ができる可能性がある。

本研究ではそのための基礎研究として、1500 nm に強い二光子吸収を示すヘプタメチン系色素と、同じ波長域にプラズモン共鳴を示す金でできたナノ構造体アレイおよびナノロッドと複合化させ、その二光子吸収特性の変化を透過法で調べた。

この色素/金ナノ構造体複合体の二光子吸収の評価は、単一のアレイ領域をプローブできるように新たに構築した顕微非線形透過率測定光学系によって行った。測定された透過率は、色素/金ナノ構造体複合体では、実験誤差内ではあるが、入射光の増加に伴い透過率が増大する二光子吸収とは逆の振る舞いが観測された。また、金ナノ構造体に代わり金ナノロッドを用いて同様の実験を行ったところ金ナノロッドでは強い吸収飽和が観測された。今回の結果は色素分子との複合系においても、ナノ構造体そのものの吸収飽和や二光子吸収が顕著に現れる可能性を示唆しており、このナノ構造体自体の構造とその吸収飽和や二光子吸収と言った非線形光学特性との関連について詳細に調べる必要があることを示唆している。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】プラズモン共鳴、電場増強、二光子吸収、光制限

【研究題目】ナノチューブ含有非線形導波路デバイスの新構築法の開拓と高機能化

【研究代表者】榊原 陽一（光技術研究部門）

【研究担当者】鍛冶 良作（常勤職員2名）

【研究内容】

カーボンナノチューブはピコ秒程度の超高速の可飽和吸収効果を光通信波長帯で示すため、超高速全光スイッチング等の光制御を実現しうる有望な非線形光学材料である。この効果を発現させるデバイス構造として、光導波路は有力なデバイス構造である。本研究では、ナノチューブが含有されたポリイミドをコアとする埋め込み型の導波路デバイスの新構築法の開拓を進め、デバイスの導波特性および可飽和吸収特性の高機能化を目指した。前年度、ナノチューブを分散するポリイミドとして感光性ポリイミドを用いることにより、露光現像のみの簡便なプロセスでコア構造を形成する新規な作製法の開発に取り組んだが、基板との接着性が悪く、特に細いコアは

現像により剥離流出しやすいことが明らかになり、基板との接着性を高める工夫が課題となっていた。そこで本年度は、ナノチューブをポリイミドに分散する際に添加していた分散促進剤を利用せずに、分散する技術の開発を行った。その結果、基板との接着力が向上し、シングルモード導波路の条件となるコア径2  $\mu\text{m}$  以下の微細な構造も形成できるようになった。試作した導波路の光学特性を測定したところ、導波損失も小さく、良好な可飽和吸収特性を示した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】カーボンナノチューブ、導波路、可飽和吸収

【研究題目】光一分子強分子強結合反応場のための微小光学素子の創成と集積化

【研究代表者】西井 準治（光技術研究部門）

【研究担当者】金高 健二、田和 圭子（セルエンジニアリング研究部門）（常勤職員3名）

【研究内容】

金属コートしたサブ波長2次元回折格子の表面に発生する表面プラズモン共鳴場を利用して、蛍光色素 Cy5 で標識された細胞の蛍光イメージを、ハロゲンランプ光による励起によって検出することに成功した。1次元構造では p 偏光成分しか結合しなかったが、2次元構造にすることによって s 偏光成分も結合することがわかり、周期構造無しの場合の40倍の蛍光強度になることが確認され、バイオ、医療分野で応用できる計測手法であることを実証した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】周期構造、表面プラズモン、蛍光イメージング

【研究題目】配列ナノ空間物質を利用した次世代半導体デバイス

【研究代表者】金山 敏彦

（ナノ電子デバイス研究センター）

【研究担当者】金山 敏彦、多田 哲也、宮崎 剛英、内田 紀行（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

本研究は、遷移金属内包 Si クラスタを用いて、新たな半導体デバイス材料を開発することを目的とする。

前年度の研究により、シラン ( $\text{SiH}_4$ ) ガス中で遷移金属をレーザーアブレーションする方法で遷移金属内包シリコンクラスタを合成し、基板上に堆積することで、半導体薄膜が形成できることが明らかになっている。今年度は、この遷移金属内包シリコンクラスタを単位構造とする半導体薄膜の膜質の向上を目標とする。そのために、X 線光電子分光 (XPS)、ラマン散乱分光などを用いた組成と構造の解析、電気伝導度およびキャリア濃度と光吸収スペクトルの測定を行った。これによって、



膜中の欠陥準位密度を低減させ、キャリア濃度の低減と移動度を向上させるための、形成条件を明らかにした。また、第一原理計算による当該物質の構造・物性の解析を系統的に行い、以後の研究の指針を得た。この結果、主に、遷移金属元素を内包したシリコンクラスター ( $MSi_n$ :  $M=Mo, Nb, W$ ) を凝集することで、局所電子状態の揺らぎを抑え、水素化アモルファスシリコンよりも、 $p$  型で3000倍、 $n$  型で10倍程度という高い移動度を持つアモルファス半導体を作製することができた。また、 $WSi_n$  を凝集した膜の X 線吸収スペクトルを測定し、第一原理計算シミュレーションと比較することで、膜の局所構造が、 $WSi_n$  で形成されていることを示すことができた。これにより、高い移動度を持つ Si 系のアモルファス半導体を作製され、薄膜トランジスタや太陽電池などのアプリケーションの可能性を示したことの意義、重要性は高い。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 遷移金属原子内包シリコンクラスター、シリサイド半導体

【研究題目】 巨大粒子ポルト核酸の機能解析

【研究代表者】 Penmetcha Kumar  
(生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 Penmetcha Kumar,  
Subash C.B. Gopinath  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標:

ガン細胞中で vault RNA (vRNA) を大量発現させると化学療法剤に対する抵抗性が增大することを示してきた。今回は、RNAi 法を用いて、標的 vRNA の遺伝子発現を抑制 (ノックダウン) する実験を行い、これによってガン細胞株の化学療法剤に対する感受性、抵抗性 (薬剤耐性) についての評価を行う。

研究計画:

RNA-1の配列から2つの領域のうち site I を選択し、RNAi 法に用いる RNAi オリゴをデザインし、この RNAi を細胞内で発現するために pSilencer ベクター (pSilencer-Vault1-4RNAi-1&2 および pSilencer-Vault1-4RNAi-3c&4c) を構築した。vRNA の発現レベルは RT-PCR 解析によって調べ、化学療法剤に対する抵抗性と関連を調べた。

20年度進捗状況:

ガン細胞株のうち、U937細胞株を用いた実験では、vRNA の発現はコントロールに比べ50%の阻害を、ヒト骨癌由来の培養細胞株 (U20S) を用いた実験では、85%の阻害を確認した。U20S<sup>mot+</sup>を用いて行った実験では、70%の阻害を確認した。この阻害は、この細胞株が、約2倍量の vRNA を発現することと関連すると考えられる。また、mitoxantrone に対する抵抗性は、療法剤濃

度の増加によって低下することも明らかになった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 vault、RNA、無毒化機構、がん細胞、化学療法剤、RNAi、ノックダウン

【研究題目】 RNA 合成における翻訳因子の役割の解明

【研究代表者】 富田 耕造 (生物機能工学研究部門)

【研究担当者】 富田 耕造 (常勤職員1名)

【研究内容】

$Q\beta$  ファージの複製酵素は  $Q\beta$  ファージ自身の RNA ゲノムにコードされている  $\beta$  サブユニット (レプリケース) の他に宿主である大腸菌由来の翻訳伸長因子である EF-Tu、EF-Ts、リボゾーマルタンパク質 S1を含む複合体である。我々は、 $Q\beta$  ファージ由来の RNA 依存性 RNA 合成酵素である  $Q\beta$  ファージ自身の RNA ゲノムにコードされている  $\beta$  サブユニット (レプリケース) の他に宿主である大腸菌由来の翻訳伸長因子である EF-Tu、EF-Ts、リボゾーマルタンパク質 S1を含む複合体である。我々は、 $Q\beta$  ファージ由来の RNA 依存性 RNA 合成酵素である  $Q\beta$  複製酵素複合体の X 線結晶構造解析、機能解析を通して、RNA 合成における翻訳因子の役割、そして、RNA 依存性 RNA 合成酵素の RNA 合成の動的分子基盤を明らかにすることを目的として研究を進めている。これまで、レプリケース、EF-Tu、EF-Ts をアミノ酸リンカーでつないだタンパク質の精製、結晶化を試みた。この一本鎖にしたタンパク質は、通常の EF-Tu、EF-Ts の三者複合体と同様に、34ヌクレオチドのモデル RNA を鋳型として、それに相補的な RNA を合成できることを確認している。そこで、一本鎖にしたタンパク質を大量に発現し、精製するスキームを確立し、結晶化を行ったところ、PEG400を沈殿剤とした条件で良質な結晶を再現性よく、確実に得ることができた。つくばの放射光施設 Photon Factory のビームライン BL-17A で X 線回折実験を行い、分解能2.8Åでデータ収集を行った。空間群は  $C22_1$ であり、格子定数は  $a=139.9\text{\AA}$ 、 $b=250.1\text{\AA}$ 、 $c=101.2\text{\AA}$ であった。現在、位相決定を行うためセレンメチオニン置換体タンパク質の精製、結晶化、および MAD/SAD のデータ収集を行っている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質、酵素、核酸、RNA、合成

【研究題目】 網羅的 mRNA 絶対定量的ためのパイロプライマーの開発

【研究代表者】 藤渕 航 (生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 藤渕 航、千葉 啓和  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

パイロシーケンサーは100~500 bp 長 DNA の大量シ

ーケンシングができる装置であり、プライマー配列を適切にデザインすることで mRNA 定量時の配列分解能を上げることができる。しかし、高性能なプライマーセットをデザインするには、(1) プライマー配列のユニーク性の検証、(2) Tm 値の計算、(3) マルチプレックスプライマーのターゲット遺伝子特異性の最適化、の3つの問題を解かなくてはならない。

(1) については、1遺伝子に1000個も存在するプライマーの配列候補のユニーク性を高速に計算するため、ハードウェア加速ボードとして FPGA を用いた並列アライメント回路を、論理回路設計言語である Verilog を用いて設計した。その結果、計算時間が約1000倍高速になった。(2) については、クラスターマシンで処理できるようにプログラムを改良した。(3) は特に1つのプライマーが複数の遺伝子にハイブリダイズする「低冗長性」を持つプライマーの開発を目指す必要があった。そのため、プライマーが幾つのターゲット mRNA と重複会合する可能性があるのかを最適化する組み合わせ最適化問題を解く必要が生じ、シミュレーティッド・アニーリング法を用いてターゲット遺伝子へのカバー率と非ターゲット遺伝子へのカバー率の比が極大になる解を見つける手法を開発した。

これらの手法(1)(2)(3)を統合したマルチプレックスプライマー探索システムを開発し、これまで32CPU でも1年以上かかっていた全遺伝子用のプライマーデザインに掛かる計算を1週間程度にまで短縮することに成功した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 パイロシーケンサー、プローブ・プライマー配列、アライメント、FPGA、シミュレーティッド・アニーリング、マルチプレックスプライマー

【研究題目】 グラフィカル・モデルに基づく生命情報からの因果・関連性解析

【研究代表者】 堀本 勝久

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 堀本 勝久、油谷 幸代

(常勤職員2名)

【研究内容】

本年度、グラフィカル・モデルのうち、グラフィカル連鎖モデル(GCM)と Path Consistency(PC)アルゴリズムを利用した、ネットワーク構造変化の追跡のための方法の開発と適用を試みた。

GCM については、細胞周期及び肝癌進展過程の分子メカニズム解明のため、それぞれの遺伝子発現プロファイルに適用した。細胞周期については隣接する細胞状態の関係性に加え時間的に離れた細胞状態間の遺伝子発現の関連性を推定することができた。肝癌進展過程の解析では、臨床及び病理の知見と一致した関係性が確認され

た。ただし、現解析法では異なる状態間で変数の重複が許されないという欠点がある。これは、同一分子が異なる細胞状態間で重要な役割を担う現象が解析不能であることを意味している。この欠点を克服するために、数学的な枠組みから逸脱せず、データ入力に関して工夫し仮想状態を仮定して解析する方法に改良した。これにより、重複変数の問題のみならず、変数の選別(特異的発現遺伝子の抽出)の必要がなくなり、すべての変数(全遺伝子)についてネットワーク構造変化及びそれらの寄与を推定することができた。

また、PC アルゴリズムを類似な物性特性を示す化合物データに適用し、化合物薬理活性データに基づいて性能評価を行い、有用であることを確認した。ただし、現手法では、GCM のように異なる状態間のネットワーク構造変化に関する推定はできない。この点を、GCM の数学的枠組みを用いて PC アルゴリズムの拡張を行い、GCM による遺伝子群間のネットワーク構造変化の推定と同様に、より詳細な遺伝子間ネットワーク構造変化の推定が可能になった。GCM 及び拡張 PC アルゴリズムを組み合わせることで、マクロとミクロの二つの観点から階層的にネットワーク構造変化を追跡できることを確認した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ネットワーク、遺伝子発現制御、グラフィカル・モデル、細胞変化

【研究題目】 多自由度アクチュエータ

【研究代表者】 矢野 智昭(知能システム研究部門)

【研究担当者】 矢野 智昭(常勤職員1名)

【研究内容】

1台で2ないし3台の1軸アクチュエータの働きをする多自由度アクチュエータは実用化すれば装置自身の小型・省エネルギー化とともに設置スペースの削減による大幅な省エネルギー効果が期待できる。しかし、ロボットの関節駆動などに使用できるような高出力の多自由度アクチュエータ開発には解決すべき課題が多く、商品化された多自由度アクチュエータはない。本研究ではそのような多自由度アクチュエータの開発を目標にしている。

研究期間は平成16年度から平成20年度の5年間である。平成16年度に多自由度アクチュエータの位置精度の測定装置としてレーザ追尾式三次元座標計測装置を試作し、平成17年度に多極球面同期モータを試作した。平成18年度は多自由度アクチュエータの出力軸がどちらの方向に動いても出力トルクを測定できるトルク測定装置を提案・設計・試作した。

平成19年度に多極球面同期モータの軌道制御実験ならびにトルク測定実験を行い、繰り返し位置決め精度 0.00348 deg、最大出力トルク 0.69 Nm を確認した。平成19年度に3軸周りに無限回転可能な球面ステッピングモータを提案・設計・試作した。平成20年度に球面ス

テッピングモータの性能測定実験を行い、任意の軸周りに回転すること、および出力トルク0.013 Nmを確認した。試作したモータはいずれもバックヨークなしの空心コイルタイプであり、制御性は高いがトルクは比較的小さくなる。平成16年度に購入した電磁場・モーション連成解析ソフトウェアで球面ステッピングモータにバックヨークを設けて解析を行ったところ出力トルクが1.6倍に増加した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】三次元座標測定、多極球面同期モータ、球面ステッピングモータ

【研究題目】海洋表層における生元素の形態別微細変動と微生物プロセスとの相互作用

【研究代表者】鈴木 昌弘（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】鈴木 昌弘（常勤職員1名）

【研究内容】

大気二酸化炭素濃度の上昇は地球温暖化の原因として注目されていると同時に、海洋表層における大気-海洋相互作用の結果として深刻な海洋酸性化を引き起こしていることが指摘されている。炭酸カルシウムの外殻・骨格を持つ生物（有孔虫やサンゴなど）への急性影響試験法などの検討が始まり、あるいは二酸化炭素の海洋隔離に関連した生物影響実験も実施されているが、より長期的な物質循環という視点に立った評価はほとんどなされていない。ここでは海洋生態系における有機物や栄養塩の循環（特に再生過程）において重要な役割を果たす加水分解酵素に着目し、酵素の活性に対する酸性化の影響に関する基礎的検討を実施している。富栄養化した東京湾湾奥部から貧栄養海域である黒潮沖までの4測点で酵素（ロイシンアミノペプチダーゼ、 $\alpha$ -グルコシダーゼ、ホスファターゼ）の活性を測定し、沿岸域で特に活性が高いことが分かった。この高活性の海水を用いて緩衝溶液により酸性化（ $\sim$ pH5.5）し、上記の酵素に加えて、 $\alpha$ -グルコシダーゼ、リパーゼについても検討を行い、ロイシンアミノペプチダーゼとリパーゼにおいて酸性化により顕著な活性低下が起こることがわかった。一方、他の酵素に関しては酸性化による活性変化の度合いは小さかった。従来、海水中の酵素活性はそれぞれ狭い最適pH範囲を持つことが示唆されていたが、今回の実験結果から、かなり幅広い活性スペクトルを持つ可能性が示唆された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】海洋生態系、海洋酸性化、有機物、栄養塩、加水分解酵素

【研究題目】超高速全光スイッチの低エネルギー動作化と光信号処理デバイスへの展開

【研究代表者】石川 浩（ネットワークフォトニクス研究センター）

【研究担当者】物集 照夫、牛頭 信一郎、挾間 壽文、秋本 良一、永瀬 成範、欽塚 治彦、小笠原 剛、秋田 一路、

Lim Cheng Guan

（常勤職員8名、他2名）

【研究内容】

InGaAs/AlAs/AlAsSb 超薄膜量子井戸を用いたサブバンド間遷移全光スイッチにおいて、ピコ秒領域で極限までの低動作エネルギー動作を実現するための基盤技術を確認することを目指している。この素子で新たに発見された、全光位相変調効果を利用した光信号処理デバイスに向けて、位相変調効率の増大を目標として研究を進めた。これまでに開発した量子井戸構造のさらに歪補償を含む結晶の高品質化を行ってきた。また、光閉じ込め効果を増大させる導波路構造設計のために、多元材料系の屈折率評価とこれに基づく導波路設計を行ってきた。20年度は、逆格子マッピングを用いて、より詳細な結晶評価を行い、これまでの歪補償技術の効果を確認した。また、フォトリフレクタンス法によるバンド間の遷移エネルギーの同定を現実のデバイスに近い数 nm の量子井戸についてもを行い、伝導体のバンドオフセットの評価、伝導体電子の有効質量の評価をより厳密に行った。これらに基づき、量子井戸設計と素子設計を行い、具体的に素子を作成して、160 Gb/s の光信号処理に必要な効率を実現した。本研究では、周期構造による光閉じ込めを用いる方法についても、検討している。昨年度までに、多重量子井戸を含むメサ型の光導波路の両側面に回折格子を切り込んだ構造を、電子ビーム露光とドライエッチングを用いて製作し、周期構造特有のストップバンドの存在を確認しているが、今年度は、板状の周期構造がならば、より高反射率の周期構造を作成する技術を確認した。この構造と最適化した量子井戸・素子構造に適用することで一層の高位相変調効率化が期待できる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】光-光スイッチ、超高速160 Gb/s、化合物半導体、サブバンド間遷移

【研究題目】電子線を用いた単粒子構造解析法の研究

【研究代表者】佐藤 主税（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】佐藤 主税、小椋 俊彦、柳原 真佐子、川田 正晃（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

目標：

膜タンパク質は主たる薬のターゲットであり、その中でも受容体は最も重要である。我々は細胞膜上に存在する受容体を通して、様々な情報を受け取って情報処理を行っている。ATP は生体内の主たるエネルギー源であるが、痛覚の細胞間情報伝達物質としても用いられている。その受容体である P2X2の構造を解明し、痛覚異常等の遺伝病解明、臨床薬開発に貢献し、さらには痛みを

抑える治療に貢献する。

研究計画：

P2X および P2Y の体内での分布は広い。痛みを受ける皮膚から中枢神経系までの経路に豊富に存在していて、その遺伝子群は十数種類にもおよび、super family を形成している。その中の P2X はそれ自体がイオンチャンネルであり、ATP との結合によって開くが、構造は未だに解明されていなかった。P2X2を電顕により可視化して、その3次元構造を決定する。

年度進捗状況：

負染色電顕像のみならず、クライオ法を用いて P2X2 の2次元平均化による可視化に成功し、全体として花瓶の様な形の構造であることを解明した。その3次元構造を計算した。この3量体構造は、イオンチャンネルとして極めて新規である。本受容体種は我々の体内のほとんどの細胞に存在しており、その新たな機能の発見が期待されている。普通の接触が痛みを感じられる遺伝病や、通常の暖かさを暑さを感じてしまう遺伝病等、様々の遺伝病の原因遺伝子としてこの種類のチャンネルが同定されている。さらに3次元分解能を高めることで、関連疾患の治療に貢献していきたい。ここまでの成果を Structure に論文発表した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造、画像解析、ナノテクノロジー、電子顕微鏡、P2X2、イオンチャンネル

【研究題目】 イオンチャンネル詳細構造解明に向けた単粒子解析技術の開発と複合体の構造解明

【研究代表者】 三尾 和弘 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 三尾 和弘、佐藤 主税、小椋 俊彦、丸山 雄介、三尾 宗代 (常勤職員2名、他3名)

【研究内容】

目標：

イオンチャンネルは膜電位変化や特異的リガンド結合等の情報を伝播し、神経伝達や筋収縮、心拍のペースメーカーなど極めて重要な機能をつかさどる。解析の自動化、計算力の増強、タンパク精製のブラッシュアップ等を通じて高解像度解析を目指す。

研究計画：

精製条件の最適化と解析の大容量化により、生理機能上重要なタンパク質の構造解析を行う。微細構造の熱力学的振動も解像度低下の原因の一つと考えられるので、構造を安定化させるリガンド等の探索も併せて行う。さらに単分子ラベリング技術を開発し、試薬結合の可視化や複合体構造解明等に活用する。

年度進捗状況：

1. 約9万枚のクライオ電子顕微鏡画像を用いて、痛覚受容に働く P2X2受容体チャンネルの構造を15Å分解能

で解明した。既に負染色電顕画像の2次元平均化から全体として花瓶の様な形であること、また3量体構造を取ることを報告しているが、今回の解析から P2X2 受容体は細胞膜の上下にイオンや ATP 分子の取り込み、排出等に役立つ空隙が認められた。また細胞膜を貫通するポアと推定される部分には部分的狭窄が認められ、電気生理学的研究から推定される構造と一致した。

2. 体内のあらゆる組織で粘膜炎分泌障害を引き起こす嚢胞性線維症 (cystic fibrosis) に関して、その発症に関連する CFTR 陰イオンチャンネルの精製法確立と負染色電子顕微鏡画像を用いた3次元再構築を行った。その結果 CFTR チャンネルは細胞膜直下に分子内外をつなぐ開口部を持つ、卵型分子であることが示された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質構造解析、単粒子解析、電子顕微鏡、画像情報処理、イオンチャンネル

【研究題目】 脳損傷後の機能回復：分子からシステムまでの統合的研究

【研究代表者】 肥後 範行 (脳神経情報研究部門)

【研究担当者】 肥後 範行 (常勤職員1名)

【研究内容】

脳に損傷を受け特定の機能が障害された後、失われた機能が回復することがある。その背景には神経回路の可塑的变化による代償があると考えられるが、メカニズムの理解は不十分である。本研究課題では、脳損傷後の運動訓練が及ぼす効果を、分子から行動までのレベル縦断的手法を用いて明らかにすることを目的とする。これまでの研究から、第一次運動野損傷後の運動機能回復過程には訓練を必要とする要素と訓練を必要としない要素の両方があり、特に精密把握の回復に関しては損傷後の訓練が必要であると考えられる成果が得られた。損傷後の訓練による精密把握の回復の背景として、損傷を免れた脳領域による機能的代償があると考えられる。第一次運動野損傷後の機能代償に関わる脳領域を明らかにするために、 $^{15}\text{O-H}_2\text{O}$  を用いた陽電子放出断層撮影 (PET) により、損傷前後の脳活動の比較を行った。その結果、第一次運動野損傷後把握機能の回復が見られた個体では、損傷前と比べ両半球の運動前野腹側部において活動の上昇がみられた。このことから、第一次運動野損傷後の把握機能回復の背景として、運動前野腹側部における機能代償があると考えられる。さらに機能的代償を作りだす構造的基盤である神経回路の変化を明らかにするために、回復途中または直後の個体において組織化学的解析を行った結果、運動前野腹側部において、シナプス前膜の構造変化にかかわる神経成長関連タンパクの一つである GAP-43の発現の増加が見られた。この結果から、運動前野腹側部における機能的代償の基盤として、神経突起またはシナプスの構造変化があると考えられる。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 リハビリテーション、霊長類、病態モデル、機能回復、神経可塑性

〔研究題目〕 固体電解質を利用する新規な熱電変換の研究

〔研究代表者〕 藤井 孝博（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 藤井 孝博（常勤職員1名）

〔研究内容〕

棒状のβ”アルミナ固体電解質の一方の端を低温（200℃程度）の液体ナトリウムに浸し、もう一方をモリブデンなどの多孔質電極膜を取付けておいて高温（600℃程度）に加熱すると、電極とナトリウム間に起電力が発生し電流を取出すことができる。しかし固体電解質のイオン導電率が小さいため内部抵抗が高く、このままではわずかな電流しか得られない。そこでイオン導電性の大きい熔融塩を固体電解質と組み合わせることでセルの内部抵抗を低減し、より大きな電流が得られるよう改善を試みた。

熔融塩には低融点となる混合塩（水酸化ナトリウム＋ヨウ化ナトリウム）を選び、これを袋管状のβ”アルミナ管に充填してセルを作成した。ヒータで電極部を300℃以上に加熱したところ、β”アルミナのみの場合と同様な安定した起電力が得られるようになり、連続的に電流を通じることができた。セルの内部抵抗は混合塩の融点（約240℃）以上の温度で大きく減少し、β”アルミナのみの時に比べ約1/3に低下するなど熔融塩の有効性は確認できた。一方で熔融塩の蒸発による損失や腐食性などの問題点も明らかになった。この問題は熔融塩の種類を選択、セル構造の改善等によって解決可能であると考えられる。たとえばβ”アルミナ管内に温度域によって区切りを設け、それぞれに適した組成の熔融塩を導入するなどの方法である。

固体電解質を利用した熱電変換セルをβ”アルミナとナトリウム以外の組み合わせで作成することは理論的には可能である。しかし現実には他の作動媒体では高導電率の固体電解質が存在しないことが多い。このような場合でも熔融塩を用いることでこの問題を解決できる可能性があると考えられる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 熱電変換、固体電解質、ナトリウム、熔融塩

〔研究題目〕 透明メダカを用いた心筋再生の定量的評価系の開発

〔研究代表者〕 大石 勲

（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕 大石 勲、川崎 隆史（常勤職員2名）

〔研究内容〕

目標：

本研究では成魚において外部から心臓が視認可能な透明メダカ（*Orizas latipes*, See-through）ならびに心臓再生が実証されているゼブラフィッシュ（*Danio rerio*）を用い、レーザーアブレーション法を中心とした再現性の高い心筋損傷法の開発と、心筋特異的プロモーターの制御下に蛍光分子を発現するトランスジェニック個体の作成による心筋再生の定量的評価系の開発を目標としている。

年度進捗状況：

本年度は心筋損傷法の確立とトランスジェニック個体の樹立を試みた。受精後5日目のゼブラフィッシュ稚魚を麻醉下に低融点アガロースに包埋し、フェムト秒レーザーによる心筋損傷と損傷領域の検討、ならびに損傷応答遺伝子の発現の有無について検討を行った。リアルタイムでの心臓像を確認しながらフェムト秒レーザーの照射条件の検討を行い、平均出力60 mW で再現良く心筋に損傷を与えることに成功した。さらに、組織学的解析によりこの条件下で15 μm 四方の領域に明瞭な損傷を与え、損傷心筋細胞は約5～10個（この発生段階の心臓全体の5～10%程度）であると推定された。一方 *MsxB* など損傷応答遺伝子は明瞭な発現を認めず、初期形態形成過程における心臓損傷応答が成体のそれと異なるメカニズムによることが示唆された。また、ゼブラフィッシュ心筋特異的プロモーターとして知られる *mlc2a* の上流領域1.6 kb ならびにこれに対応するメダカ *mlc2a* の翻訳開始点より上流約1.2 kb を用いて心筋特異的に蛍光を発するトランスジェニックメダカの樹立を試みている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 再生、発生、小型魚類、ゼブラフィッシュ、メダカ、心臓、レーザー

〔研究題目〕 鞭毛ダイニン複合体と微小管からなる運動ナノモジュールの構築と解析

〔研究代表者〕 廣瀬 恵子

（セルエンジニアリング研究部門）

〔研究担当者〕 廣瀬 恵子、上野 裕則、原野 純

（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

軸糸外腕ダイニンは重鎖・軽鎖・中間鎖など10個以上のサブユニットからなる巨大分子であり、ドッキングコンプレックス（DC）を介して微小管に規則的に配列し、ストーク先端で微小管とヌクレオチドに依存した相互作用を行って力を発生する。本研究では、ダイニンとそれに付随するサブユニット、および微小管のみから成り、ダイニンが生体内と同様DCを介して微小管上に配列し、ストークとステムの双方で相互作用するような「運動ナノモジュール」を開発し、その構造を解析することを目的とする。これまで我々の研究室で用いてきたウニ精子外腕ダイニンは、DCを含んだ状態での精製が難しかった

め、筑波大学の協力により、ホヤの精子から抽出した外腕ダイニンをを用いた研究を行った。精製したホヤ外腕ダイニンを微小管に結合させて電子顕微鏡で観察したところ、部分的に規則的結合が見られたが、その頻度は少なかった。一方で、ダイニン分子のサブユニットの分子内配置を明らかにするために、ダイニン軽鎖に対する抗体を結合させた分子を電子顕微鏡で観察し、軽鎖 LC1に対する抗体がダイニン頭部に結合している画像を得た。ホヤの他、テトラヒメナのダイニンをを用いた複合体の作成も試みている。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 分子モーター、鞭毛運動、生体運動、電子顕微鏡、構造解析

【研究題目】 脂肪由来細胞を用いた骨・軟骨3次元組織の構築に関する研究

【研究代表者】 植村 寿公

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 植村 寿公 (常勤職員1名)

【研究内容】

われわれが有している擬微小重力環境で培養できる RWV バイオリクターのノウハウを用いて脂肪組織由来間葉系幹細胞から軟骨組織構築技術を確立することを目標とする。「脂肪由来間葉系幹細胞の Cbfa1 過剰発現による骨芽細胞への分化、骨形成促進効果に関する研究」を更に進める。昨年度は Cbfa1 遺伝子の組み換えアデノウイルスを、MOI=100~500 程度でラット脂肪由来細胞に感染させ、Northern blot により Cbfa1 の発現、そしてその過剰発現によるオステオカルシン発現の変化、骨芽細胞への分化能、骨形成能などを確認した。本年度は、培養骨移植法に従って移植実験を行うために、細胞足場材料の検討を行い、セラミックス系材料よりポリマー系多孔性材料が適していることを見出し、ポリ乳酸系スキャホールド OPLA (PL(LA-DLA)) を選択した。OPLA ブロックに Cbfa1 遺伝子の組み換えアデノウイルスを感染させた脂肪細胞を導入し、インビトロで骨誘導培地のもと培養し、ラット背部皮下に移植した。コントロールとして、非感染群を同じラット皮下に移植した。コントロール群は、インビトロでの骨誘導培養により一旦骨芽細胞様の細胞に分化するが、移植後8週間で、脂肪細胞が頻りに観察され、骨形成はわずかししか観察できなかった。一方、Cbfa1 感染群は、コントロール群のような脂肪細胞の発現はなく、HE 染色像で顕著な新生骨再生が確認できた。また TRAP 染色により破骨細胞の発現が確認され、骨のリモデリングが起きていることが示唆された。以上の結果から、脂肪細胞由来の幹細胞は一旦骨芽細胞様細胞に分化誘導してもインビボで脂肪細胞への transdifferentiation が起こりやすく、Cbfa1 遺伝子導入によりインビボでの骨形成が可能となることがわかった。また、血管誘導性の vegf 遺伝子導入を併

用すると骨再生能が向上することが分かった。

【分野名】 ライフサイエンス、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 再生医療

【研究題目】 新規核内 RNA ノックダウン法の確立

【研究代表者】 廣瀬 哲郎 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】 廣瀬 哲郎 (常勤職員1名)

【研究内容】

ヒトで見出された多数の機能不明なノンコーディング RNA (ncRNA) は、多くが細胞核の中に局在している。核内 RNA の機能を解析するためには、この RNA 機能を阻害する必要があるが、既存の方法では簡便かつ効率良く行う事は困難であった。そこで、ヒト培養細胞に合成キメラオリゴヌクレオチドを効率良く導入することによって、核内 RNA を特異的にノックダウンする実験系を確立する目的で研究を実施した。今年度は特にこれまで有効であることが証明されている核内ノックダウン法の詳細な条件検討を行った。ノックダウン用のオリゴヌクレオチドの標的特異性を実験的に証明するために、標的とのミスマッチを1塩基ずつ増やしたものを用いてノックダウン効率を測定したところ、非常に特異性が高く標的 RNA を認識し分解できることが示された。ノックダウンの標的核内 ncRNA に対して引き続き試行し、新たに10種類以上の新しい ncRNA 種のノックダウンに成功した。この他にノックダウン効果による細胞表現型の変化を U7 snRNA や核内長鎖 ncRNA の Malat1 について解析した。その結果 U7 snRNA のノックダウンでは、昨年度報告した異常なヒストン mRNA の蓄積と細胞周期の遅延が観察された。Malat1 のノックダウンでは、近傍の ncRNA の蓄積量が減少することが示された。これらの解析から、この核内ノックダウン系は、その効率、特異性、更に引き起こされる効果の確実性などにおいて解析系として有用である事が明らかになったので、これを論文発表した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 核酸、RNA、解析技術、培養細胞、細胞周期

【研究題目】 X線励起による金属酸化物表面の高度親水化現象の機構解明と応用

【研究代表者】 大古 善久 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 大古 善久、田村 和久 (日本原子力研究機構) (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

酸化チタン光触媒の励起光として、紫外光の枠を超え、Ti の K 殻電子を励起できる X 線 (約5 keV) を用いると、水の接触角が2分程度で5度以下になり、両親媒性表面となる。この内殻励起による親水化反応は、これまで

の紫外光下での反応と異なる部分があり、この現象の機構を解明すれば、高精度表面改質技術や放射光触媒となることが期待される。

平成20年度は、基板表面を清浄化した試料と負荷となる油を塗布した試料とで比較実験を行った結果、清浄化した試料の場合には、光触媒性能の有無に関わらず、いずれも1分以内に高い親水性表面となった。これは X 線の高いエネルギーによって表面構造が変化する機構が共通であるためと考えられる。一方、表面に微量の油を塗布した試料を用いた場合には、酸化チタンやチタン酸ストロンチウムのみ親水化したことから、X 線励起においても通常の光触媒材料では酸化分解反応が起こりうることがわかった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化チタン光触媒、X 線励起、親水化反応、酸化分解反応

【研究題目】広帯域観測データの精密解析に基づくゆっくり地震の物理過程解明

【研究代表者】今西 和俊（地質情報研究部門）

【研究担当者】今西 和俊（常勤職員1名）

【研究内容】

近年発見されたゆっくり地震は普通の地震同様のせん断変形であることが明らかになりつつあるが、地震波の放射は少なく、そのメカニズムも多くはわかっていない。災害を起こすような地震の発生過程を理解するには普通の地震だけでなく、ゆっくり地震の性質をも知る必要がある。そこで本研究では、(1) 地震から地殻変動までの周期の異なるデータの精密解析によって、0.1秒から数か月という広い帯域でゆっくり地震の時間空間的性質を明らかにする、(2) 運動学的モデルを構築しながら、背後にある物理メカニズムの解明へつなげる、(3) 普通の地震との比較を通じ包括的に地震現象を理解し、巨大地震の発生を予測する上でのゆっくり地震の意義を考察する、ことを目的としている。

今年度は、地震データと地殻変動データを統一的に分析するために広帯域地震計を用いた臨時観測を開始した。対象を東海地域でのゆっくり地震とし、産業技術総合研究所の豊田観測井に1か所、防災科学技術研究所の Hinet 観測点の敷地内に2か所設置した。年度内に発生したのは小規模な活動であったが、良好なデータが取得されていることを確認した。次年度以降、本格的なデータ解析を行っていく。

なお、本研究は、科学研究費補助金・基盤研究（B）（研究代表者・井出哲（東京大学））の研究分担者として行っている課題である。

【分野名】地質

【キーワード】広帯域地震計、臨時観測、ゆっくり地震、普通の地震、物理メカニズム

【研究題目】電子写真法による有機半導体ナノ粒子の配列制御と素子応用

【研究代表者】長谷川 達生（光技術研究部門）

【研究担当者】山田 寿一（常勤職員2名）

【研究内容】

ファン・デア・ワールズ的な弱い分子間相互作用からなる分子性半導体では、常温～100℃程度の低温プロセスにおいて、異種・同種材料間の界面に良好な電氣的接触を形成することが可能である。プラスチック基板上での成膜を可能にするこの特性こそが、有機エレクトロニクスを優位づける特徴の一つと考えられる。本研究では、この特徴にコピー機の原理である静電印刷プロセスを組み合わせることで、より低コストの有機エレクトロニクス素子製造プロセスが可能かどうかの検証を行う。特にここでは、静電印刷プロセスによって作製した TTF 系高移動度材料の薄膜デバイスの構築を行った。実験においては、まず粒径1 μm 程度の有機半導体粒子、及び有機導電体ナノ粒子を粉砕法により形成した。次に半導体ナノ粒子をカールソン式電子写真法により局所的に帯電させたポリエチレンナフタレート（PEN）フィルム上にチャンネル層として吸着させ、また導電体ナノ粒子をソース・ドレイン電極として厚さ2 μm の PEN フィルム上に形成し、圧力印加によりデバイス構造を形成した。伝達特性を測定したところ移動度が0.3 cm<sup>2</sup>/Vs と見積もられた。これにより、コピー機の原理を利用した新しいプロセス技術を用いて、有機エレクトロニクス素子の構築が可能であることを示すことに成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】有機トランジスタ、電子写真法、ナノ粒子

【研究題目】2008年中国四川省の巨大地震と地震災害に関する総合的調査研究

【研究代表者】桑原 保人（地質情報研究部門）

【研究担当者】桑原 保人、今西 和俊、雷 興林（常勤職員3名）

【研究内容】

本研究は、文科省による科学研究費補助金・特別研究促進費によるもので、2008年5月12日に中国四川省汶川県付近を震源とするマグニチュード（M）8.0（中国地震局）よってもたらされた地震災害を、我が国の学術的知見を活用し、内陸の巨大地震の発生機構の解明、巨大地震によって生じる地殻変動の解明、さらに巨大地震の地震動による山間部での斜面災害の発生機構の解明、建築物・土木構造物の被害の実態解明などの観点から総合的な調査することを目的とする。我々はこの中で、地震学的調査を担当し、これまでに開発してきた、断層滑り・地表荷重・流体圧拡散などの要素を考慮した地下応力変化計算プログラムを改良し、四川大地震の発生過程研究に適用した。これにより四川大地震の発生はその震

央付近の総容量11億 m<sup>3</sup>のダム湖の影響を受け発生時期が早まった可能性があることを指摘した。

〔分野名〕地質

〔キーワード〕2008年中国四川省汶川大地震、ダム誘発地震、流体浸透、クーロン応力

〔研究題目〕想定状況データと現実状況データの融合による状況依存な嗜好モデリング

〔研究代表者〕麻生 英樹（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕麻生 英樹（常勤職員1名）

〔研究内容〕

個人の嗜好に適応した使いやすいインタフェースを実現するためには、ユーザの嗜好のモデルを構築することが重要である。統計的な嗜好モデルの構築に用いるデータをアンケートで採取する際には、様々な状況を被験者に想定させて回答を得ることがしばしば行われている。そうした想定状況下での嗜好と現実状況下での嗜好とは異なっている可能性があるが、その差異はこれまで検討されてこなかった。本研究では、この差異の統計的な構造を明らかにするとともに、想定状況下で採取された大量のデータと現実状況下で採取された少量のデータを組み合わせて、より精度の良い嗜好モデルを得る方法を確立することを目的とした研究を行っている。初年度である平成20年度には、食事メニューの嗜好の状況依存性に関するインターネットアンケートを実施した。状況変数として「空腹度」を取り上げ、同一の回答者が仮想状況と現実状況の両方で回答するように工夫して調査を行った。有効回答者数212名から、仮想状況データ4,240レコード、現実状況データ2,120レコードを得た。このうちの2,120レコードについては、現実か仮想かのみが異なる完全対応データである。さらに、上記のデータを解析し、現実状況と仮想状況で嗜好に統計的な差があることを明らかにした。また、その差を補正する新規な方式として、差分値をユーザおよび食事メニューの属性によって予測する差分モデリング法を提案し有効性を評価した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕ユーザインタフェース、個人適応、機械学習、嗜好モデリング

〔研究題目〕ヘテロ接触界面のイオン移動現象とその設計

〔研究代表者〕内本 喜晴（京都大学）

〔研究担当者〕雨澤 浩史（東北大学）、嶺重 温（兵庫県立大学）、岸本 治夫（エネルギー技術研究部門）（常勤職員1名、他3名）

〔研究内容〕

目標：

高温におけるヘテロ接触界面のイオン移動現象を支配する因子を明らかにし、ナノイオニクス現象の利用による高機能電極の構築とその設計指針を確立するため、よ

り直接的な評価手法の開発・確立を目指す。

研究計画：

金（Au）/電解質ヘテロ接触界面近傍における酸素の移動挙動について、同位体拡散手法と二次イオン質量分析（SIMS）を組み合わせた三次元分布分析により評価し、電解質（イットリア安定化ジルコニア：YSZ、および、ガドリニアドーブセリア：GDC）の影響、温度の影響、カソード分極の影響を検討した。

年度進捗状況：

Au/YSZ 界面近傍では、気体酸素/Au/YSZ 三相界面に沿って酸素交換反応の活性が高かった。一方、Au/GDC 界面近傍では、気体酸素/Au/GDC 三相界面だけでなく、界面近傍の GDC 表面においても酸素交換反応が活性化していた。温度の上昇、カソード分極により、酸素交換反応活性部分での交換反応がより顕著となった。電解質材料による違いは、GDCではYSZに比べホール伝導度およびプロトン溶解度が高く、これらを介した酸素交換反応が GDC 表面でも促進されたことに起因していると推測している。本研究では Au という酸素の還元反応に対して非常に活性の低い電極材料を用いたことで、電解質材料による反応活性サイトの違いをより顕著に観察することができた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕ナノイオニクス、固気界面反応、SOFC、表面反応、界面反応

〔研究題目〕第3の注意駆動原理の提案：言語的加重による知覚システムの直接制御

〔研究代表者〕熊田 孝恒（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕熊田 孝恒、河原 純一郎（常勤職員2名）

〔研究内容〕

本年度は、言語的な情報によって標的屬性を被験者に与えた際に見られる、視覚的注意の配分の促進効果を、ターゲット検出の有効性、および、妨害項目の無視の効率の観点から、視覚的な探索課題を用いて検討した。また、非言語的な情報の関与を調べるために、手がかりが与えられた際のターゲット属性の切り替えコスト、および、直前の試行からのキャリーオーバー効果との関係を同時に調べた。その結果、言語情報を与えた試行の直後のみならず、その次の試行まで課題切り替えコストの減少が見られた。この結果は、言語情報がターゲットの検出に関わる注意の配分に有効であることが明らかになった。また、第2試行まで促進の効果が見られたということは、言語的な手がかりでは、完全な注意の配分が不可能であることを示唆している。さらに、手がかりと直前の試行とのキャリーオーバー効果の関係を調べたところ、両者の間に交互作用が見られた。このことから、言語的な注意制御メカニズムと非言語的な言語制御メカニズムが共通であることを示していると考えられた。さらに、



妨害項目の無視効率は、手がかりが与えられた後、試行が経過するとより低下した。このことから、言語的な注意メカニズムは、注意の配分の持続的な側面に関与していることを示唆した。次いで、この点を確認するために、構音抑制を課した実験を実施した。その結果、構音抑制を与えると、妨害刺激からの干渉効果が増加した。この結果からも、言語的な注意制御機構が、注意の持続に関与していることが明らかになった。これらの結果から、言語的注意制御機構が、非言語的な制御機構とは、一部、独立である可能性が示された。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 注意機能、言語機能

【研究題目】 感性バイオセンサの開発

【研究代表者】 野田 和俊（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 野田 和俊（常勤職員1名）

【研究内容】

食の多様化、高品質化、大量生産に伴い、その味、香り、品質、安全性の客観的評価手法の早急な確立が強く望まれている。また同様に生活環境において、有害物質等の簡単かつ迅速な検出法の開発など、環境的安全性への改善意識が、急激に高まりつつある。そこで、化学物質に由来する味と匂いに関して分子と人工受容膜とのナノレベル相互作用の構築とそのメカニズムの解明を行う目的で、デバイス化に向けた味覚センサ、匂いセンサの受容膜（検出部）の作製を行い、さらにこの結果に基づき、小型で取り扱いが簡単な、味、匂い測定システムの開発を目指すものである。この中で、水晶振動子を利用した感性バイオ（匂いセンサ）の開発を行っており、悪臭、異臭物質を中心に検討を行った。その中で、悪臭物質として代表的なアンモニアガス（匂い）について、選択的かつ特異的な検知を可能とする薄膜を開発した。検知特性は、アンモニアと塩素ガスのみ吸着特性があり、数 ppm 程度のアンモニアガスを良好に検知可能である。塩素は通常的环境下ではほとんど無いため、この薄膜の有効活用が考えられる。この他に、各種単分子膜を利用して、リモネンやペパーミント等匂いガスに対する検知特性を検討し、選択的に検知可能な薄膜を開発した。基本動作特性の結果、湿度に対しての影響が非常に小さいため、実用的に有効利用できる可能性を明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 匂い、センサ、水晶振動子、QCM、ガス

【研究題目】 脊椎動物吸血性昆虫類における新規共生細菌の多様性、進化的起源、生物機能の解明

【研究代表者】 深津 武馬（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 深津 武馬（常勤職員1名）

【研究内容】

動物寄生性シラミ類（シラミ目、トコジラミ類（半翅目）、シラミバエ類、クモバエ類（双翅目）などの終生吸血性昆虫の内部共生細菌の網羅的同定に取り組み、比較解析をおこなうとともに、それらの飼育維持系の確立、実験生物学的手法の開発、生理機能の解明、さらにはゲノム解析への予備実験などを展開する。

今年度は日本産コウモリに寄生するクモバエ類および人や家禽に寄生するトコジラミの共生細菌について、16S rRNA その他の遺伝子の PCR 増幅、クローニング、塩基配列決定により、系統学的位置を同定した。さらに蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション法や透過電子顕微鏡法を駆使して、共生細菌の生体内局在や存在状況を解明した。クモバエ類の共生細菌はγプロテオバクテリアに属する *Arsenophonus* に近縁の新規系統群、トコジラミの共生細菌は *Wolbachia* であることが判明した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 吸血性昆虫、共生細菌、進化起源、新規生物機能

【研究題目】 巨大降幅原子振動がもたらす新しい電子相の動的分光法による研究

【研究代表者】 李 哲虎（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 木方 邦宏（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

近年、ラットリングと呼ばれる大きなかご型格子の中に充填されたゲスト原子の振動モードが、局所電荷揺らぎを誘起し、様々な異常物性の原因となっているのではないかと考えられ、注目を集めている。しかし、電子系とのカップリングに関する知見は、今のところほとんど得られていない。本研究では中性子散乱を用いてかご状物質のラットリング振動を調べ、電子-格子相互作用の存在を明らかにすることを目的とする。

本研究では、中性子非弾性散乱により、かご状物質である type-I クラスレート  $\text{Ba}_8\text{Ga}_{16}\text{Sn}_{30}$  のフォノンを調べた。その結果、かごに充填された Ba 原子が大きく振動するゲストモードを 2.5 meV にて観測した。このゲストモードは音響フォノンと anti-crossing しており、ゲストモードが音響フォノンと強くカップルすることを示している。また、特定の波数でゲストモードがソフト化することを発見した。これは、電子-格子相互作用の存在を示唆するものである。

以上のように、我々は、中性子非弾性散乱により、 $\text{Ba}_8\text{Ga}_{16}\text{Sn}_{30}$  において強い電子-格子相互作用の存在を示唆するフォノン分散の異常を観測した。この電子-格子相互作用は、かご状物質が示す異常物性の原因の一つであると考えられている。本研究では、その痕跡を捉えた可能性があり、重要な意義を持つ。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 熱電、強相関

**〔研究題目〕** 表面形状と光学的厚さ分布の同時測定を特徴とした波長走査干渉計

**〔研究代表者〕** 日比野 謙一（光技術研究部門）

**〔研究担当者〕** 日比野 謙一（常勤職員1名）

**〔研究内容〕**

精密光学部品の形状や厚さを光で非接触に評価しようとする研究は、従来から多くの手法が報告されている。波長走査法は、周波数解析による厚さ・表面形状の同時測定を可能とするが、シングルモードによる波長走査幅の制約や走査非線形性から測定精度が数ミクロンに止まり、光学部品に必要なナノメートル分解能の測定には未だ到達していない。

本研究では、誤差補償位相シフト技術を補完的に波長走査法に統合することで、測定精度を数10ナノメートルまで向上させることを目指す。

平成20年度は、波長走査の非線形性を測定するために、フィゾー干渉計に半導体レーザー光源を導入し、位相シフト技術を用いた位相測定を行った。また、走査非線形性の分析を行い、補償対策の策定、画像取得、解析プログラムの作成を行った。

**〔分野名〕** 情報通信・エレクトロニクス

**〔キーワード〕** 波長走査レーザー、半導体レーザー、位相測定、形状測定、位相シフト法、光学的厚さ測定

**〔研究題目〕** 断層帯周辺における自然地震観測（稠密アレー観測）

**〔研究代表者〕** 桑原 保人（地質情報研究部門）

**〔研究担当者〕** 桑原 保人、今西 和俊、長 郁夫（常勤職員3名、他1名）

**〔研究内容〕**

本研究は、文科省による5カ年計画「糸魚川-静岡構造線断層帯の重点的な調査観測」の一部をなすものである。平成18年8月から開始した諏訪湖および松本市周辺における臨時観測（7カ所）は平成20年度も継続して行い、良質なデータの蓄積を行った。また、平成20年度では、松本以北から白馬村周辺の糸静線北部域8ヶ所において新たに臨時観測を開始した。現在は、まだデータの蓄積の段階にあるが、北部で4個の地震のメカニズム解を決定したところ純粋な横ずれタイプの微小地震が起こっていることが明らかになった。

**〔分野名〕** 地質

**〔キーワード〕** 糸魚川-静岡構造線断層帯、微小地震、発震機構、活断層、地殻応力場

**〔研究題目〕** 老化と腫瘍形成におけるリン酸化反応に対するモータリンの役割

**〔研究代表者〕** ワダワ レヌー

（セルエンジニアリング研究部門）

**〔研究担当者〕** ワダワ レヌー、

CHEUNG, Caroline TY

（常勤職員1名、他1名）

**〔研究内容〕**

我々がクローニングしたストレス反応性シャペロンであるモータリンは、癌抑制因子である p53機能を癌細胞中で抑制することが明らかになっている。また、癌細胞におけるモータリンは正常細胞と異なる細胞内局在パターンを示すため、癌診断に有用であると考えられる。癌細胞と正常細胞におけるモータリンの局在パターンの差異の原因機構を解明し、癌診断及び治療に応用することを目指す。

我々はモータリンの制御、特に、p53癌抑制経路の因子との相互作用について研究を行い、モータリンと p53がミトコンドリアに共局在し、モータリンが p53の活性を阻害することにより細胞増殖と腫瘍形成能に関与することを発見してきた。さらに、過剰発現系では抗アポトーシスタンパク質である Bcl-2と Bcl-x1がモータリン及び p53の両方と相互作用し、p53を遊離させる結果、細胞の老化を引き起こすことを明らかにした。

また、p53のもう一つの経路を構成している、CARFの制御についても研究を行っている。以前、細胞内のCARFの量は細胞の生存に大きな影響を与えることを報告した。CARFの過剰発現によって細胞の老化が誘導される一方で、CARFのノックダウンはアポトーシスを引き起こす。そこで、CARFによる制御を詳細に明らかにするために、細胞内でCARFを様々なレベルで発現できるシステムを構築し、CARFの老化あるいはアポトーシスを誘導する性質はp53、p21とは無関係であることを見出した。さらに、CARFを最大レベルで過剰発現させた場合には増殖抑制を引き起こし、より低いレベルの過剰発現においては細胞増殖率の増加が観察された。

**〔分野名〕** ライフサイエンス

**〔キーワード〕** モータリン、老化、がん、分子メカニズム、CARF

**〔研究題目〕** 廃棄物系バイオマスと熱硬化樹脂の共処理による有用資源の回収

**〔研究代表者〕** 加茂 徹（環境管理技術研究部門）

**〔研究担当者〕** 加茂 徹、安田 肇、中込 秀樹、赤石 直也、劉 宇峰、足立 真理子（常勤職員2名、他4名）

**〔研究内容〕**

プリント基板には、金・銅等の金属の他にパラジウム等のレアメタルが多く含まれている。これらの金属類は電子製品を製造する上で不可欠な元素で需要が急速に増加しているが、可採埋蔵量は少なく廃電子機器から回収される再生資源は、将来、重要な供給源になると考えられている。廃木材等の廃棄物系バイオマスは主に発電燃料として利用されているが、本技術を用いればバイオマ

ス固有の化学構造を生かしてプリント基板や FRP 廃材の可溶化溶媒として利用することができ、しかも可溶化物を化学原料あるいはエネルギー資源へ転換すれば貴重なバイオマス資源をより効率的に利用することが可能になる。

熱硬化性樹脂を可溶化するには、これまで超臨界などの特殊な反応場を用いなければならなかった。提案者らは最近、エポキシ樹脂を木材の乾留タール中で可溶化できることを見出した。本研究ではこの新しい知見に基づき、プリント基板や FRP を常圧で可溶化し、金や銅等の有用金属や炭素繊維等を回収する技術を開発する。初年度では、杉を500℃で乾留して得られたタール中でエポキシ樹脂が約50%程度可溶化されることを確認した。次年度では、溶媒中で杉を処理すると約70%がタールに転換でき、しかもこのタールを用いると常圧250～300℃でエポキシ、FRP、ウレタン、ポリカーボネート等がほぼ完全に可溶化できることを見出し、特許を出願した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リサイクル、可溶化、廃電子機器、熱硬化性樹脂、バイオマス

【研究題目】表面剥離粉砕特性評価装置の開発

【研究代表者】大木 達也（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】大木 達也、小林 幹男、石田 尚之、梅宮 陽子、青木 香那子、羽澄 妙子、加藤 朋子、菊地 美貴子、高橋 綾子（常勤職員3名、他6名）

【研究内容】

小型電気・電子機器等に含有する希少金属は、めっき状、微粒子状で表面付着しているものが多くあり、これを表面粉砕により剥離回収すれば、製品全体を微粒子化せずに回収することが可能となる。しかしながら、どのような製品・部品に対してどのように粉砕すれば表面剥離粉砕が実現できるか等に関する知見はほとんどなく、リサイクルプラントに表面剥離粉砕技術が導入されることは困難な状況にある。本研究では、希少金属のリサイクルを新規に開始する際、粉砕機の導入や中間処理プロセスの設計を支援するため、各種製品に利用される希少金属類がどのような表面剥離粉砕特性を有するかを定量的に把握するための評価装置を平成19年度より3年間で開発する。

2年目である本年度は、易剥離粉砕物と難剥離粉砕物のモデル試料に対して、装置の統一化と試験時間の短縮化、並びに剥離性の簡便かつ高精度な測定法を確立した。また、ハードウェア装置として産総研試作機の最終型を完成させた。さらに、幾つかの廃棄物を想定した試料についてデータベースの取得に着手した。最終年度は、引き続き、同システムが適用可能な対象物を増やすとともに、剥離粉砕難易度及び剥離粉砕優先度の計算・評価方法を確立して、総合的なシステムを完成させる予定であ

る。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リサイクル、希少金属、粉砕、粒子分離、めっき、触媒

【研究題目】循環型社会ビジョン実現に向けた技術システムの評価モデル構築と資源効率・環境効率の予測評価(金属系循環資源を分担)

【研究代表者】大木 達也（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】大木 達也（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、家畜糞尿、下水汚泥、バイオマスや廃プラ等の含炭素資源、各種産業系スラグ、石炭灰、建設発生土等の土石系循環資源並びに金属系循環資源を対象に、循環技術システムの設計、システム評価モデルの構築、システム実現の効果を予測評価し、近未来の循環型社会ビジョンを構築するものであり、このうち当方では金属系循環資源を分担している。

初年度である本年度は、金属系循環資源のライフサイクルにおける検討範囲を設定し、近未来の金属系循環資源の消費と利用に関する要因構造を明らかにしたのち、その高度循環利用を実現するために重要となる特性要因図をまとめた。また、金属系資源は、本研究で扱う他の循環資源と異なり、金属元素毎に市場価値や市場規模、使用の形態や扱う業界が異なり、一纏めに評価することが難しい。そこで、レアメタル、貴金属、枯渇性金属のうち、それぞれ特徴的な2元素を取り上げ、現状のデータで最も正確であると考えられるマテリアルフローを完成させた。また、近未来の技術システムビジョンを構築する上での新たな技術開発の課題として、①工程内リサイクル、②長寿命化・易リサイクル設計、③回収システムの合理化、④高度選別・抽出、⑤国際資源循環システム、⑥資源備蓄、⑦非鉄スラグ等の有効利用の7つの技術開発の推進が重要であることを明らかにした。

【研究題目】国外リサイクルを含むシナリオ間のライフサイクル比較手法と廃プラスチックへの適用

【研究代表者】匂坂 正幸（安全科学研究部門）

【研究担当者】匂坂 正幸、田原 聖隆、小林 謙介（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

近年、日本で消費された物品がリサイクルを目的としてアジアの近隣諸国に輸出される事例が増加している。こうした動きは、環境・経済・政策など様々な面で課題をもたらしている。これを踏まえ、国内完結型と、国外での工程を含むリサイクルについて、ライフサイクル分析による環境負荷等の比較のための評価手法の枠組みの構築を行うことを目的として研究を行った。その制度設

計のために、廃プラスチックの中国への輸出を例とした評価を行っている。研究は、国立環境研究所、東京大学、産総研の3機関で実施しており、産総研では LCA を実施する上で必要となるバックグラウンドデータベースの構築を行った。

まず、中国の電力のデータを詳細に分析し、インベントリデータの利活用における留意点を整理した。統計から作成されるデータの精度は、他の参考となるデータと比較して概ね1割程度の差異で、高い精度の検討でなければ、バックグラウンドデータとして十分な精度を持っていることを示した。また、インベントリデータの年次差についてみると、CO<sub>2</sub>排出原単位は大きく変化がなかったが、法的規制などによって SO<sub>2</sub>の値に減少傾向が見られることがわかった。また、地域差が非常に大きいことが明らかになった。評価の際は、こうした状況を踏まえたデータの利用が必要である。

次に、本プロジェクトで必要となるインベントリデータを主として実測、統計資料、関連文献から収集して作成した。作成したデータは、電力（石炭採掘、発電）、輸送、廃棄物処理、化学工業製品など、総数は30データ以上となった。これら作成データをインベントリデータベースとしてまとめた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃棄物、中国、LCA

【研究題目】ジェノミックス技術を用いたウイルス性肝炎に対する新規診断・治療法の開発

【研究代表者】堀本 勝久

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】堀本 勝久 (常勤職員1名)

【研究内容】

ウイルス性肝炎の進展に沿って変化する細胞内分子ネットワークの変化を追跡する統計的手法を開発した。具体的には、2つの細胞内ネットワーク構造変化解析手法を開発する。手法の一つは、計測データから時間的に異なるネットワーク構造を推定する方法であり、もう一つは、文献データに基づいて構築された既知ネットワーク構造とその構成分子に関する計測データとの整合性を評価する方法である。

新規開発した構造推定法により肝臓ガン進展過程において肝硬変から肝臓ガンに疾患が進展する遺伝子群間の因果関係を推定した。さらに、マーカー遺伝子等の新規診断・治療法の開発のため、経路整合性アルゴリズムの適用により遺伝子群間から遺伝子間の関連性の推定へ発展させ、C型肝炎において肝硬変から肝がん進展する際の40組の遺伝子間関連性を推定した。また、構造評価法方法によって、複数のネットワーク構造を収納したネットワークデータベースに対し、ある特定の条件下で計測したデータとの整合性を網羅的に評価し、活性化ネットワークの検索が可能になることを示した。構造評価で

は解析対象となる既知ネットワーク構造の量が鍵になるため、継続的に制御ネットワーク構造の収集をおこなった。このように、従来のスタティックなネットワーク解析と比較して、より生命現象に忠実な解析技術を開発したことで、疾患関連遺伝子や分化誘導原因遺伝子の探索において精度の高い解析が期待される。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】疾患ネットワーク、遺伝子発現制御、細胞状態変化

—その他助成金—

【研究題目】包括的製品政策に基づく EU 指令の導入による環境影響削減効果の評価

【研究代表者】岸本 充生 (安全科学研究部門)

【研究担当者】Lee Sang-Yong、岸本 充生  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

研究目標は、公共政策意思決定へのライフサイクル思考の適用のための事例検討を行うことである。この目的を達成するべく、1) ライフサイクルアセスメントを活用した製品システムにおける主要な環境影響改善策の特定方法の提案、2) LCA 結果の信頼性とその管理手法の提案、3) 新たな規制の導入による環境影響の中長期的な推移の予測、の3サブテーマの研究を実施した。製品のエコデザインツールとしての費用対便益分析の枠組を構築し、洗濯機と LCD パネルを対象に、ライフサイクル費用便益分析 (LCCBA) を実施した。通常の LCA および LCC を行うだけでなく、企業と共同で、費用や投資額の推算、および、リサイクル売却益や省エネによる電力費削減といった経済的効果の算出を行ったことで、結果から具体的なエコデザインの方針を抽出するとともに、環境と経済のバランスがとれた最終製品を設計することができた。また、製品の LCA において信頼性に最も影響を及ぼす要因を特定し、LCA 結果の信頼性を管理するための手法を提案した。これらを通して、全ライフステージにおいて環境影響改善のためのキーとなる項目を特定するための方法として、簡易的な検討から詳細な検討までの段階的なアプローチを提案した。2年間のプロジェクトは終了した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ライフサイクルアセスメント、費用便益分析、製品、エコデザイン

【研究題目】BCC 型水素貯蔵合金のナノ構造および反応機構に関する基礎的研究

【研究代表者】秋葉 悦男 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】Shao Huaiyu (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標:

高効率でクリーンな燃料電池を実用化するために、軽

量なマグネシウムをベースとした高吸蔵量水素吸蔵合金を合成し、その水素吸蔵放出反応機構を解明する。

研究計画：

高吸蔵量が期待される BCC（体心立方）構造をもつマグネシウム基合金をボールミリング法にて合成した。合金の合成過程を明らかにすると共に、BCC 格子の大きさが水素吸蔵量および水素吸蔵放出温度などの諸特性におよぼす影響の解明を目指した。

年度進捗状況：

マグネシウムとニッケルをボールミリングすることで、FCC（面心立方）構造をもつニッケルにマグネシウムが固溶した後、BCC 構造をもつマグネシウム-ニッケル系合金が生成した。また、マグネシウムとコバルトをボールミリングした場合には、HCP（六方最密充填）構造をもつコバルトが FCC 構造に変化し、マグネシウムと混合した後に BCC 構造をもつマグネシウム-コバルト系合金を生成することが分かった。

BCC 構造をもつマグネシウム-ニッケル系合金は 100℃で 1.94質量%の水素を吸蔵した。また、マグネシウム-コバルト系合金は、これまで水素の吸蔵が起こりにくかった氷点下の温度で水素を吸蔵し、水素吸蔵量は -15℃にて 2.67質量%であった。

X 線回折実験により得られた BCC 合金の回折プロフィールを解析することで合金の格子定数を算出し、BCC 格子の大きさと水素吸蔵量の関係をまとめた。0.300~0.308 nm の格子定数をもつ BCC 合金は 1.5質量%以上の水素を吸蔵するが、格子定数が 0.313 nm を超えると合金はほとんど水素を吸蔵しないことが分かった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】水素エネルギー、ナノ構造制御、水素貯蔵材料

【研究題目】機能性炭素・炭素ナノシート多孔質材料の創製と応用

【研究代表者】王 正明（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】胡 忠良、王 正明  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

単一原子層で構成されるグラフェン層及びその積層で構成される炭素ナノシートは、有機物に対する吸着親和性が大変優れており、カーボンナノチューブのように特異な電気的・機械的特性をも有しているため、近年大変注目され始めている。本研究は、種々の特殊な幾何構造を持つ機能性有機系大分子・ポリマーをグラファイト酸化物の層間に挿入し、共有結合で炭素ナノシートの層間をリンケージすることを試みると同時に、パラジウム等の金属種、錯体種との組み合わせ方法を探究し、吸着やガス貯蔵等の分野における応用を目指す。

平成20年度において、まず Hummer-Offeman の方法

を用いて、-COOH、-OH、エポキシなどの多量な表面酸素基を含有し、希薄アルカリ中に大変良く分散できるグラファイト酸化物（GO）を得た。次いでパラジウム酸のエタノール還元及びポリマー保護剤の同時適用によりパラジウムコロイド粒子を合成し、GO との相互作用を調べた。この条件でパラジウムコロイド粒子が GO の層間に挿入できなかった。しかし、パラジウムを含む錯体が正の電荷を帯び、しかもアミンなどの塩基性スペシスを配位子を持つビスエチレンジアミンのようなパラジウム前駆体を用いると効率よくパラジウムを層間に挿入できることが分かった。これは静電引力だけでなく、アミンと含酸素グループ間の酸塩基反応或いは水素結合もパラジウムスペシスのインターカレーションに寄与したことに起因する。得られた複合体が、4 nm 程度のパラジウムナノ粒子を大量に（約16 wt%）含有し、スピルオーバー現象によると思われる明確な水素吸着促進効果が発現できた。また、高温処理に伴い炭素ナノシート上のパラジウム粒子サイズが次第に増大し、粒子サイズに対応する水素吸蔵性能が示された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】グラフェン、炭素ナノシート、パラジウムナノ粒子、水素貯蔵

【研究題目】ナノポーラス複合機能材料を用いた電気化学エネルギーデバイスに関する研究

【研究代表者】周 豪慎（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】王 開学（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

ポリマーをソフトテンプレートとして、陽極酸化アルミをハードテンプレートとして用いて、三次元的に規則正しい構造を有するカーボン、TiO<sub>2</sub>などを合成し、溶媒抽出方法でテンプレートを除去し、ナノポーラスカーボンとナノポーラス TiO<sub>2</sub>を合成した。不活性ガス雰囲気中で熱処理して炭化させてから、X 線回折、ガス吸着等温曲線、走査電子顕微鏡、透過電子顕微鏡を利用して基礎物性を評価したうえで、リチウムイオン電池の負極材料、或いはスーパーキャパシタ用電極材料として電気化学容量と充・放電レートとの関係を調べている。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ナノポーラス、陽極酸化、カーボン、蓄電デバイス、スーパーキャパシタ

【研究題目】ナノ構造有する電極材料の合成とリチウムイオン電池への応用

【研究代表者】周 豪慎（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】王 永剛（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

直径20~40 nm のオリビン構造 LiFePO<sub>4</sub>（コア）／セミグラファイト（シェル）、スピネル構造 Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub>（コア）／セミグラファイト（シェル）と Mn<sub>3</sub>O<sub>4</sub>（コ

ア) /セミグラファイト (シェル) など活物質微粒子の合成に成功した。LiFePO<sub>4</sub> (コア) /セミグラファイト (シェル) について、高速充・放電性能と安定なサイクル特性が得られている。

新しい概念 (=有機電解液/固体電解質/水溶液という複合電解液) で、新型のリチウム・空気電池を開発した。この新型のリチウム・空気電池は、連続20日、50000 mAh/g (空気極の炭層+触媒+バインダーの単位質量あたり) の放電容量が実験により確認された。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ナノ複合粒子、カーボン、コーティング、オリビン、LiFePO<sub>4</sub>、リチウム・空気電池、リチウムイオン電池、蓄電デバイス、リチウムイオン電池

【研究題目】 高性能燃料電池への応用を目指した機能性ナノ電極触媒の研究

【研究代表者】 本間 格 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 本間 格、グエナエル・ケランゲーベン (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

二次元炭素材料であるグラフェンはカーボンナノチューブに勝る可能性に満ちた革新的ナノカーボン材料である。本研究ではグラフェンの革新的エネルギー物性開拓のためエンザイムをグラフェンに担持してその電極活性を評価し、カーボンナノチューブと比較しつつ、その高い電極活性を評価した。グルコースオキシダーゼなどの酸化酵素をグラフェン、カーボンナノチューブ、活性炭にそれぞれ担持しメタノール活性を評価した。グラフェンに担持したエンザイムはカーボンナノチューブに比較して高い電気化学活性を示し燃料電池電極担体として有望な応用可能性が示された。柔軟な二次元構造を有し高い電子伝導率、高比表面積を有するナノカーボン材料が高分子型燃料電池やバイオ燃料電池の電極触媒担体として可能性が高いことが明らかとなった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオ燃料電池、非白金電極、酵素電極、グラフェン

【研究題目】 希土類金属リサイクルのための溶媒抽出分離モデルの開発

【研究代表者】 田中 幹也 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 田中 幹也、黄 瑛 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

希土類金属は、さまざまな先端技術産業に用いられており、日本はその供給のほとんどを中国に依存している。資源の安定供給のためには、希土類金属の国内リサイクルを推進することが非常に重要である。

本研究は、ネオジム磁石への添加剤として用いられ、

希土類金属の中でも希少価値の高いジスプロシウムのリサイクルを念頭におき、その分離精製プロセス設計のための基礎データを得ることを目的としている。

まず酸性有機リン抽出剤である PC88A による硝酸溶液からのジスプロシウム (III) の溶媒抽出における平衡分配比を、酸濃度、ジスプロシウム濃度、抽出剤濃度を変化させて測定した。次に、抽出データを、陽イオン交換型の抽出平衡式に基づいて、水相中のイオン種については活量、抽出剤については非理想性補正式 (Alstad の経験式) より算出する有効濃度を考慮したモデルにより解析した。その結果、抽出データを精度良く相関する見かけの抽出平衡定数と Alstad 式中の係数を求めることができた。

本抽出平衡モデルでは水相中のイオン種については活量を使用しているため、抽出の量論関係が変わらない限り酸溶液の種類にかかわらず見かけの抽出平衡定数値は同一であるはずである。この点で本抽出平衡モデルは、広い適用範囲を持つものと期待できる。

また、希土類金属の連続抽出挙動を検討するための準備として、連続抽出装置であるミキサーセトラ内の流動特性を検討し、分散相 (即ち有機相) ホールドアップ (体積分率) と分散相液滴の Sauter 平均径間の相関式を得ることができた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 溶媒抽出、ジスプロシウム、PC88A、活量、抽出モデル

【研究題目】 ゲルマニウムアンチモンテルル系材料の超格子構造を用いたデータストレージデバイス

【研究代表者】 富永 淳二

(近接場光応用工学研究センター)

【研究担当者】 富永 淳二、Simpson Robert (職員1名、他1名)

【研究内容】

ゲルマニウム-アンチモン-テルル系三元合金薄膜材料を人工的な超格子として、2004年に発見した新規でかつ画期的な相変化機能を実現させ、大幅な繰り返し記録回数と動作電力の低減を目指すものである。この研究の中で、材料の基礎的な光学的特性、レーザーパルスによるスイッチング速度、電気抵抗変化等の基礎的データを測定し、固体メモリへの応用を支援する。また、日本の研究者と外国人研究者との研究交流促進も大切な業務と位置づける。

平成20年度は、ゲルマニウム・アンチモン・テルル三元化合物をヘリコン波スパッタリング装置を用いて作製した。まず始めに第一原理計算を用いたシミュレーションによって c 軸方向の単位ブロック長を算出し、このブロック長に従ってゲルマニウム<sub>2</sub>・テルル<sub>2</sub>からなるシートブロックとアンチモン<sub>2</sub>・テルル<sub>3</sub>からなるブロックを

交互に積層した構造を数十層、シリコン表面や光ディスク等で用いられるポリカーボネート基板上に形成した。そして、自作した速度測定装置を使ってパルスレーザーによる光反射率の時間変化からそのスイッチング速度を測定し、超格子でない合金膜層と比較した。その結果、超格子構造を有するゲルマニウム・アンチモン・テルル薄膜が速度にして2から3倍速いことを実証した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】半導体メモリ、相変化メモリ

【研究題目】選択溶解と陽極酸化による自己組織化チタニアナノチューブの形状制御

【研究代表者】南條 弘（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】南條 弘、Fathy M. Bayoumi  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

チタニアナノチューブを毒性が低い溶液（フッ化水素ではなく、フッ化アンモニウム、プロパノール、グリセリン、水）の組み合わせで形成させることを追求する。また、形状制御の支配因子（水の濃度、最終電位保持時間、電圧）を明らかにしてチタニアナノチューブの形成機構を解明することを目的とする。

チタン板を水（4~22 vol%）-プロパノール-フッ化アンモニウム溶液中で0 V から20 V まで走査した後、20 V で5時間定電位陽極酸化し、最も整然としたチタニアナノチューブを形成するのは水の濃度が16 vol%のときであることを見つけた。この濃度では反応で生じた水素イオンと電子の結合による水素ガス発生が他の濃度の場合よりも速すぎず、適切な速度で起こるためと考えられる。それよりも濃度が高い22%の場合には水素ガス発生反応が速すぎてナノチューブの壁を溶解してしまい、壊れたようなナノチューブが形成された。逆に水の割合が少なすぎるとナノチューブを形成するのに必要なTiF<sub>6</sub>-イオンの生成が不十分となり、均一な表面にならないし、酸化された領域でも整然としたナノチューブが形成されないことが分かった。適切な水濃度の場合（16 vol%）には内径90 nm で長さ1800 nm に達する長いナノチューブが形成できた。上述の水溶液の場合、陽極酸化電圧を20 V から60 V まで上昇させると、溶解反応が速すぎるため、整然としたナノチューブが形成されず、チューブ壁が乱雑に壊れた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】陽極酸化、チタニア、ナノチューブ、多孔質、比表面積

【研究題目】超臨界二酸化炭素中でのメソ構造有機-無機ハイブリッド触媒を用いた高選択的酸化反応

【研究代表者】横山 敏郎（コンパクト化学プロセス研

究センター）

【研究担当者】横山 敏郎、

DAPURKAR Sudhir Eknathrao

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究では、超臨界二酸化炭素（scCO<sub>2</sub>）の特性とメソ構造有機-無機ハイブリッド触媒機能のシナジー効果を利用し、これまで極めて困難とされてきたアルカン類の高選択的酸化反応を中心として検討を行う。さらに、化学構造の異なる基質を用いて種々の酸化反応を行うとともに、超臨界状態に依存した触媒活性発現機構、反応メカニズムを理論・実験の両面から系統的に明らかにする。具体的には、開発したナノスケールでの有機-無機ハイブリッド触媒調整法と、蓄積された超臨界二酸化炭素反応に関する多くの知見、経験を融合することにより、全く新しい“超臨界二酸化炭素を用いる高選択的酸化反応”を創製する。また、超臨界状態特有の触媒活性発現機構、反応メカニズムを明らかにするために、超臨界二酸化炭素中での酸化反応について、溶解した基質、触媒（Co、Mn、Cr、Ti 等）、ならびに反応生成物の相関関係について ab initio 法によりエネルギー計算を行うとともに、NMR、ATR、FT-IR、紫外・可視等の分光学的高圧 in situ 測定によって、scCO<sub>2</sub>との親和性、溶解性の大きさを理論的、実験的に検証する。

本年度においては、これまで良好な酸素酸化触媒活性を示した Cr-MCM-41触媒（メソポーラス型）を用い、scCO<sub>2</sub>-酸素ガス共存下における各種化合物の酸化反応を引き続き検討した。その結果、テトラリン類似の芳香族置換脂肪族環式化合物（インダン、フルオレン等）やベンジルアルコール型化合物の酸化反応においては、目的とするケトン化合物が高選択的（選択性97%以上、転化率60-76%）で得られることを見出した。また、金属ナノ粒子触媒を用い、scCO<sub>2</sub>-酸素ガス共存下における各種化合物の酸化反応を新たに検討した。TiO<sub>2</sub>担体とする Au ナノ粒子触媒を用い、超臨界二酸化炭素中で分子酸素によるアルコール類の酸化反応が効率的に進むことを見出した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超臨界二酸化炭素、ハイブリッド触媒、ナノポーラス材料、高選択的酸化反応

【研究題目】電磁振動プロセスによるバルク金属ガラスの開発

【研究代表者】三輪 謙治

（サステナブルマテリアル研究部門）

【研究担当者】三輪 謙治、マカヤ アドベニット

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

目標及び研究計画：

金属ガラスは、高強度、高耐食性、高靱性、低ヤング

率などの機能特性を併せ持つ高性能材料であるが、現在の製法では急冷法にたよっており、実用材として利用するためには、構造材としての大きさが得られていない。そこで本研究開発では、凝固中の金属材料に、交流電場と直流磁場を同時に印加し、電磁振動力を付与することにより、さしたる急冷操作を行うことなく、バルクの金属ガラスを創製する技術の開発を行う。

本年度は、金属ガラスの複合組織の高度化を目指して、バルクの金属ガラス中に結晶粒子を分散させた複合組織を持った材料の開発を進めた。その結果、高性能な機械的性質と高機能な特性を併せ持つバルクの金属ガラス材料を創製できる可能性が大きくなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー

【キーワード】 電磁振動、金属ガラス、ジルコニウム合金、固液共存状態、傾斜板

【研究題目】 実環境情報サービスのためのユビキタス音声認識技術

【研究代表者】 児島 宏明 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 児島 宏明、Suk Soo-Young  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

通常的生活環境において、音声認識技術が真の意味で実用になるために、解決すべきコア技術を確認することを目的として、a) 平均的でない声にも適応できる技術、b) 雑音による悪影響を受けにくくする技術、c) ユーザの状況に応じて家電等を操作するのに必要な機能をシステムが把握して適切に音声コマンドと対応付ける技術、の3点に関して研究開発を行っている。平成20年度は、b) の課題として、実環境におけるユビキタス音声認識技術の研究開発を行うために、要素技術となる手法の開発を中心に研究を行った。すなわち、日常空間で音声認識を行う際には、口からマイクまでの距離が多様に変化するなど、性能に悪影響を及ぼす条件が多くなる。そのために、複数のマイクや超音波センサなどの情報を統合して、ユーザの位置の検出や雑音の除去などを行う手法の研究を行った。実際に実験室の中にそれらを配置して、比較的小規模にデータを収録しながら、ユーザの位置に基づく最適なマイクの選択や音声認識辞書の制御などの手法の開発や改良を行った。そのために、多様なセンサ類からの情報や多チャンネル音声入力情報を統合する実験を進めた。これらの成果に関して、2件の学会発表や学術書の1章として発表し、そのうちの国際会議において young scientist award を受賞した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 音声認識、ユビキタス、センサ

【研究題目】 低機能デバイスへ実装可能な実用的ポスト量子公開鍵暗号方式に関する研究

【研究代表者】 古原 和邦

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 古原 和邦、崔 洋

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

公開鍵暗号は情報セキュリティの基盤を構成する上で欠かせない技術であり、データの秘匿だけでなく、個人に秘密鍵を割り当てることによるデジタル署名や安全な鍵交換など、幅広い用途で利用されている。しかし、RSA や楕円曲線暗号など現在広く普及している公開鍵暗号では処理の重い計算が要求されるため、低機能デバイスでの導入を難しくしている。さらに、Shor の量子アルゴリズムに対する脆弱性も発見され、素因数分解問題や離散対数問題のみに頼る既存の公開鍵暗号基盤で長期的な安全性を確保することに限界が生じ始めている。そこで、本テーマでは、それらの問題とは独立である符号理論の難問に依存し、かつ、計算量の少ない新たな公開鍵暗号方式、デジタル署名方式、認証鍵共有方式などに関する研究開発を実施している。本年度は、各方式を効率良く実装するための検討を行うと共にパフォーマンスの評価を行った。パフォーマンスについては、高速な検証処理が要求される地震警報を想定し、軽量のブロードキャスト認証方式を提案し、その検証処理をソフトウェアで実装した。処理速度計測の結果、(署名検証速度は、通常、楕円曲線上の DSA 署名より RSA 署名の方が高速であるが、) 安全性のレベルを同じにした RSA 署名の検証と比べ10倍近く高速化できることが明らかとなった。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 低機能デバイス、警報、ポスト量子、公開鍵暗号方式、RFID、認証

【研究題目】 超好熱性アーキアの新規酵素群を活用した結晶性セルロース完全糖化技術の開発

【研究代表者】 石川 一彦

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 石川 一彦、Han-woo KIM

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標：

超好熱性アーキアの新規酵素群を探索し、結晶性セルロースを完全に糖化する酵素反応系を構築することを目的とする。

研究計画：

種々のアーキアのゲノム情報から、新規耐熱性セルロース加水分解酵素群を探索し、遺伝子クローニングおよび酵素の調製を行う。結晶セルロース基質を用いて最も大量のグルコースを生産できる酵素系の組み合わせを調べるとともに、超耐熱性セルロース加水分解酵素の構造機能解析データを用いてタンパク質工学的に酵素の高機



能化および反応の最適化を行う。高温での反応系を整えることで糖化効率100%の技術を確立する。

年度進捗状況：

既にセルロースの糖化効率を90%以上にすることができ、酵素系の確立に成功した。現在、タンパク質工学的手法で酵素活性の高機能化および最適化を行っている。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖化、バイオマス、アーキア

〔研究題目〕 超音波キャビテーション気泡の動的挙動解析とバイオ系新材料創製への展開

〔研究代表者〕 飯田 康夫

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 飯田 康夫、Judy Lee

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

キャビテーション気泡集団のダイナミクスを理解することはソノプロセッシングなどの超音波産業応用に重要である。超音波キャビテーション気泡は音場や気泡間での複雑な相互作用により、反応槽内で特異な空間分布を形成する。そこで、ハイドロホンによる音圧分布やソノルミネッセンスの空間分布を測定し、気泡群の構造形成には、音場が定在波型であるか、進行波型であるかが重要であることを実験的に明らかにした。例えば飽和水において、表面近傍に気泡群が局在化することが観察されるが、これは気泡が音波の強い吸収・散乱体であることから、気泡の存在によって音場は定在波型から進行波型へと変化し、気泡が放射圧によって水面近くに運ばれて行くことが原因であることを明らかにした。また、界面活性剤の添加はキャビテーション気泡の性質を大きく変化させるが、気泡間の合体、分裂などのミクロスコピックなメカニズムが系全体の気泡構造にどのように発展していくのかを議論した。一方、医用マイクロバブルに関する応用的研究においては、アルブミンやリゾチームなどのタンパク質を殻としたマイクロバブルの調製プロセスを進展させ、超音波の照射時間や温度、グルデアルデヒドによる表面修飾、あるいはパーフルオロカーボンなどの内包気体の種類とマイクロバブルの強度との関係を明らかにした。さらに、作成したマイクロバブルの超音波による振動や破壊の様子を観察し、超音波造影剤などの応用への基礎となる超音波とマイクロバブルの相互作用について検討した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 超音波、ソノルミネッセンス、キャビテーション、マイクロバブル

〔研究題目〕 パーソナルヘルスケア安心安全用フェムトグラム感度 piezo 振動子の研究開発

〔研究代表者〕 前田 龍太郎

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 前田 龍太郎、Lu Jian

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

におい分子の計測によるヘルスケアシステムの開発を目指し、フェムトグラムオーダー検出感度を有する高感度振動型 MEMS センサの開発を行った。この振動型センサにおいては、振動子に分子が吸着するとその振動数が変化することを利用して、吸着分子の質量を計測する。本研究では、特にセンサ感度を決定する機械的 Q 値を向上させるセンサ構造について検討を行い、これをパーソナルヘルスケア用にシステム化する。

これまでに圧電素子で励振を行い、ピエゾ電流を計測することにより、におい分子をセンシングするカンチレバー型マイクロセンサチップを試作し、振動子の Q 値を低下させる要因として、振動中の空気によるダンピング、支持部分からのエネルギー損失 (サポートロス)、内部摩擦に基づく損失、各材料層の界面での損失等々について検討した。今年度はカンチレバー型に加え、ディスク型振動子を製造し、更なる Q 値の上昇を図った。またこれら振動子をにおい分析システムに搭載し、揮発性高分子の分析を行うことに成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 超高感度質量センサ、マイクロ振動子、マイクロカンチレバー、機械的 Q 値、圧電薄膜

〔研究題目〕 回転する金型に金属板を押し付けて形成するスピニング加工をロボットにより行う際に、発生する振動を抑制する制御を研究し、軽量のロボットによる大きいサイズの加工を実現する。

〔研究代表者〕 荒井 裕彦 (知能システム研究部門)

〔研究担当者〕 Abdullah Ozer (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

本研究では、回転する金型に金属板を押し付けて成形するスピニング加工をロボットにより行う際に、発生する振動を抑制する制御方法を研究し、軽量のロボットによる大サイズの製品の加工を実現することを目指す。スピニング加工では従来 XY ステージ型の直線機構によってローラ工具を駆動しているが、これをより動作範囲の大きなアーム型のロボットに置き換えても実用的な加工が可能かどうかを明らかにする。

本年度はアーム型ロボットを用いてスピニング加工実験を行い、振動抑制制御の効果を確認した。6軸のロボットアーム (三菱重工 PA-10-6C) を使い、スピニング加工用ローラ工具をロボットアームの先端に装着した。ロボット手首部の6軸力覚センサでローラ工具先端の加工力を検出した。制御用パソコンから ARCNET 経由でロボットアームを位置制御・速度制御した。また円錐形状の金型を、簡易旋盤で回転させた。

まず、振動整定時の速度符号に応じて位置目標値を偏移させることにより振動エネルギーを吸収する振動抑制制御側を C 言語で開発し制御用パソコンに実装した。自由空間内での運動において振動抑制の効果を確認し次いで本制御側を適用して実際にアルミ板のスピンニング加工を行った。ローラ工具における加工力の変動やロボット各関節の振動などのデータを収集し、本制御側を用いた場合と用いない場合を比較した。ローラ送り速度、金型回転数などの加工パラメータを変化させ、それらが加工中の振動や成形結果の良否に及ぼす影響を調べた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】スピンニング加工、ロボット、振動制御

【研究題目】環境知能と空間機能を用いた人間志向の共生ロボットシステムのデザインと制御

【研究代表者】大場 光太郎（知能システム研究部門）

【研究担当者】李 在勲（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究は環境に溶け込んだユビキタス・ロボットシステムにおいて、生活環境で人間に有用なサービスを与える共生ロボットシステムの設計や制御に関する研究である。このような機能を実現するためには、様々な作業能力を持っている一台のロボットだけでは実現不可能であると考えられる。人間の生活空間に組み込まれたセンサ、コンピュータ、アクチュエータ機能と、それぞれを接続する通信技術、ミドルウェア技術を用いて構築されたスマート環境と、さらにはロボットエージェントによってサービスの対象である人間を統合的に考えることが必要不可欠である。ロボットが人間の空間で共生するためのロボットシステムから生活環境での理解方法、センサ情報処理、インタフェースのデザイン、そしてロボットのための安定的ナビゲーション方法などの技術に関して研究を行った。具体的な内容は以下のように構成される。

#### 1. ユニバーサルハンドル設計と生活環境での検証

生活環境に存在する物体のロボットでの認識と操作を単純化する方法としてユニバーサルハンドルを設計し、電子機器や生活用品の操作方法を生活環境での検証を行った。

#### 2. センサによる人間のモーション理解とロボットナビゲーション

複数人間のモーションをロボットに搭載したレーザスキャナを利用して理解するアルゴリズムを開発し、移動ロボットの安定なナビゲーションに利用した。

#### 3. キャスタモジュールの制御

人間生活の荷物移動の作業を手伝うモビリティの機能を実現化する分散アクティブ・キャスタのキネマティクスモデルとパラメータの推定方法も研究し実験で検討を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット、ユニバーサルデザイン

【研究題目】人間型ロボットのための人のような滑らかな動作計画法

【研究代表者】横井 一仁（知能システム研究部門）

【研究担当者】DAVID Anthony Nicolas  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

人間に類似した自然な動作の実現手法を確立するために、平成19年度に引き続き、接触安定性を確保するために有効な手法として、柔軟要素をロボットの機構の中に組み入れることによる「滑らかな動作の実現に柔軟要素が果たす効果」について、人間型ロボットの足裏に柔軟要素を加えた計算機モデルを用いて数値解析により有効性を検証した。

まず、接触力モデルと衝撃力モデルを含む柔軟物を取り扱える動力学シミュレータを完成させた。これにより、柔軟な足裏を持つ人間型ロボットのシミュレーションが行えるようになった。次に、水平で平らな床面と単一材質で直方体形状の柔軟足裏に限定し、柔軟足裏と床面との干渉を計算するための有限要素法を用いた柔軟足裏の解析モデルを構築した。3番目として、人間型ロボット HRP-2 が現在有している足内部の柔軟要素をモデル化したものと、足裏に柔軟要素を配置したものとを開発した動力学シミュレータで比較した。

その結果、足裏に柔軟要素を付加したものの方が、衝撃吸収性と残留振動の抑制の両方の点から有効であるとの結論が得られた。本研究成果については、IEEE International Conference on Humanoid Robots で発表した。本年度の研究成果により、適当な柔軟要素を加えることで、接触安定性の向上に十分な効果が期待できることが判明したので、人間型ロボット HRP-2 にそのような柔軟要素を付加し実験的に有効性を検証する準備を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】国際研究者交流、人間型ロボット、柔軟要素、シミュレーション

【研究題目】人間型ロボット動作の最適化に関する研究

【研究代表者】吉田 英一（知能システム研究部門）

【研究担当者】Wael Suleiman（他1名）

【研究内容】

本研究では、ロボットの運動に関する最適化理論の新規な展開を目指すとともに、これを人間型ロボットの運動に適用することにより、その運動機能と作業機能を向上させることとする。

平成20年度は、最適化手法に基づく人間型ロボットの軌道に時間パラメータ決定手法の構築に取り組んだ。通常、運動計画で出力される経路は、コンフィグレーションとして列で与えられ、時間軸は与えられていない。時間パラメータ決定は、準静的な経路を最短時間で実現す

動的に安定な軌道へと変換することが目的である。これにより、例えば運動計画器により計画された時間を考慮していない経路を、実際のロボットに適用可能な軌道に変換することができる。最適化手法における評価関数は動作時間であり、これに安定性やロボットの動作限界を考慮した制約を付与し、最短時間で動作する軌道を導出する。

これまでの研究では、ロボットの運動の1回微分である関節速度の限界のみを考慮した単純化した手法を適用してこれを行っていた。本研究では、運動の2階微分である関節の加速度限界とトルク限界を組み込めるようにこれまでの手法を拡張し、より一般的な時間パラメータ決定手法の枠組みの構築を行った。これにより、出力となるロボットの動作軌道はロボットの限界を超えないことが保証できる。

構築した手法は、産業技術総合研究所に設置されている人間型ロボット HRP-2により検証した。片足で全身を支えて前に手を伸ばすような非常に制約の多い動作に適用し、動的な安定を保ちつつロボットの実機で計画した経路を実現することが確認できた。実記による運動を計測した結果は、提案する手法により予測される動作と非常に近い運動が得られた。これらにより、提案手法の有効性が確認された。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】最適化、時間パラメータ決定、ロボット工学、ヒューマノイド

【研究題目】動的環境における視覚情報に適応的なパーティクル・フィルタを用いた SLAM 手法

【研究代表者】横井 一仁 (知能システム研究部門)

【研究担当者】Nosan KWAK (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

Rao-blackwellized パーティクル・フィルタ (RBPF) とステレオカメラ情報を使用した3次元 SLAM の手法 (RBPF-SLAM) を開発した。3次元の RBPF-SLAM は、ステレオ画像データはとてノイズに富んでいることと、RBPF は高い計算コストを要するため、とても挑戦的な問題であった。それに加えて、現在の視覚データに基づく RBPF-SLAM 技術は、その一貫性の問題から、狭い空間で、しかも短時間でしか機能しなかった。言い換えれば、よい信頼性を持って長い時間推定精度を保持することができる長期間にわたる RBPF-SLAM は不可能であった。

この目的のために、第一に RBPF-SLAM の中心となるプログラムを開発した。これはロボットのモデルを変更することで、様々な種類のロボットに対応することができる。開発した3次元の RBPF-SLAM では、環境の表現方法としてグリッドマップを使用する。つまり、ロボットの世界は占有グリッドで表現される。各グリッド

の専有確率は、ステレオカメラ情報から得られる奥行きデータによって得られる。ロボットの姿勢を精度よく推定するために、BPF-SLAM はグリッドマッチングを行う。このマッチングプロセスにおいて、現在の視覚データと構築したマップデータとをマッチングさせることにより、パーティクルはよりよい姿勢を探索することができる。さらに、パーティクル・フィルタを使用した場合の、サンプル数低下問題を解決するために、ランクに基づくリサンプリング (RBR) 手法を提案した。

これらの成果の一部を、韓国ロボット学会の論文誌に掲載した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】国際研究者交流、人間型ロボット、SLAM、パーティクル・フィルタ

【研究題目】高性能ナノコンポジット希土類永久磁石薄膜の開発

【研究代表者】秋永 広幸

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】ZHANG Wenyong

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

目標：

当研究課題では、希土類永久磁石や希土類・遷移金属・貴金属元素を含む強磁性体のナノ構造を制御することによって、高性能ナノコンポジット強磁性薄膜の実現を目標に研究開発を行っている。より具体的には、第一候補として Pr-Fe-B/Fe 系ナノコンポジット薄膜を選択し、そのナノ構造を制御することによって磁気異方性を高め、目標の達成を目指すこととした。また、永久磁石を薄膜化することによってナノ構造を制御しやすくし、そしてそのナノ構造を制御することによって希土類ナノコンポジット永久磁石の持つ潜在的能力を最大限に高めることを目指し、部材の究極の性能を引き出すためのナノ構造機能相関を明らかにするという新しい手法を試みる。

進捗状況：

平成20年度は、平成19年度に開発した技術を用いて成膜した Pr-Fe-B/Fe 系ナノコンポジット薄膜の特性、特に磁気異方性が、その成膜中の基板温度によって変化する薄膜のナノ構造と相関を持って制御できることを明らかにした。その成果については、学術雑誌にて外部発表を行った。また、FePt 系ナノ構造化薄膜について、その規則化温度の低減が Cr や Cu の超薄膜の導入によって達成されることを明らかにした。現在報告されている規則化温度の中では最も低い温度であり、FePt 系永久磁石薄膜の応用上も重要な知見であった。その成果は、国際会議で発表を行った。

現在は、Pr-Fe-B 及び Pr-Co-B 系薄膜のさらなる詳細なナノ構造制御を進めるとともに、その磁気光学効果

の評価を行っている。紫外～青領域で大きな磁気光学効果を示す新しい強磁性体材料となる可能性があることが明らかになりつつある状況にある。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 希土類永久磁石、ナノコンポジット薄膜

〔研究題目〕 細胞接着因子及び遺伝子担持アパタイト層による、骨形成を促進する骨補填剤の開発

〔研究代表者〕 大矢根 綾子

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 大矢根 綾子、鶴嶋 英夫、Zhang Wei

(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

目標：

本研究の最終目標は、高分子材料表面に細胞接着因子及び遺伝子担持アパタイト層を形成させることにより、骨欠損部において周囲の骨形成を促進し、周囲の骨と直接結合して一体化する骨補填材を開発するための基礎的指針を明らかにすることである。

研究計画：

本年度は、表面にフィブロネクチン（細胞接着因子）及び遺伝子担持アパタイト層を形成させた高分子基板上で骨芽細胞様 MC3T3-E1細胞を種々の期間培養し、同細胞への遺伝子導入効率、及び骨細胞への分化の度合いを評価する。コントロールとしては、遺伝子担持アパタイト層（フィブロネクチンを担持しない）を形成させた高分子基板を用いる。

年度進捗状況：

フィブロネクチン及び遺伝子担持アパタイト層表面における遺伝子導入効率が、遺伝子担持アパタイト層表面におけるそれよりも有意に高くなることを確認した。また、上記2種類の複合層を骨形成因子 BMP-2の相補的遺伝子を用いて作製し、同層表面で培養された細胞のアルカリホスファターゼ活性を評価した結果、フィブロネクチン及び遺伝子担持アパタイト層の方が遺伝子担持アパタイト層に比べて、MC3T3-E1細胞の骨分化を促進する効果が高いという preliminary な結果を得た。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

〔キーワード〕 アパタイト、接着因子、遺伝子、遺伝子導入、骨補填材

〔研究題目〕 階層的マイクロ／ナノ構造アレーをもつ生体模倣表面の作製と物性

〔研究代表者〕 越崎 直人

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 越崎 直人、Yue LI

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

平成19年度は主に、サイズの揃ったポリマー粒子が規則配列した構造をスピコート法により作製し、この規則構造を利用して酸化チタンの階層的マイクロ／ナノ構造アレーをパルスレーザーアブレーション法により作製し、その機能特性を測定した。その作製法は、まず単分散ポリスチレン球体分散液をスピコーティングによりシリコン基板上に展開して PS 単層コロイド結晶を自己集成的に作製し、これを基板として用い数十 mTorr 程度の酸素圧力雰囲気下でレーザー蒸着を行うことで酸化チタン柱状組織を得た。この柱状組織はナノ粒子凝集体から構成され、調製時の雰囲気圧力の増加に伴って、凝集体の密度が低下した。平成20年度では、このような構造を650℃空气中で熱処理することにより生成する構造について研究を進めた。熱処理により、結晶状態はアモルファスからアナターゼに変化し、この熱処理過程で TiO<sub>2</sub>ピラーの下に付いている PS 球は完全に除去された。さらにこの熱処理の過程で、酸化チタンは熱収縮を起こしてサイズが小さくなり、粒子間に規則的なギャップが配列した構造が形成することがわかった。すなわちポリマー粒子の大きさと雰囲気圧力を制御することで、酸化チタン粒子集合体の繰り返し周期とギャップ間距離を制御できることがわかった。このような構造はぬれ性でも興味ある特性を示すが、電界放射特性でも構造を反映した変化を示すことがわかった。すなわち、繰り返し周期が小さくギャップ間距離が離れているほど高い電界放射特性を示すことがわかった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 マイクロ／ナノ階層構造、酸化チタン、電界放射

〔研究題目〕 インターコネクトナノ材料の合成とその応用

〔研究代表者〕 越崎 直人

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 越崎 直人、Shuyan GAO

(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

表面プラズモン共鳴 (SPR) は近年では、構造化された金属ナノ粒子が調節可能な SPR 特性を示すことから、新たな注目を集めてきている。一方、孤立した金属ナノ粒子と比較して絶縁性マトリックス中に囲まれた金属ナノ粒子は近年多くの注目を集めているが、このようなナノコンポジットの設計と作製は、成分の種類や相対比・近接性などを調節することにより、物質の光学的性質の操作が容易であるためである。本研究では、アルミナマトリックス中に埋め込まれたギャップ制御可能な金ナノ粒子をもつナノコンポジット薄膜を高周波マグネトロン同時スパッタリングにより調製し、表面プラズモンセンサとしての可能性について検討した。

Au/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>ナノコンポジット薄膜の FESEM による表

面形態観察から Voronoi ダイアグラムと呼ばれる統計的な解析により、粒子の中心間平均距離は約10 nm、粒子のエッジ間平均距離は約5 nm であると計算された。以前に報告されている場合と比較して、金ナノ粒子の数密度は14000  $\mu\text{m}^{-2}$ から24000  $\mu\text{m}^{-2}$ へと大幅に増加し、粒子のエッジ間距離としてはこれに対応して大幅に減少した。また、このナノコンポジット基板は、水、エタノール、アセトン、アセトニトリルといったよく使われる溶媒に対して高い安定性を示すこともわかった。さらにこの基板にビオチン修飾したあと、検出対象であるストレプトビジンを用いた時の表面プラズモン共鳴信号を、通常の場合と比較した結果、より大きな表面プラズモン共鳴ピークシフトを示し、プラズモンナノセンサとしての応用の可能性が明らかとなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノコンポジット基板、表面プラズモン、ナノセンサ

【研究題目】 新規1次元複合ナノ構造体の調製と熱電応用

【研究代表者】 越崎 直人

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 越崎 直人、Liang LI

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究では、1次元ナノ構造集合体の調製・物性測定技術と、その物性測定技術を組み合わせることで、サイズ効果が現れる条件を精密に決定するとともにサイズ効果の本質やメカニズムについて検討することを目標に研究を進めた。平成20年度は、斜め蒸着法とレーザーアブレーション法を組み合わせることでさまざまな形態をもつ酸化コバルトナノ構造体の調製を試みた。レーザーアブレーション法を用いて、蒸発種の方向性が強い圧力条件である高真空条件下で、ターゲット基板間距離を大きく取り、かつ基板をターゲット方向に対して傾けて、蒸発種が基板をかすめるように付着する条件を選択して実験を行った。その結果、その角度が70°の時に、ワイヤ状の組織が観測され、それ以外の角度では表面荒さの異なる薄膜状物質が形成された。一方、この斜め蒸着条件において雰囲気圧力条件を真空から300 mTorrの間で変化させたところ、より次元性の低いナノ粒子凝集体も得られた。このようにして得られたさまざまな次元性をもつナノ構造体の光応答型ガスセンサ特性を空気中とCO 200 ppm 中の変化させた時の光透過率変化を測定することで評価した。いずれの試料も酸化コバルトナノ構造体のCoOとCo<sub>3</sub>O<sub>4</sub>間の高速結晶変態現象に基づく光透過率変化を示すが、その次元性によって透過率変化の大きさや応答速度が大きく変化した。とくに、粒子状の0次元性も持つナノ構造体が高速度応答を示し、透過率変化の大きさも50%以上を示し、従来知られている光応答

型ガスセンサと比較して非常に優れていることがわかった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 斜め蒸着、ガスセンサ、光応答型

【研究題目】 新規水素貯蔵材料の研究

【研究代表者】 徐 強 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 徐 強、Junmin Yan

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

来る水素エネルギー社会を支えるキーテクノロジーとして、高効率水素貯蔵・発生技術の確立が求められている。特に、ポータブル水素発生システムが携帯電話やパーソナルコンピューターなどの燃料電池電源の燃料として多様なニーズに対応できるため、安全、便利、確実な水素発生システムの確立が強く求められている。本研究では各種金属化合物を出発原料として用いて探索した結果、鉄・ニッケル合金ナノ粒子がアンモニアボランの加水分解反応に高い触媒活性を示すことを見出した。本触媒は、白金触媒に近い高触媒活性を示し、特に組成Fe<sub>0.5</sub>Ni<sub>0.5</sub>の合金ナノ粒子の活性が最も高いことが明らかになった。本触媒の注目すべき特徴は、空気中においても高い耐久性を有することであり、また、使用後触媒を磁気的に分離、リサイクルできることである。本合金ナノ粒子触媒を用いることにより、水素発生量はアンモニアボランに対して19重量%以上に達している。本触媒のような卑金属の高活性触媒の発見は、本ポータブル水素発生システムの低コスト化と高効率化に可能性を見出し、実用化の可能性を高めた。本システムは、強アルカリによる溶液の安定化が必要という問題点を持つ既知のナトリウムボロハイドライドの加水分解による水素発生システムと比べ、溶液が中性であるという大きなメリットを持つ。同反応は、新しい、安全、便利なポータブル燃料電池用水素発生方法として、高い可能性を持っている。

【分野名】 環境・エネルギー、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 水素、燃料電池

【研究題目】 希ガスマトリックス中での金属と小分子との反応の研究：金属短原始からクラスターへ

【研究代表者】 徐 強 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 徐 強、Ling Jiang

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

金属と小分子との反応に関する研究は、新規化学種(反応中間体)の発見や(触媒)反応機構解明に重要な意味を持つ。本研究では、マトリックス単離赤外分光法を用いることにより、一連の金属及び金属クラスターと

小分子との反応を解明することを目的としている。本年度では、主な研究成果として、ランタノイド原子と亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) との反応についてマトリックス単離赤外分光法と理論化学計算手法を組み合わせることにより詳細な研究を行った。亜酸化窒素と前周期ランタノイド原子との反応では、中性  $OLn(N_2)$  ( $Ln=Ce, Pr, Nd, Sm$ ) 分子が観測されたが、Eu については同様な化合物の形成が観測されなかった。中性分子に加え、 $OLnNN^+$  ( $Ln=Ce, Pr, Nd, Sm$ ) 陽イオン錯体が形成された。亜酸化窒素と後周期ランタノイド ( $Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu$ ) 原子との反応においては、 $OLn(N_2)$  及び  $OLnNN$  ( $Ln=Gd, Tb, Ho, Er$ ) が観測された。Yb を除いて Gd から Lu までの各元素について  $OLnNN^+$  陽イオン錯体が形成された。密度汎関数法を用いた理論計算による分子振動の結果と赤外分光測定の実験結果の一致により、新規反応生成物の同定が支持された。これらの新規反応生成物の分子構造や電子構造、結合性質、及び反応エネルギーや反応機構が明らかになった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 金属クラスター、触媒

【研究題目】 新しい多孔質金属錯体による高性能水素貯蔵材料の研究

【研究代表者】 徐 強 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 徐 強、Baoxia Dong

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

水素エネルギー社会の構築には、高効率水素貯蔵技術の確立が必要不可欠である。これまで、水素吸蔵合金、ケミカルハイドライド等各種水素貯蔵材料が検討されてきたが、重量・体積当たりの水素密度が低いこと、リサイクル性、反応速度、分離・回収技術等様々な問題が存在し、これら諸問題を克服するブレークスルーが期待されている。本研究では、細孔制御しやすく、水素等の小分子を吸蔵できる可能性が高い多孔質金属錯体高分子の持つ優れた性質に着目し、高性能可逆的水素貯蔵技術の確立を目的としている。DMF 及び DEF 溶媒中において、硝酸イットリウムと trimethyl 1, 3, 5-benzenetricarboxylate との反応によって、多孔質金属錯体高分子  $Y_2(BTC)_2(DMF)(H_2O)$  と  $Y_2(BTC)_2(H_2O)(BTC=1, 3, 5-benzenetricarboxylate)$  を合成した。TGA 測定の結果、これらの化合物は熱的に高い安定性を示す。溶媒熱条件下で、硝酸マグネシウムと 4,4'-oxybis(benzoic acid) (oba) との反応によって、多孔質金属錯体高分子  $[Mn_5(\mu_3-O)_2(oba)_2(Hoba)_2DMF(H_2O)_2] \cdot (DMF)_3(H_2O)_2$  を合成した。本化合物は 4.5 A×4.5 A の細孔を有することがわかった。硝酸亜鉛と 4, 4', 4''-benzene-1, 3, 5-triyl-tribenzoic acid ( $H_3BTB$ ) との反応によって、Zn と

$H_3BTB$  を有する新しい多孔質金属錯体高分子を合成した。本化合物は I 型窒素吸着特性を示し、BET 比表面積は  $783.19 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ 、細孔体積は  $179.94 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$  (STP) である。これらの多孔質金属錯体高分子による水素吸着について検討を行った。

【分野名】 環境・エネルギー、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 水素、燃料電池、多孔質材料

【研究題目】 経皮デバイスの軟組織接着を向上させるためのセメント質様構造表面層の形成

【研究代表者】 伊藤 敦夫 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 伊藤 敦夫、王 秀鵬、十河 友

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

人工歯根、創外骨折固定具、人工心臓用送電ケーブル、カテーテル、透析用留置針、静脈留置針など、皮膚を貫通して機能する経皮デバイスについて、長期安定安全使用のための技術開発が要求されている。本研究の目的は、経皮デバイス表面に、皮膚や上皮組織の再生を促すための人工セメント質様の構造を構築し、経皮デバイスの抗感染能を向上させることである。

本年度は、過飽和溶液法で作成した試料の *in vitro* 評価と並行し *in vivo* 評価の技術取得に取組んだ。陽極酸化チタンに、医療用輸液の混合により作製したリン酸カルシウム過飽和溶液を使用して、シグナル分子と同時にコラーゲンの共沈担持を試みた。一方、テンプレート材の種類と化学組成の調節により種々のメソポーラス構造を有する表面層の作製にも初めて成功した。各種試料上に線維芽細胞様の NIH3T3、あるいは骨芽細胞様の MC3T3-E1 を播種し、試料表面層に担持されたシグナル分子が細胞に与える影響を検討した。複シグナル同時担持層の場合、NIH3T3 の増殖を促進するが MC3T3-E1 の増殖には寄与しない場合もあった。単独担持では MC3T3-E1 の増殖・分化を促進することから、骨組織及び上皮組織に対して個別にシグナル分子の組合せを決定する必要性が示唆された。メソポーラス層については、基礎データ取得のため、単独で *in vitro* 評価を行った。その結果、メソポア構造と化学組成を調節することで MC3T3-E1 の接着・増殖・分化の促進効果が確認された。またウサギを用いた経皮デバイスの *in vivo* 抗感染試験の実験手技を習得した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 経皮デバイス、抗感染、リン酸カルシウム、シグナル分子

【研究題目】 長寿社会における住環境の快適性向上のための音環境の評価とアセスメント手法の開発

【研究代表者】 佐藤 洋 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】佐藤 洋、柳 宗寛  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

本研究の目的は、長寿社会における住環境の快適性向上のための音環境の評価とアセスメント手法を開発することである。今年度は、高齢者にとって音環境が生活の質にどのように影響するかについて、1)居住空間を含んだ室内外空間での騒音の評価、2)環境音の物理的特性と感覚的特性との関係の解明を行った。具体的には、住環境の音環境要素として住宅の床衝撃音及び住宅における低周波騒音の測定・評価を対象に研究を行った。

床衝撃音に関しては、若齢者及び高齢者を被験者として木造住宅床の床衝撃音遮断性能の評価実験を行った。感覚量測定を行い、感覚量と測定した物理量との関連性を調べ、不快となる物理的レベルを求めた。低周波騒音に関しては、不快感等の苦情を訴えている居住者宅の調査結果を分析した。その結果、苦情原因が非常に低レベルの低周波音を検知していること、あるいは周波数の高い騒音を誤って低周波音と感じていることが明らかとなった。そこで、聴感実験を行い、複合音の場合、純音の場合と比してより小さな音を感じることを確認した。以上より、複合音に対する閾値は ISO で規定されている純音閾値を下回る場合があり、低周波音の検知が純音の可聴閾値以下で起こる可能性があることが明らかとなった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】住環境、快適性、音環境

【研究題目】サブバンド間遷移超高速光スイッチの低エネルギー動作化に関する研究

【研究代表者】秋本 良一 (ネットワークフォトンクス研究センター)

【研究担当者】Cong Guangwei  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

将来の大容量・超高速光通信・光信号処理技術にむけて、小型・低消費電力で動作するサブバンド間遷移型の超高速全光スイッチの開発を行うことを研究目的としている。InGaAs/AlAsSb 結合量子井戸構造を対象としてサブバンド間遷移スイッチの低エネルギー化を目指した研究を行った。特にこの量子井戸において最近、ピコ秒の高速位相変調効果が発生することが報告されており干渉計型の光スイッチへの応用が期待されている。これまでの研究により位相変調効果の発現機構について、フェルミレベルの変調によるバンド間遷移の分散効果が主要な原因であることが明らかになってきた。今年度は、 $k \cdot p$  摂動法により求めた量子井戸の価電子帯・伝導帯構造にもとづいて、バンド間遷移の屈折率変調効果を計算し、実験との比較を行った。ドーピング濃度、結合障壁層材料組成などの試料依存性をこのモデルにより説明できる

ことを確認した。高次のバンド間遷移も位相変調効果に寄与していることがわかり、さらに効率を上げるためには価電子帯の設計にも注意を払う必要があることがわかった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】光-光スイッチ、超高速160 Gb/s、化合物半導体、サブバンド間遷移

【研究題目】たんぱく質相互作用を制御する天然生理活性物質に関する研究

【研究代表者】新家 一男 (バイオメディシナル情報研究センター)

【研究担当者】新家 一男 (常勤職員1名)

【研究内容】

平成20年度は、蛍光タンパク質を応用した蛍光補完法 (Fluorescence complementation assay) を用いて、8種類のタンパク質相互作用制御物質のスクリーニングを行った。小麦胚を用いた無細胞系タンパク質合成法により調製したタンパク質を用いた *in vitro* 系を用いて、各スクリーニング15万~22万個の天然物ライブラリーを用いてスクリーニングを行った。その結果、プロテアソームアッセムブリファクターである PAC1/PAC2の相互作用阻害物質として、マクロライド系化合物である concanamycin 類を得た。concanamycin 類化合物中、18員環マクロライドである TAN1323D が、 $IC_{50}$  値 50 nM と比較的強い相互作用阻害活性を示したが、幾つかの評価系に対して相互作用阻害活性を検討した結果、ある程度の選択性はありながら多くのアッセイ系において阻害活性を示した。

次に、プロテアソームアッセムブリファクターである PAC3のダイマー化阻害剤として、TB1を見出した。本化合物は、 $IC_{50}$  値15 nM と強力に PAC3のホモダイマー化を阻害することが判明した。本化合物については、他研究機関との共同研究により、インシリコモデリングを行うと共に、有機合成による誘導体調製を進めている。この他に、トリコセチン誘導体新規化合物を見出した。現在、これらの化合物について、細胞レベルでのプロテアソーム形成阻害活性を検討中である。この他、FOXO/PP2A5E、AKT1/PRAU40など数種のアッセイ系において、それぞれ数個の活性物質を単離した。現在、これらの化合物について、高次な系での評価を継続中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】タンパク質相互作用、天然物ライブラリー、ハイスループットスクリーニング、小麦胚タンパク質合成、蛍光補完法

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

【研究代表者】長谷川 達生 (光技術研究部門)

【研究担当者】山田 寿一（常勤職員2名）

【研究内容】

近年の有機トランジスタ技術の急速な進展に伴って、エレクトロニクス応用だけではなく、電界効果型デバイス構造そのものを利用して分子性半導体材料の未知の電子的特性を引き出そうとする研究が世界的に盛んに行われるようになってきている。本研究では、電界効果型デバイス構造を巧妙に利用することにより、分子性半導体薄膜への電界印加やキャリア注入により生じる吸収スペクトルの微小変化分を変調分光法によって捉える実験に取り組んだ。その結果、分子性半導体薄膜の光吸収に対する電場印加効果と、キャリア注入効果を明瞭に分離して測定することに成功した。実験では熔融石英上に成膜した半透明の金電極（ソース、ドレイン、ゲート）とパリレンゲート絶縁膜からなる電界効果型デバイスを作製して用いた。0.1-1 kHz の周波数でゲート電界を印加し、ロック・イン検出法により S/N 比の良好な変調スペクトルを得た。電場印加による効果を捉えた変調スペクトルでは、可視域全域にわたりシュタルクシフトによる吸収スペクトルの一次微分的構造と、2.8 eV 付近には光学禁制 (1Ag) 状態が電場印加によって活性化される様子が観測された。それに対しキャリア注入による効果を捉えた変調スペクトルでは、トラップ近傍の分子の格子変形によって分子振動準位が変調を受けたスペクトル構造が観測されることが分かった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】分子性半導体、界面、変調分光法、有機トランジスタ

【研究項目】蛍光性半導体ナノ粒子を含有する微小ガラスビーズへの抗体分子の接着と活性の保持

【研究代表者】村瀬 至生（光技術研究部門）

【研究担当者】楊 萍（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

蛍光性の半導体ナノ粒子（直径3~6 nm 程度）を、微小なガラスビーズ（直径数十 nm 程度）の中に封入し、そのようなガラスビーズの表面に、発光特性を保ちつつ抗体分子を接着することを目的としている。

これまでに、反応溶液の pH を高めてガラスの網目構造を発達させ、また、界面活性剤を適量添加する方法で、ナノ粒子を封入した蛍光ガラスビーズの水中での安定性向上を実現した。この方法を用いて、水中で明るく発光する CdTe ナノ粒子分散ガラスビーズを作製し、ガラスビーズの表面に抗体を接着する実験を開始した。抗体分子の接着を、ビーズの電気泳動速度低下により確認した。またガラスビーズ中に、CdTe ナノ粒子だけでなく予めカドミウムを添加しておくことが、抗体接着の過程で発光効率を保持する上で有効であった。これは、カドミウムの添加によってナノ粒子の溶解が抑えられたためと考

えられる。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノ粒子、蛍光、ガラス、安定性、抗体

【研究題目】仮想計算機によるコミュニケーションバックトラッキングとモデル検査への応用

【研究代表者】高橋 孝一

（システム検証研究センター）

【研究担当者】高橋 孝一（常勤職員1名）

【研究内容】

仮想計算機技術を拡張・発展させることにより、プログラムの実行を遡る「バックトラッキング」を、通信を含むネットワークアプリケーションにおいても可能にすること、そして、そのバックトラッキングをソフトウェアモデル検査に応用し、ネットワークアプリケーションの効率的な検証を可能にすることを目的とする。

手段として、クライアントかサーバの一方をモデル検査の対象とし、網羅的探索のためにバックトラックを随時行いながら動作する枠組みを用いることによってネットワークアプリケーションを効率的に検証する方法を改良する。

検査対象の通信の相手となる方は、検査対象に影響を与える動作環境という意味で「環境」と呼ばれる。モデル検査器と環境の間に過去の通信履歴を保存するキャッシュ層を追加することによって検証が可能となるが、それには通信におけるメッセージ列が一定であることが大前提であった。20年度はその前提が成り立たない場合にも検証が可能となるように、複数のキャッシュ層の仕組みを考えだした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ネットワークアプリケーション、バックトラック、仮想計算機技術、モデル検査

【研究題目】多値モデル検査法を用いたモデリング・エラーの発見

【研究代表者】木下 佳樹

（システム検証研究センター）

【研究担当者】木下 佳樹（常勤職員1名）

【研究内容】

多重モデル検査の数理モデルを研究する。本年度は、ファジー論理のもとでの多重モデル検査を考察した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】多重モデル検査

【研究題目】太陽電池寿命評価技術の研究開発

【研究代表者】高島 工（太陽光発電研究センター）

【研究担当者】近藤 道雄、菱川 善博、土井 卓也、猪狩 真一、大谷 謙仁

（常勤職員6名）

【研究内容】



本研究の目的は、太陽電池長期信頼性向上のために太陽電池劣化モードの特定とその対策を検討することである。具体的には、太陽電池にとって環境条件の厳しいインドにおいて各種太陽電池アレイを実運転状態で運用し太陽電池特性データを取得し、インド環境を利用した加速試験により得られたデータを日本における計測データと比較することで太陽電池劣化モードの特定を行い、劣化対策を検討することで太陽電池の長期信頼性向上に資する。また、インドにおける太陽光スペクトルを含む気象データの詳細計測を行い、それらに基づく発電量評価法の基礎データの蓄積と現地環境適合型太陽電池デバイス設計指針を得ることを目的としている。

平成20年度は事業初年度にあたり、主に日本およびインドに計測機器の導入を行った。産総研では太陽電池を実使用状態に近い条件で運用しつつ随時太陽電池電流－電圧特性を計測するシステムを開発し、産総研九州センター内の屋外曝露試験場（佐賀県鳥栖市）に多結晶シリコン太陽電池アレイ、ヘテロ接合型太陽電池アレイ、アモルファスシリコン太陽電池アレイとともに設置し、各モジュールおよびアレイの屋外曝露データの計測を開始した。一方、分光日射を含むインドの気象条件を詳細に計測するシステムを構築し、ソーラーエネルギーセンター（ニューデリー郊外）の曝露試験場に設置し、データ計測を開始した。さらに、産総研にてインド人研究者の高精度太陽電池計測技術研修を行った。

平成20年度事業の効果は以下の通りである。ソーラーエネルギーセンターでは10年以上前から太陽電池の屋外曝露試験を行っているが、バッテリー負荷につないだ条件で短絡電流、開放電圧、出力電力を計測しているのみであり、太陽電池特性の評価に必要な電流－電圧特性の計測は年に1回程度行うのみであった。本件で開発した太陽電池特性計測システムでは、実使用に近い状態で運用しつつ10分に1回程度の間隔で太陽電池特性を計測できるため、経時的な特性変化を観察することが可能となった。本計測システムは平成20年度に日本国内での連続計測を開始しており、平成21年度にインドの曝露試験場にて連続計測開始の予定である。これら計測データにより、異なる曝露試験環境での性能変化の比較を行う予定である。同時に、使用環境条件の影響による太陽電池の性能変化を詳細に観察するために、平成20年度にインド曝露試験場に広帯域分光放射を含む詳細気象計測システムを設置し、詳細気象データの取得を開始した。現地での詳細気象データの蓄積を先行して進めることで、インドでの太陽電池使用環境の把握を行い、現地環境適合型太陽電池の開発に利用する予定である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、太陽光発電、長期信頼性、屋外曝露試験

【研究題目】難分解性排水・堆積物のオゾン・微生物

処理による合理的分解技術の開発に関する研究

【研究代表者】原田 晃（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】原田 晃、竹内 浩士、高橋 信行、市川 廣保（常勤職員4名）

【研究内容】

ベトナムホーチミン市の NHAT NHAT NAM 染色工場稼働させている2 m<sup>3</sup>/d 規模のオゾン・生物処理装置のオゾン処理部を用いて、主に木綿の染色に用いる反応性染料2種を対象に、気液反応における気泡微細化による反応促進効果を明らかにするため、微細気泡型接触塔による高効率オゾン処理について検討した。その結果、従来型の散気型接触塔と比較した場合、単位時間当たりのオゾン消費量が大きくなることから、DOC および色度除去における反応速度の向上効果が初期に顕著であることを明らかにした。また同時に、オゾンの消費量あたりの DOC および色度の除去量は微細気泡型接触塔と散気型接触塔ではほとんど相違が認められなかったことから、気泡の微細化に際して活性ラジカルのような反応促進要因は発生していないことが推定できた。さらに、ベトナムの染色事業所において連続式でのオゾン・生物処理装置の稼働を行い、生物処理の前段でオゾン処理を導入することで DOC の除去促進効果が認められること、オゾン注入が高い場合には色度除去も可能であることを明らかにし、オゾン処理の導入にとまなうコストは約42円/m<sup>3</sup>であることを推定した。また、処理水の安全性に関してマイクロトックスによる試験を行い、TU (15) は処理プロセスを経るごとに低減し最終的な放流水ではほとんど検出されなくなることから、処理水の安全性向上効果を確認した。

この研究の一環として、共同研究先であるベトナム科学技術アカデミーの環境技術研究所および化学技術研究所から計3名の研究者を招聘し、オゾン・生物処理に関する水質分析方法および安全性評価方法を教示し、技術研修を行った。この技術研修での成果は、連続式でのオゾン・生物処理装置の稼働および試料分析に際して、日本側およびベトナム側での共同作業に反映された。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】難分解性有害物質、染色排水、オゾン処理、生物処理、DOC、色度

【研究題目】回路設計用モデル開発基盤の構築とこれを用いたマルチゲート MOSFET モデルの開発

【研究代表者】小池 帆平

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】小池 帆平、中川 格、関川 敏弘、堤 利幸（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

回路技術の研究においては、回路の複雑な振る舞いを

計算機に計算させる回路シミュレータが極めて重要なツールとなり、XMOS トランジスタのような新しいデバイスを用いた回路のシミュレーションを行うためには、そのようなデバイスの振る舞いを記述したデバイスモデルを新たに開発する必要がある。そのような XMOS トランジスタのデバイスモデルの提供は、XMOS トランジスタ技術を産業界に技術移転するにあたっては必須と考えられる。本テーマでは、このような XMOS トランジスタのデバイスモデルの開発を行っている。

平成20年度は、XMOS トランジスタデバイスモデルの実用化を目指して、次世代 MOS モデル候補の一つとして有名な HiSIM を開発した広島大学研究グループとの共同研究の一環として、様々な回路シミュレータへの移植の容易な、Verilog-A 言語を用いて記述して開発したデバイスモデルを改良し、デバイス研究への実応用を実現した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】MOS トランジスタデバイスモデル、回路シミュレーション

【研究題目】次世代交流電圧標準の開発

【研究代表者】東海林 彰  
(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】東海林 彰、佐々木 仁、山森 弘毅、  
中村 安宏、藤木 弘之  
(常勤職員5名)

【研究内容】

本開発は、双出力ジョセフソン DA 変換器と双入力熱電変換器を用いることにより、ジョセフソン素子の発生する量子化電圧によって実効値の測定精度が保障された広帯域 (1 Hz-10 kHz) の交流電圧標準の実現を目的とする。このような次世代交流電圧標準を確立することによって、熱電変換標準器を基準とする現行の「原器」的な交流電圧標準から、より普遍的な基礎物理定数に基づく「方式・規格」としての「次世代交流電圧標準」への移行を目指す。

今年度は、産業技術総合研究所において、最大振幅2Vの双出力ジョセフソン DA 変換器を開発するとともに、双入力熱電変換器の設計変更を行い、改良型熱電変換器を作製した。次に、作製した改良型熱電変換器により、10 Hz において1×10のマイナス6乗以下の交直変換誤差が得られることを、開発した双出力ジョセフソン DA 変換器を用いて実証した。その際、双出力ジョセフソン DA 変換器の出力として位相が90度異なる2つの正弦波形を用いる方式 (位相差方式) を採用した。

以上の成果及び本開発の共同研究先であるオーストラリア国立標準研究所において得られた成果により、ジョセフソン DA 変換器と熱電変換器を用いることによって、交流電圧の実効値を10のマイナス7乗台の不確かさで計測することが可能であることが実証され、本開発の目的

が達成された。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス、標準・計測

【キーワード】交流電圧標準、ジョセフソン DA 変換器、熱電変換器、交直変換誤差

【研究題目】大規模実世界データに基づく自動車運転行動信号処理の先導的研究

【研究代表者】赤松 幹之 (人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】赤松 幹之 (常勤職員1名)

【研究内容】

音声を用いた対話インタフェースの設計方針および評価法を確立するために、実際の路上で運転をしながら、音声対話型のインタフェースを用いた車載またはテレマティクスシステムを使用し、その際の使用の特性や運転行動への影響を計測して、蓄積することを目的とする。そして、米国、トルコ、そして日本にてデータを収集して、国際間の比較を行なう。

本年度は、車両の挙動を検知するセンサとドライバの発話を記録する装置を搭載した車両を用いて、高速道路を含む一般道の走行実験を行なって得られた走行中の人との対話および機器との対話の分析を行なった。自動車が走行時の機器との対話と停車時の対話における発話タイミングを比較したところ、運転中の方が発話開始タイミングの変動幅が小さく、画一的な対話が行なわれるのに対して、停車中では変動幅が大きいことから、内容に応じて対話の仕方を変えていることが分かった。また、タイミングの平均値を比較すると、停車中の方が発話タイミングが早く、オペレータ側の発話が終了する前にドライバの発話が始まっていることが分かった。また、人との対話の場合と機器との対話の比較をすると、機器との対話の場合には使われる語彙数が少なくなり、また発話速度も低下した。また、機器の音声認識性能が高くなると、語彙数が増加する一方で、発話の明瞭性が低下することが分かった。このことから、対話システムの認識性能が不十分であると、人と対話する時と同様な自然な対話ができないことが対話システムの使いにくさの要因であることが分かった。また、これらの成果を基にして、対話システムの評価法についての国際標準化の可能性について、各国エキスパートと検討を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】運転行動、対話システム、音声インタフェース

【研究題目】AFM を用いたナノ物質形態の精密評価手法の ISO 国際標準化

【研究代表者】一村 信吾  
(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】井藤 浩志 (常勤職員2名)

【研究内容】

ナノテクノロジーの発展に伴い、原子間力顕微鏡 (AFM) が標準ツールとして利用されつつある。それに伴い、測定機器、カンチレバー、探針形状等の仕様について、国際的なルール作りが求められている。特に、AFM では、探針形状の影響が測定画像に畳み込まれる形で直接的な影響があるため、その標準化が強く望まれている。これまで、探針の形状については、先端曲率で表示するのが一般的であったが、これは必ずしも使いやすなものではなく、1つの指標にすぎなかった。探針の形状を容易に測定するためには、その場利用可能な探針評価用試料が必要である。この目的で、多層膜断面を利用したプロセスを開発し、5 nm 以下の先端曲率に対応可能な、1 nm 精度の探針形状評価用標準試料を作成した。この探針評価構造を用いて、シリコン探針やカーボンナノチューブ探針の評価を行い、探針評価構造を用いて評価した構造と電子顕微鏡で測定した実形状が、測定精度の範囲で一致することを確認した。この研究に基づいて、探針のアスペクト比の変化を図示する探針形状特性の表示方法と、AFM 画像の信頼性判定方法を開発した。この結果に基づいて、2008年度に ISO/TC201/SC9 に探針の評価方法を提案し、NWIP 提案の投票が行われ、審議が開始された。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 原子間力顕微鏡、探針、カンチレバー、プローブ、チップキャラクタライザ、ISO

【研究題目】 e インフラストラクチャ構築のための国際標準セキュリティポリシー策定事業

【研究代表者】 田中 良夫 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 田中 良夫、関口 智嗣  
(常勤職員2名)

【研究内容】

複数の組織が資源を共有する e インフラストラクチャにおいては、セキュリティポリシーのすり合わせおよびユーザが容易に利用可能なセキュリティ基盤の実現が必要である。本研究においては、次世代情報処理基盤として研究が進められている e インフラストラクチャにおけるセキュリティ基盤の構築・運用に関する技術開発として、標準セキュリティポリシーの策定および e インフラストラクチャにおける認証・認可を実現するセキュリティシステムの設計・実装を行う。

本研究においては、各組織の公開ポリシーを尊重したアクセス制御を実現する認証・認可システムの設計およびプロトタイプ実装と評価を行った。認証は Grid Security Infrastructure (GSI) に基づいて行うが、ユーザ証明書や秘密鍵の管理などをユーザに意識させないインタフェースを設計・実現した。具体的応用例として衛星データを適切なアクセス制御のもとに配信するシステムを構築し、有効性を検証した。その結果、サービス

提供者およびユーザの要求に応じて複数のセキュリティレベルが実現されることと、ユーザが証明書の操作などセキュリティの煩雑な処理を行なうことなく容易に e インフラストラクチャを利用する環境が構築されたことを確認した。

セキュリティポリシーの標準化については、アジア太平洋地域におけるポリシー策定委員会である As 認証局の運用要件を Open Grid Forum (OGF) において文書化した。“Guidelines for auditing Grid CAs” を Open Grid Forum ドキュメントとしての公開をめざして作成、査読、修正を進め、2008年9月に公開コメントを受け付けるためにドキュメントエディタに送付した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 グリッド、セキュリティ、e インフラストラクチャ、セキュリティポリシー

【研究題目】 イオン液体を用いた新しいガス分離・精製方法の開発

【研究代表者】 金久保 光央 (コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究担当者】 金久保 光央、川波 肇、川崎 慎一郎、新妻 依利子、山崎 ふじみ、E. Price、M. A. Stadtherr、J. F. Brennecke  
(常勤職員3名、他5名)

【研究内容】

有機性イオン種からなるイオン液体は、不揮発性で大気中への放散が防げる低環境負荷溶媒であり、二酸化炭素、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub> などの酸性ガスを大量かつ選択的に物理吸収する特殊液体である。本研究では、二酸化炭素の分離・回収や高純度水素精製などにおける従来プロセスのクリーン化と高効率化を目指し、国際的な枠組みの中で、酸性ガス吸収能力に優れたイオン液体の開発、ならびにその諸物性解明を通じ、プロセス基盤技術の確立を行なう。

これまで用いてきた水晶振動子法によるイオン液体の CO<sub>2</sub> 吸収特性の実験では、モル分率などの組成を調べることは可能であったものの、密度や体積に関する情報を入手することは困難であった。一方、イオン液体を用いた物理吸収法では吸収液の体積当りのガス吸収量が重要な因子であることが示された。そこで、新たにサファイアセルを用いてガス加圧時の吸収液の体積および質量変化から単位体積当りの吸収量を決定できる可視化質量法の装置開発を行なった。それを用いて、数種のイオン液体の CO<sub>2</sub> 吸収特性について調査研究を進めた。さらに、昨年度試作した流通式ガス分離精製試験装置を改良し、1-ブチル-3-メチルイミダゾリウム ビス (トリフルオロメチルスルホニル) アミド [BMIM][Tf<sub>2</sub>N] を物理吸収液として、種々の温度および圧力条件において混合ガス (75% N<sub>2</sub>-25% CO<sub>2</sub>) からの CO<sub>2</sub> 分離精製試験を行なった。その結果、精製ガス中の N<sub>2</sub> 濃度は ~95% を超え、

温度上昇にともないわずかに減少するものの、圧力を増加してもほとんど変化せず、高圧ほど一度に大量のガスを分離精製できることが明らかとなった。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 イオン液体、二酸化炭素、物理吸収、ガス分離精製

【研究 題目】 ASEAN 諸国における角度標準技術の高度化と国際比較の確立に関する研究

【研究代表者】 渡部 司（計測標準研究部門）

【研究担当者】 Anusorn Tonmueanwai（タイ）、  
Watcharin Samit（タイ）、  
Agustinus Praba Drijarkara  
（インドネシア）  
（常勤職員1名、他3名）

【研究 内容】

各国の角度の国家標準装置は校正原理が異なるだけでなく、校正対象の角度計測器が異なり統一性が無い。このことが角度標準のグローバルな相互承認の確立への障壁となっている。当該研究の目的は共通の自己校正方式に基づく自己校正機能付きロータリテーブルの開発を共同で行い、各国の異なる校正原理を持つ装置をユニバーサルな立場で精度評価するとともに、角度標準の相互承認を高度化するため、社会ニーズにあった新しい国際比較を ASEAN 諸国が先導的に行う。

昨年度検討した自己校正機能付きロータリテーブルの仕様と部品選定をもとに日本用の装置開発を行った。ロータリエンコーダの目盛盤の周りに複数個のセンサヘッドを配置するが、その配置を工夫することで角度偏差の校正値を高次成分まで求められる装置を作製し、不確かさで約0.1秒程度の精度が得られる装置開発ができた。今後開発するインドネシア・タイ用の装置の仕様として更なる高精度化と小型軽量化と低価格化の検討を行った。APMP 国際比較を実施すべく校正プロトコルのドラフト版の作製を行った。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 角度、ロータリエンコーダ、自己校正、国家標準

【研究 題目】 レーザフラッシュ法による固体材料のインヒレントな熱拡散率測定方法の確立および国際的ガイドラインの提案

【研究代表者】 阿子島 めぐみ（計測標準研究部門）

【研究担当者】 阿子島 めぐみ、阿部 陽香  
（常勤職員2名）

【研究 内容】

熱対策・熱利用の観点から、固体材料のより信頼性の高い熱拡散率・熱伝導率の値が求められている。現状の熱物性値実用測定装置や測定規格は、経験的でプロシージャルな内容であり、そのニーズを満たしていない。本

研究では、日本とフランスの計量標準研究所の共同研究チームにより、レーザフラッシュ法（以下、LF 法）を用いてインヒレントな熱拡散率・熱伝導率を絶対測定する技術を確立することが目的であり、その測定手順や不確かさ評価のガイドラインを作成して、産業界へ波及させるとともに、同分野の計量標準や標準化における日本の先導力および欧州との協力関係の強化を図ることが目標である。本プロジェクトは平成20年1月1日～平成24年12月31日までの4年間を予定している。今年度は、共同研究先の LNE（Laboratoire National de Metrologie et d'essais：フランスの計量標準研究所）と今後の方針について詳細に相談し、LF 法によるインヒレントな熱拡散率測定手順のテスト測定に用いる材料を検討した。そして、数種類の金属とセラミックスを候補材料と決定し、それらを手入して測定用の形状に加工し、予備測定を行った。熱伝導率を議論する際に必要な比熱容量の測定方法について、ISO や JIS を中心に文献調査を行った。また、DSC 法および断熱法による比熱容量測定の実験予定を検討した。

【分 野 名】 標準・計測

【キーワード】 熱拡散率、材料評価、標準化

【研究 題目】 ニワトリ卵を用いた有用蛋白大量生産法の基盤技術の開発

【研究代表者】 大石 勲

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】 大石 勲、吉井 京子（セルエンジニアリング研究部門）、

Juan Carlos Izpisua Belmonte

（米国・ソーク研究所）、

Concepcion Rodriguez Esteban

（米国・ソーク研究所）

Joaquín Rodríguez León（スペイン・バルセロナ再生医療センター）

（常勤職員1名、他4名）

【研究 内容】

バイオ医薬に代表される有用蛋白質は、今後もニーズが大きく拡大すると予想されている。ニワトリ卵は安価で高純度の蛋白質を多量に含むため、有用蛋白質を製造するバイオリクターとして期待されているが、実用化に向けての課題も多い。本研究ではニワトリ卵をバイオリクターとして活用し、様々な蛋白質を安定して生産する基盤技術の開発を試みている。

年度進捗状況：

蛋白質の大量生産に向けたトランスジェニックニワトリの開発のために外来遺伝子を効率的にニワトリ生殖系列に導入する必要がある。これまでに様々な方法が試されているが、我々は遺伝子導入や遺伝子発現調節、導入遺伝子の解析などで比較的自由度が高いと考えられるニワトリ始原生殖細胞（Primordial Germ Cells; PGCs）

を用いた技術の開発を目指し、本年度は新たな PGC 株の単離と培養技法の確立、単離した細胞株の検定等を中心に研究を行った。ニワトリ 2.5 日胚の背側動脈ならびに末梢血管より採血を行い、Buffalo rat liver ((BRL) 細胞を feeder として細胞培養を行い、複数の細胞株を得た。これら細胞株における Vasa、Dazl、Nanog、Oct-4 といった PGC 特異的あるいは未分化細胞特異的遺伝子の発現を指標とし、細胞株のスクリーニング、培養法の検討を行った。その結果、PGC 株の樹立に成功するとともに、生殖細胞の特質を維持したままの安定培養法や、凍結保存法を確立した。これにより、ニワトリ卵を用いた有用蛋白質大量生産法の基盤技術の開発に必要な遺伝子導入、発現制御、ならびにその検定といった解析が可能となり、今後の研究に向けての基盤が確立されたと考えられる。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】蛋白質生産、ニワトリ、バイオリアクター、始原生殖細胞、抗体医薬、遺伝子発現制御

【研究題目】調光ミラー複層ガラスの省エネルギー効果の評価手法の開発、及び省エネルギー効果を最大にするように光学特性を最適化した調光ミラーの作製

【研究代表者】山田 保誠

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】山田 保誠 (常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

本研究では、スウェーデン・ウプサラ大学と国際共同研究を行うことで、透明な状態と鏡の状態を自由にスイッチングすることのできる「調光ミラー」を用いた複層ガラスの省エネルギー効果を評価する技術を開発する。

本年度の成果は以下の通りである。

① 透明時にほぼ無色化でき、且つ可視光透過率の高い調光ミラーの開発

Mg-Ni 合金を用いた調光ミラーは、透明時において高い可視光透過率を有するが、黄色に着色するという問題点がある。他方、Mg-Ti 合金を用いた調光ミラーは、透明時ほぼ無色になるが、その可視光透過率は Mg-Ni 調光ミラーに比べて著しく低い。そこで、Mg-Ca 合金に着目して、透明時にほぼ無色化でき、且つ可視光透過率が高い調光ミラーの開発を目指した。Mg-Ca 調光ミラーは透明時においてほぼ無色であり、その可視光透過率は、最大値で46%であった。この最大値は、調光層に Mg<sub>6</sub>Ni を用いた調光ミラー (50%) とほぼ同等であった。以上のように「透明時にほぼ無色化でき、且つ可視光透過率の高い調光ミラー」の作製に成功した。

② 調光ミラーのスイッチングメカニズムの解明

分光エリプソメータ (SE) は膜に偏光した光を入

射し、その反射光の偏光状態を解析することによって膜厚を見積もる。鏡状態の調光ミラーのような金属膜では消光係数が大きいので、膜厚が厚い場合、基板との界面まで光が到達できず、膜厚を正確に見積もることができない。そこで、調光ミラーのスイッチングメカニズムを解明する第一段階として、SE で見積もることができる Mg-Ni 合金膜の最大膜厚を評価した。その結果、成膜時間を増加しても、SE で見積もった膜厚は約100 nm で飽和した。これより、SE の見積もることができる Mg-Ni 合金膜の最大膜厚は100 nm 程度であることがわかった。本研究の目的は、調光ミラーのスイッチングメカニズムの解明であるため、膜厚方向での Mg-Ni 合金膜の水素化の様子を正確に観察する必要がある。以上より、Mg-Ni 調光ミラーの全膜厚は50 nm 以下が適当であると判断した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】調光ミラー、分光エリプソメータ、省エネルギー効果、コンピューターシミュレーション

【研究題目】高品質半導体ダイヤモンドによる耐環境低損失パワーデバイスの開発

【研究代表者】梅澤 仁 (ダイヤモンド研究センター)

【研究担当者】梅澤 仁、ラマヌジャム クマレサン、ソム クマラグルバラン

【研究内容】

ダイヤモンドは既存材料では難しかった高温環境動作や、安定かつ低損失な次世代パワーデバイス材料として有望視されている。本研究では、高電圧・高温動作パワーデバイスを実現するために必要な材料面及びデバイス面の要素技術研究・評価を行い、冷却システムフリーの革新的低損失パワーデバイス実現に向けた先導的研究をおこなう事を目的としている。本年度は4年計画中の2年目として、前期中間目標である(1)高品質ダイヤモンド合成技術:エピ欠陥評価(放射光を用いた X 線トポグラフィ評価)、ドーピング技術の定量評価、高速成長(高耐圧ドリフト層成長)、(2)要素技術開発:ダイヤモンド加工による低抵抗コンタクト形成、表面修飾技術評価(障壁高さ制御技術)、(3)評価技術開発:高温・高出力素子評価技術の確立、を目指して研究を行った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ダイヤモンド、半導体、パワーデバイス、高温動作、ショットキーダイオード

【研究題目】高性能の凝固体型有機色素太陽電池の開発

【研究代表者】原 浩二郎 (太陽光発電研究センター)

【研究担当者】甲村 長利 (光技術研究部門)、

Zhong-Sheng Wang、崔 彦

(以上太陽光発電研究センター)

(常勤職員4名)

**【研究内容】**

本プロジェクトでは、有機色素を光吸収材料とし、新規のイオン性オリゴマーゲル化剤によりゲル化したイオン性液体系擬固体電解質を用いた、高性能かつ安定で実用化可能な有機色素太陽電池を開発することを目的とする。平成20年度は、太陽エネルギー変換効率7% (AM1.5G (100 mW/cm<sup>2</sup>) 条件下、非溶媒系電解液を使用) と500時間以上の耐久性の達成を目標とする。

ヘキシルチオフェンにより機能化したMK-2色素を用いた太陽電池で、従来型の有機色素に比べて開放電圧を向上させることに成功し、溶媒系電解液で8.3%の高効率を達成した(疑似太陽光照射下、遮光マスクあり、反射防止膜なし)。さらに、非有機溶媒イオン性液体電解液を用いた太陽電池で7.3%の高い変換効率を達成した(イオンゲル電解質を用いた太陽電池では、5.5%)。さらに、セル特性の耐久性試験をおこなった結果、紫外線カットのAM1.5G条件下において、連続照射2,000時間以上の良好な耐久性を得ることができた(MK-2色素およびイオン性液体電解液)。これらの結果により、今後のさらなる高効率化や高耐久性化が期待できる。

おもな研究成果外部発表 1) Z.-S. Wang et al., Chem. Mater. 2008, 20, 3993. 2) Z.-S. Wang et al., J. Phys. Chem. C, 2008, 112, 17011.

**【分野名】** 環境・エネルギー

**【キーワード】** 太陽電池、有機色素、イオン液体、電解液、イオンゲル、ゲル化剤、電解質、色素増感、光電変換

**【研究題目】** DNA伸長合成反応のリアルタイム1分子検出による高速DNA1分子シーケンス技術の研究開発

**【研究代表者】** 平野 研 (健康工学研究センター)

**【研究担当者】** 平野 研 (常勤職員1名)

**【研究内容】**

来るべきゲノム医療では、個々人のゲノム情報を解析することで罹患可能性を科学的に高い確率で予測し、がん等疾患の予防のためのリスク把握と自己管理が将来的に実現できると考えられている。そのためには、個々人のゲノムを高速に且つ安価に取得できる従来にはないDNAシーケンサーの革新的開発が求められる。そこで、本申請研究では、DNAポリメラーゼが伸長合成反応時に順に取り込む蛍光標識された塩基をリアルタイムに識別し、DNA1分子から超高速にDNAシーケンスを行う手法を確立し、将来的に装置実用化を行うための布石を構築することを目標としている。

今年度は、超高感度EM-CCDカメラシステムを導入し、蛍光色素1分子を検出するシステムを改良・構築することで、微弱1分子蛍光の高感度検出と高コントラストの画像取得を確立し、従来よりも高いS/N比でDNA

塩基配列を示す蛍光色素1分子をリアルタイムで計測することが可能となった。また、4種類の蛍光色素を同時に検出するために、蛍光励起時に自家蛍光の発生が少ない赤外域波長のレーザーを導入し、検出装置のさらなる改良を行った。その結果、次年度の1分子シーケンスに必要な4種類の蛍光色素1分子をリアルタイムかつ同時に高S/N比で検出可能な改良型全反射顕微鏡システムを確立することができた。

また、レーザーの励起波長に対応する蛍光色素を標識したdNTPに対する、ポリメラーゼの取り込み活性について機能解析を行った結果、当該レーザーに至適な蛍光色素をスクリーニング・選定することができ、蛍光色素1分子をリアルタイムに同時に検出するために必要な基質を確立することができた。また、ポリメラーゼの機能解析を高速化するためにシーケンスゲル電気泳動手法の改良技術も開発した。さらに、次年度の検討に必要な蛍光標識基質の合成・精製方法の基礎的検討を併せて行い、改良は必要なものの当該実験系を構築することができた。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** ゲノム解析、DNAシーケンス、1分子計測、DNAポリメラーゼ、テーラーメイド医療、遺伝子

**【研究題目】** 近接場光による光制御型マイクロバルブの集積化を利用したストレス計測用Point-of-Careデバイスの開発

**【研究代表者】** 永井 秀典 (健康工学研究センター)

**【研究担当者】** 永井 秀典 (常勤職員1名)

**【研究内容】**

近接場光による光制御型マイクロバルブについて、酸化チタン成膜条件を最適化し、膜厚は50 nmのアナターゼリッチな結晶構造が近接場光制御型マイクロバルブに有効であることを確認した。親水化時に疎水性プレポリマー光脱離を抑制することで光制御型マイクロバルブの同時制御を実現し、EIA用Lab-on-a-Diskを開発した。特に、利便性の高い架橋剤および、秤量機構の開発に成功し、既存のEIAキット同様の高い分析再現性を実現した。

**【分野名】** ライフサイエンス、ナノテクノロジー・材料・製造

**【キーワード】** オンチップ型光制御バルブ、イムノアッセイ

**【研究題目】** 新規マイクロ化学合成・ガス拡散型リアクター(MC-GDR)により爆発雰囲気完全に制御し、ナンバリングバックアップにより生産性を強化した、水素および空気(酸素)の直接反応によるオンサイト過酸化水素合成プロセスのプロトタ

## イブの開発

【研究代表者】井上 朋也（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】井上 朋也、大瀧 憲一郎  
（常勤職員1名、他1名）

## 【研究内容】

## 目標

安価かつ高品位の過酸化水素を供給できるオンサイト製造プロセスについて、マイクロ化学合成技術に立脚してプロトタイプを開発する。過酸化水素製造プロセスには水素および空気の直接反応プロセスを採用する。爆発リスクを著しく低減する観点から新規にマイクロ化学合成・ガス拡散型リアクター（以下 MC-GDR）を提案・製作する。さらに、MC-GDR の50～200倍へのナンバリングアップ技術を確立する。

## 研究計画

今年度は、MC-GDR の製法を確立する。また定常的に反応を行うための方法を確立する。MC-GDR のナンバリングアップの検討を試みる。また、高さ方向のナンバリングアップ（パイルアップ）のためのマイクロチャンネルのデザイン検討を試みる。

## 年度進捗状況

ガス流通路と固定床部分について、断面積を前者について1/100とすることで圧力損失を補償することを着想した。エッチングと機械加工を併用し、それぞれガス流通路と液流通/固定床部を加工することにより、TMR の製作に成功した。本 TMR、ならびに TMR を用いた反応方法をクレームし、特許出願を行った。本発明の TMR を用いることで、10気圧で4重量パーセントを超える過酸化水素製造が可能になった。水素に対する収率も、定常的に10%を超えており、気液混相反応が効率よく行われていることが示唆されている。この成功の要因は、一つには TMR のデザインにより、マイクロ固定床内の気液混相流が、理想的なトリクルフロー条件に保たれていることにある。

もう1点の成功要因は、触媒の選択である。研究代表者は2003年の検討結果に基づき、当初活性炭担体のパラジウム触媒を検討したが、のべ48時間にわたる長時間運転により担体が酸化・消失する問題に行き当たった。現在、アルミナ担体触媒が利用可能となり、長期（のべ1週間程度）にわたる安定運転が可能となっている。しかし、反応解析を推し進めるにつれ、これは到達過酸化水素濃度が低かったためであることが明らかとなった。本反応には担持パラジウム触媒を使用しているが、これが過酸化水素の直接合成、ならびにその水素化分解のいずれをも触媒することが速度論的に明瞭となった。

また、TMR の発明/開発にめどが立った段階で、マイクロチャンネルの並列化によるナンバリングアップリアクターの検討に着手した。この場合、安定な気液混相流の実現のために、気液を均一に各マイクロチャンネル

に供給すること、かつ触媒を各チャンネルに均一に充填できることが課題となる。これらの条件を満たす MC-TMR をデザインに成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】マイクロリアクター・ナンバリングアップ・水素および空気（酸素）の直接反応プロセス・過酸化水素

## 【研究題目】分散型水素貯蔵および製造触媒反応プロセスの技術開発

【研究代表者】日吉 範人（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】日吉 範人、佐藤 剛史、長田 光正  
（常勤職員1名、他2名）

## 【研究内容】

本研究では、安全かつ高効率な分散型水素貯蔵・供給システムを構築するために、芳香族化合物の水素化反応による水素貯蔵と、水素化で得られる環状飽和炭化水素（有機ハイドライド）の脱水素反応による水素供給を、低環境負荷かつ高効率で行う触媒反応プロセスの技術開発を行う。芳香族炭化水素の水素化反応は反応熱が大きいため反応温度が上昇し、触媒が劣化することが問題となっているが、本研究では二酸化炭素溶媒を利用することにより、低温かつ高速で芳香族炭化水素の水素化反応を行う触媒反応システムの開発を行った。昨年度は、小型の高圧流通式水素化実験装置（反応圧力：～15 MPa、反応温度：～300℃、二酸化炭素流量：～10 mL(liq.)/min）を作成し、二酸化炭素溶媒を利用したトルエン水素化によるメチルシクロヘキサンの連続合成が可能であることを確認した。この結果を踏まえ、本年度は反応条件の検討を行った。コンピュータシミュレーションにより、二酸化炭素圧力11 MPa、二酸化炭素/トルエン比30、反応器導入温度20℃で反応温度の上昇を最小（50 K、二酸化炭素未利用の温度上昇：300 K 以上）にできること明らかにした。高圧流通式水素化実験装置を用いて上記条件でのトルエン水素化実験を行い、メチルシクロヘキサンを収率99%以上で得られることを実証した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素溶媒、担持金属触媒、有機ハイドライド、水素貯蔵、水素化反応

## 【研究題目】ゼオライトを用いたタンパク質リフォーリング法の確立

【研究代表者】富樫 秀彰（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】池田 拓史、富樫 秀彰、奈良 貴幸、関川 千里（常勤職員1名、他3名）

## 【研究内容】

大腸菌などで生産された組換えタンパク質は不溶性の

タンパク質へと変化してしまう場合が多いが、その不溶性タンパク質を変性させた後に再び巻き戻すことによって活性型のタンパク質として再生可能な場合がある。その手法は「タンパク質のリフォールディング技術」と呼ばれ、タンパク質の大量生産につながる技術として期待されている。本研究は、 $\beta$ 型ゼオライトをタンパク質吸着担体として用いる新たなリフォールディング技術の確立を目標としている。本年度は、担体として用いるゼオライトが持つ物性がリフォールディング効率に与える影響を明らかにすることを主眼として研究を進めた。また、タンパク質のリフォールディングに最適な条件を迅速かつ効率的にスクリーニングするシステムを構築した。

まず、含有するケイ素／アルミニウム比が異なる数種類の $\beta$ 型ゼオライトを作製した。それらを用いてリフォールディング効率に与える影響を調べたところ、一次粒子の大きさとリフォールディング効率の間に相関性があることがわかった。次に、タンパク質をゼオライト担体から遊離させるために用いる緩衝液中の添加物を検討し、タンパク質の回収率ならびに活性の回復率を改善させる化合物を選び出した。それらの結果を元に、リフォールディング用緩衝液の pH、塩濃度、添加物の種類を最適化するスクリーニングシステムを構築した。

次年度は、 $\beta$ 型ゼオライトを大きな粒状に造粒し、カラムとして用いることで大規模なリフォールディングにも対応できる装置のプロトタイプを作製する。また、リフォールディング条件最適化システムと組み合わせた形での製品化を目指す。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 ゼオライト、タンパク質生産

【研究題目】 同一組成セラミックスメンブレンリアクターを用いた天然ガスの新規変換システムの提案に関する研究

【研究代表者】 濱川 聡（コンパクト化学プロセス研究センター）

【研究担当者】 濱川 聡、伯田 幸也、長瀬 多加子、星 靖（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

本研究は、天然ガスを資源とする輸送燃料製造プロセス（GTL プロセス）の最重要要素技術である、合成ガス製造工程の抜本的な改良を可能とするセラミックスメンブレンリアクターの開発を実施するものである。本年度は、酸素透過膜である  $\text{Ca}_{0.8}\text{Sr}_{0.2}\text{Ti}_{1-x}\text{Fe}_x\text{O}_{3-\delta}$ （以下、CTO と略す。）の薄膜化を目的に、膜材料の CTO ナノ粒子の超臨界水熱合成手法について検討した。実用化に向けてナノ粒子の大量合成手法として高圧フィルターに蓄積する方法を検討し、内部フィルターの選択により長時間連続運転できる手法を確立した。また、超臨界水熱合成法は一段で CTO 担体に Ni 触媒を担持できる高表面積、高活性触媒の調製方法であることも判明した。今

回調製した Ni/CTO は、800℃において、 $\text{CH}_4$ 転化率 99%、CO 選択率96%と極めて高い活性を示し、従来法（Sol-Gel）により調製した CTO に Ni を含浸させた触媒（SCF-impregnation）と比較して高い活性を維持することがわかった。これらの結果は、CTO ナノ粒子を用いた薄膜化の有効性を示すものである。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 セラミックスメンブレンリアクター、酸素透過膜、超臨界水熱合成

【研究題目】 モード同期ファイバレーザによる広帯域光コムを用いた光周波数計の開発

【研究代表者】 稲場 肇（計測標準研究部門）

【研究担当者】 稲場 肇、中嶋 善晶（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

波長多重通信の基準波長や、製造業で重要な長さの基準としての波長（周波数）安定化レーザの周波数校正の労力を軽減するべく、正確かつ小型な「光周波数計」を開発する。

平成19年度までに、長期連続稼働が可能な光コムシステムを用いた波長633 nm ヨウ素安定化ヘリウムネオンレーザ（精密測長用途）および波長1.5  $\mu\text{m}$  帯アセチレン安定化レーザ（光通信用途）の測定を行うと共に、アドバンテスト研究所と協力し、小型化のための CEO モジュールなどの開発を行い、スぺアサイズの試作機を製作して各ビート信号の検出を行っている。平成20年度はこの試作機を産総研に持込み、産総研が製作した光周波数コムシステムとの比較実験を行い、性能を評価した。平成21年度は、GPS 受信機と GPS 制御ルビジウム発振器を導入し、原子時計を保有しない研究現場においても十分な性能を有する光周波数計を実現する。

平成20年度の産総研における試作機評価の結果、光周波数計は100秒平均で $10^{-13}$ 程度の周波数安定度を保有することがわかった。これは現在光通信帯波長や精密測長で求められる $10^{-7}\sim 10^{-8}$ をはるかに上回り、現実的にはこれ以上必要ない正確さが実現された。また、各信号の位相同期に改良を施し、アドバンテスト研究所において1週間連続の動作が確認された。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 モード同期ファイバレーザ、光周波数コム、光周波数計

【研究題目】 単純形体に基づくピッチマスターゲージとそのナノレベル測定技術の開発

【研究代表者】 大澤 尊光（計測標準研究部門）

【研究担当者】 大澤 尊光、佐藤 理、近藤 余範（計測標準研究部門）、小森 雅晴（京都大学）（常勤職員2名、他2名）



### 〔研究内容〕

自動車をはじめ、風力発電装置、航空機、船舶等、様々な分野で使用されている歯車等の回転体用の円ピッチ測定を対象として、国家標準レベルから生産現場レベルまでの技術的欠落のないナノ精度ピッチ保証体系の構築を目指し、以下のような研究開発を実施する。

- ① 高精度に製作可能な単純形体（球・円筒・平面等）に着目したピッチ標準器（ピッチマスターゲージ）の開発、
- ② 角度標準技術である等分割平均法とレーザ干渉による高精度距離測定法を組み合わせたピッチマスターゲージのナノ精度測定技術の開発、
- ③ ピッチマスターゲージを用いた生産現場用測定機の高精度検査・校正法の開発、
- ④ ピッチ測定用の小型・高精度検出器の開発を行う。

平成20年度は、平成19年度に設計・製作した磁力ならびにばね力を使用した2種類のピッチマスターゲージの安定性評価を実施し、0.1  $\mu\text{m}$ 以下の繰り返し再現性を得た。また、新たに前年度の構造とは異なるピッチマスターゲージを製作し、その高精度かつ効率的な校正手法の提案とその実証及び不確かさ算出法を考案した。その結果、座標測定機を用いて0.2  $\mu\text{m}$ 以下の不確かさでゲージ校正できることを確認した。さらに、校正したピッチマスターゲージを歯車測定機にて測定した際の実用性確認とその際の不確かさ算出法を考案した。その結果、0.5  $\mu\text{m}$ 程度の不確かさで歯車測定機を評価することができ、その実用性が確認された。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 歯車、ピッチ、精密測定、トレーサビリティ

### 〔研究題目〕 人と共存して動作する次世代生産ロボットのための高速ビジョン安全領域センサの開発

〔研究代表者〕 中坊 嘉宏（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 中坊 嘉宏（常勤職員1名）

#### 〔研究内容〕

本研究では、従来困難であった同一空間中での人とロボットの共同作業を可能にするため、両者を監視して危険を回避する高速ビジョン安全領域センサを開発する。最高1msで画像の取得と処理を行う超高速ビジョンを基本に、新たに信頼性の高い能動センシングを適用し、企業と共同して実用化を図る。

今年度は、4) 安全領域センサシステムとしての最適化設計と実用化試作について、発光型マーカで最も問題となったサイズの小型化を最優先に、発光光量、使用LEDの波長帯、消費電力の極小化などについての前年度までの最適化設計に基づいた、試作開発を完了した。

具体的に、試作した小型マーカについて、符号信号を

送信するアルゴリズムを実装し、提案アルゴリズムが動作することを確かめた。また、作業の邪魔にならない携帯に適した形状とともに、想定する作業環境で、設計どおりにビジョンシステムで認識可能であることを確認した。

一方、ビジョンセンサとしては、これまでの汎用型のシステムに対して、多点の高速重心位置計測に機能を特化した新たなビジョンシステムの試作開発を完了した。上で示したとおり、実際にマーカの認識が可能であることが確認できた。

また、5) 網羅的なリスクアセスメントと残留リスクの低減について、対象作業の手順解析から、リスクアセスメントを行い、リスク低減とユーザの可用性とのバランスをどうとるかについて検討を進めた。その結果、これまで想定していた作業環境では、人が様々な作業を平行して行うことから、マーカの装着は困難であることがわかった。そのため、別途、新しい工場作業環境を想定して、マーカによる認識実験の計画を再構築する予定である。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 超並列・超高速ビジョンシステム、安全防护装置、侵入検知センサ、ビジュアルフィードバック制御、アクティブセンシング

### 〔研究題目〕 酸化物交流電界発光原理の探求と素子開発

〔研究代表者〕 高島 浩（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 高島 浩（常勤職員1名）

#### 〔研究内容〕

環境負荷が小さく耐熱性・耐久性に優れた面発光デバイスを化学的安定性と界面設計性の両面において優れているペロブスカイト型酸化物によって開発する。蛍光体・誘電体・電極材料で異なる電子状態を有する異種材料の接合を発光機構に基づいて設計・制御し、これによりキャリヤの注入と発生の効率を高め、これによって高輝度電界発光を実現する。SrTiO<sub>3</sub>を絶縁層、Pr-(CaSr)TiO<sub>3</sub>を発光層に用いた二重絶縁構造EL素子において交流10V印加によって透明電極全体で赤色面発光することを見出し、その際の発光層の電界が  $E_s=8.0 \times 10^4 \text{ V/cm}$  であることを実験的に明らかにした。この値はこれまでの無機ELの発光開始電界に比べ2桁小さい。

この結果、化学的安定性に優れた低電圧駆動無機ELの実証に成功した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 無機EL、低電圧駆動、ペロブスカイト型酸化物、面発光

### 〔研究題目〕 移金属酸化物接合の電界誘起抵抗変化効

## 果の機構解明と不揮発メモリ素子の開発

〔研究代表者〕澤 彰仁（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕澤 彰仁（常勤職員1名）

## 〔研究内容〕

本研究では、遷移金属酸化物接合で発現する巨大電界誘起抵抗変化（CER）効果の動作原理の解明と、CER効果を利用した抵抗変化型不揮発性メモリ素子の開発を目的としている。材料横断的な研究を通して系統的に遷移金属酸化物界面の電子状態を理解するとともに、メモリ素子に好適な遷移金属酸化物及び金属電極材料の探索、素子構造の開発を行うことにより、実用レベルの抵抗スイッチング及びメモリ特性の実現を目指す。

本年度は、 $\text{Ti/Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3/\text{SrRuO}_3$ 抵抗スイッチング素子の断面透過電子顕微鏡観察と電子エネルギー損失分光の実験から、電圧印加により  $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ 層の酸素イオンが移動することで、電極界面近傍の Mn イオンに価数変化が生じていることを明らかにした。素子の高温アニールによる特性変化の実験結果と合わせて、電極界面近傍で  $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ 層の酸素組成が変化することにより界面バンド構造が変化することが、抵抗スイッチングの動作機構に深く関与していること明らかにした。

〔分野名〕ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕不揮発性メモリ、遷移金属酸化物、抵抗スイッチング、界面エンジニアリング

## 〔研究題目〕フォトリソニック結晶ならびに光細線導波路を用いた超小型光クロスコネクタの研究開発

〔研究代表者〕山本 宗継（光技術研究部門）

〔研究担当者〕山本 宗継、岡野 誠（常勤職員2名）

## 〔研究内容〕

通信網のスループット向上のためには、光信号のままルーティングを行う光クロスコネクタスイッチが必要不可欠である。現在、光クロスコネクタスイッチとしては3次元 MEMS 構造を用いたデバイスが存在するが、大きく、制御に高電圧を要し、用途が限定される。そこで本研究では、末端への光クロスコネクタスイッチ導入、さらには機器間、チップ間の光信号処理への応用を考えた、小型・低電圧駆動、LSI に集積可能な光クロスコネクタスイッチの開発を目指している。

空気/GaAs/空気スラブ構造のフォトリソニック結晶をベースに導波路構造、ならびに方向性結合器構造を形成し、方向性結合器構造部分にマイクロヒーターを設置した光スイッチの試作を行った。全長 $<5\ \mu\text{m}$ 以下のデバイスにて消費電力 $<10\ \text{mW}$ 、スイッチング速度 $\sim 4\ \mu\text{s}$ のスイッチング動作を実現した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕フォトリソニック結晶、光スイッチ、光導波路、光集積回路

## 〔研究題目〕フレキシブル実装のための金属インク直描パターン非熱的焼結技術の開発

〔研究代表者〕吉田 学（光技術研究部門）

〔研究担当者〕末森 浩司（常勤職員2名）

## 〔研究内容〕

我々は、プラスチックフィルム上にアルミニウムなどの電極や配線をスクリーン印刷などの印刷法で形成する方法の研究開発を行っている。これは金属ペーストを用いてパターンを印刷形成した後、力学的エネルギーを加えることで焼結させる技術で、高温処理を必要としない。この方法を用いれば、熱に弱い汎用プラスチックフィルム上でもアルミニウムなどの電極や配線パターンが印刷により形成できる。

従来は、金属ペーストを用いて印刷パターンを形成した後、 $400^\circ\text{C}$ 以上の高温で加熱焼成処理して金属粒子を凝集させ金属パターンの抵抗を低下させる必要があった。しかしながら、アルミニウムなど高温で酸化しやすい金属は、この焼成過程で酸化され抵抗が大きくなってしまったため、電極や配線パターンを印刷形成することは困難とされてきた。我々は金属粒子を凝集させるために熱エネルギーの代わりに力学的エネルギーを用いる方法を開発し、高温による酸化を進行させずに金属粒子を凝集させ、 $150^\circ\text{C}$ 以下の低温で金属パターンの抵抗を低下させることに成功した。また、この方法を用いてアルミニウムをはじめ、さまざまな金属での印刷パターン形成が可能であることを見出した。

〔分野名〕情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕印刷デバイス、フレキシブルデバイス、印刷金属配線、低温焼成技術

## 〔研究題目〕高性能なプリンタブル n 型有機薄膜トランジスタの開発と有機 CMOS への応用

〔研究代表者〕近松 真之（光技術研究部門）

〔研究担当者〕堀井 美徳（常勤職員1名、他1名）

## 〔研究内容〕

p 型に比べて開発の遅れているプリンタブル n 型有機薄膜トランジスタ（TFT）の高性能化、安定性の向上を目指し、実用化に向けた研究を行う。また、p 型と n 型を組み合わせることで有機 CMOS を作製し、論理回路としての応用も検討する。

今年度は、プリンタブル n 型有機 TFT のゲート絶縁膜上の表面処理および半導体製膜条件の検討を行い、オクタデシルトリクロロシランで絶縁膜表面処理を行ったデバイスが、 $0.42\ \text{cm}^2/\text{Vs}$  とアモルファスシリコン並みの移動度を示すことを明らかにした。さらに、論理回路への応用の可能性を探るべく、p 型のオリゴチオフェン誘導体（BHD6T）と n 型のフラーレン誘導体（C60MC12）を用いて塗布型有機 TFT をそれぞれ作製し、論理回路の一つである CMOS インバータ（NOT 回

路)を作製した。その結果、良好な反転特性が得られ、ゲインは最大で75を示した。このゲインは、これまでの可溶性有機半導体を用いた報告の中では、最も高い値である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】有機トランジスタ、n型有機半導体、塗布プロセス、フラーレン

【研究題目】真空スプレー法を用いた高分子型 EL 素子製造装置の開発

【研究代表者】溝黒 登志子 (光技術研究部門)

【研究担当者】莫 暁亮 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

我々はポリマーと発光分子などの機能性有機低分子材料を溶媒にとかし、この溶液を真空中に噴霧して有機薄膜を形成する真空スプレー法を開発してきた。本法は従来の溶液を用いる製膜法に比べて多層や濃度傾斜膜の形成が容易、欠陥が少ない、高濃度の有機低分子をポリマー中に分散できる、凝集しにくいなどの特長があり、高分子型 EL 素子の高効率化・量産化を実現する革新的方法である。本研究では高分子 EL 製造装置としては未完成な真空スプレー装置を量産装置として完成させるため、下記4点の要素技術の改良を行う。

1) 噴霧ノズルの改良、2) 送液機構の改良、3) 薄膜表面加熱機構の改良、4) 液体窒素トラップの溶媒捕獲性能の向上

平成20年度は改良した真空スプレー装置により有機 EL 素子を試作した。スピコート法では形成が困難な、二層構造 (ポリマー層とポリマー中に電子輸送材料を混合した層) 及び濃度傾斜構造 (金属電極と ITO に挟まれたポリマー薄膜中の低分子系電子輸送材料濃度を、金属電極と ITO 電極間で徐々に変化させた構造) を持つ素子を作製した。これらの素子の輝度はポリマー単層膜とポリマー中に電子輸送材料を混合した単層膜からなる EL に比べて向上した。真空スプレー法はスピコート法に比べて優れた高分子 EL 製造方法であることを明らかにできた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】真空技術、デバイス設計・製造プロセス、有機 EL、ポリマー薄膜

【研究題目】高緻密高絶縁性を有する酸化膜のフィルム上塗布作成技術の開発

【研究代表者】植村 聖 (光技術研究部門)

【研究担当者】植村 聖、小笹 健仁 (常勤職員2名)

【研究内容】

電子デバイスを低温塗布技術で作製することによって、製造にかかるエネルギーを削減できるばかりか、フレキシブルデバイスという全く新しい形態のデバイスの実現が可能になる。本技術開発では、そのフレキシブル電子

デバイス用の高機能性絶縁膜を作製する技術として、我々が新規に開発したマルチソース光酸化技術を用いて、フレキシブルプラスチック基板上に優れた絶縁性およびバリア性を示す高緻密高絶縁性酸化膜を溶液プロセスで作製することを目的とした。さらに、こうした絶縁膜のフレキシブル耐性を向上させる技術の開発を行っている。

この技術は、有機溶媒に可溶性原料化合物を塗布法によって製膜し、それにマルチソース光酸化技術を適応することで酸化ケイ素膜等の薄膜を得るものである。平成20年度はその光照射方法を最適化することによって、酸化ケイ素薄膜の高絶縁化と作製プロセス温度の低温化に成功した。これにより高絶縁性酸化ケイ素薄膜をプラスチック基板上に塗布することが可能となった。またこの酸化シリコンとクレイとのナノコポジット膜を作製する技術の開発も行った。これはクレイ単層平板が基板面に対して緻密に並行配列した膜を作製できるものであり、フレキシブル耐性は高く、且つ水蒸気やガスバリア性に優れた保護膜の実現が期待できる。本技術により、様々なフレキシブル電子デバイスの保護膜を塗布法によって作製することが可能となる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】印刷デバイス、フレキシブルデバイス、保護膜

【研究題目】蒸散モニターによる農作物の高効率精密生産に向けた三次元ナノポーラスフィルムセンサーデバイス技術の開発

【研究代表者】星野 聡 (光技術研究部門)

【研究担当者】星野 聡、吉田 学 (常勤職員2名)

【研究内容】

植物の葉で起こる蒸散をはじめ物体表面等から蒸発や拡散などによって空間に放出される微量物質の時間変化を物体表面に密着添付して実時間での計測を可能にする、三次元ナノポーラスフィルムセンサーデバイス技術を確立し、この技術により灌水制御による高糖度果樹の栽培など農作物の高効率・精密生産に有用な、作物の葉に添付して蒸散量を直接計測するためのセンサの試作、蒸散量変化の高感度リアルタイムモニタリングを行なう要素技術の開発を行なっている。

平成20年度はナノポーラス高分子フィルムのポアサイズ、トランスデューサー分子であるポリチオフェン誘導体の最適分子構造の解明、付着濃度の最適化、電極構造の最適化に関して更なる最適化を進め、市販の蒸散量計測装置の計測下限である5 mmol/m<sup>2</sup>s の蒸散量の1/100レベルに相当する0.05 mmol/m<sup>2</sup>s 程度の極微量蒸散に対しても十分な出力電流信号を示すセンサの試作に成功した。また直流低電圧印加時における低ノイズ計測のための入出力機側のフィルタ性能改善を行い、蒸散速度で0.1 mmol/s 台の変化相当する極低水蒸気流変の出力

電流に対して、1/10以下のノイズレベル $10^{-11}$  A 台でのリアルタイム計測を可能にするフィルタ調整技術を確立した。また高効率なセンサ素子の製造を目的として、センサ素子製造装置の設計を行い、そのプロトタイプを完成させた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】有機半導体、印刷技術、デバイス、センサー、蒸散量モニター、農業応用

【研究題目】ピコリットル微小液滴反応場を利用した低分子系有機薄膜デバイスプロセスの開発

【研究代表者】長谷川 達生（光技術研究部門）

【研究担当者】山田 寿一（常勤職員2名）

【研究内容】

現在の半導体工場や大型パネルディスプレイ工場では、デバイス形成のため、多量のエネルギー投入を要する真空プロセスが用いられている。本研究では、真空プロセスを用いることなく高度な有機デバイスを製造する技術基盤を確立することを目的として、異質な微小液滴どうしを組み合わせ液体中に反応場を構築することにより、従来問題となってきた材料の凝集化を回避し、均質性に優れた低分子系有機半導体薄膜を得る新しい液体プロセスの開発を行う。本年度はこのための予備実験として、各種低分子系有機半導体材料の各溶媒に対する溶解性に関する検討を実施した。その一部には、高い移動度を示す低分子系有機半導体材料3種類（テトラシアノキノジメタン[TCNQ]、テトラチアフルバレン[TTF]、ジベンゾテトラチアフルバレン[DBTTF]）、10種類の有機溶媒（クロロベンゼン、1,1,2-トリクロロエタン、トルエン、p-キシレン、ジメチルスルホキシド、ブルチニトリル、ベンズニトリル、エチレングリコール、酢酸ブチル、テトラクロロエチレン）に対する溶解性に関するものがあり、その結果をまとめて得た。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】印刷技術、有機エレクトロニクス、インクジェット法

【研究題目】高感度光検出型メンタルヘルスクエアチップの開発

【研究代表者】福田 伸子（光技術研究部門）

【研究担当者】福田 伸子、牛島 洋史  
（常勤職員2名）

【研究内容】

光導波モードの発振により、基板上のカテコールアミン類を高感度蛍光検出できるシステムを確立することを目標とする。

今年度は、アルミニウムおよびシリカで作製された検出用チップ上にパターンニングされた検体を、光導波モードを利用した反射像および蛍光像同時取得技術により、

高感度検出できる装置の作製を行った。入射光はビーム径を広げて光強度をホモジナイズした後に偏光した光を用い、反射光は CCD カメラで取得し、反射像を得られるようにした。また、同時にチップ表面側にも CCD カメラを配置し、チップ表面の検体からの蛍光発光を取得し、蛍光像を得られるようにした。アドレナリン蛍光体を、マイクロコンタクトプリンティングにより、100点/cm<sup>2</sup>の密度（パターンサイズ：500・μm）で検出用チップ表面に印刷し、全反射条件下で375 nm の p 偏光を入射したところ、光導波モード発振時に、アドレナリン蛍光体パターンの反射像および蛍光像を同時に取得することに成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】カテコールアミン、光導波モード、ケミカルバイオセンサー、マイクロコンタクトプリンティング、イメージング

【研究題目】三次元ディスプレイを指向した空間発光媒体の開発

【研究代表者】木村 龍実（光技術研究部門）

【研究担当者】木村 龍実（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究開発は、実像での三次元ディスプレイの実現に必須となる空間発光媒体の開発を通じ、1秒間に10万ドットを超える実像を描画することを目的とする。具体的には、非線形光学効果を用いることにより、集光レーザーの焦点近傍のみに発光・散乱などの光学現象を誘起し、それを用いて特定の一点に輝点を表示しうる媒体を開発する。プロジェクト後半には、焦点を走査することにより媒体中に輝点からなる像を形成する体積走査型三次元ディスプレイの実現を目指す。このような三次元実像の表示が可能なディスプレイは、初期には広告やアート業界に導入され、より高精細化が進めば医療分野における画像診断支援、医薬開発分野におけるドラッグデザインの支援、航空分野における航空管制支援など多岐にわたる分野での利用が期待される。

平成20年度は、有機誘電体ナノ結晶分散液の再沈法を用いた作製条件を最適化し、さらに光重合によりそれを固化することに成功した。波長変換・散乱性能評価装置、および顕微観察装置の立ち上げを行った。本装置を用いて、有機誘電体ナノ結晶分散液の波長変換・散乱性能評価を行い、発光点をサンプル中に観測することが出来た。磁場を用いて有機誘電体ナノ結晶分散体中の有機誘電体ナノ結晶を配向させることに成功し、配向処理していない有機誘電体ナノ結晶分散体よりも輝度が向上することがわかった。また、波長変換・散乱性能は有機誘電体ナノ結晶の配向方向、レーザー入射方向、視点角度に依存していることがわかった。結晶サイズを大きくした有機誘電体マイクロ結晶分散液を作製し、輝度がより向上することを見出した。また、有機誘電体マイクロ結晶は有

機誘電体ナノ結晶よりも低磁場で結晶を配向させることが可能であることを新規に見いだした。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 非線形光学、空間発光、有機高分子、有機ナノ粒子

〔研究題目〕 ハイパーミラーによる遠隔技能トレーニングシステムの研究開発

〔研究代表者〕 熊谷 徹（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 熊谷 徹、森川 治、横山 和則  
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

目標：

指導者とのマンツーマンによる技能トレーニングは、スポーツの練習、伝統技能の継承、重要な医療行為である手術手技の習得等において、幅広く行われている。しかし、指導者と学習者が同じ場所にいる必要があるため、指導者が少ない技能では、円滑な教授が妨げられている。そこで本研究は、先端医療技術である内視鏡下鼻内手術を対象として、ハイパーミラーを用いた遠隔・自習技能トレーニングシステムを研究開発する。ハイパーミラーは、遠隔地にいる対話者が同じ場所にいる仮想映像を合成して呈示する遠隔対話インターフェースであり、優れた空間共有性を持つ。

研究計画：

内視鏡下鼻内手術を対象として、ハイパーミラーを用いた遠隔・自習技能トレーニングシステムを、金沢とつくばに設置し、提案システムの有効性を検証する。

年度進捗状況：

平成20年度（4月～6月）は、通信システム部・画像合成部・撮像カメラを改良し、ハイパーミラーの画像解像度を向上するとともに、4枚のハイパーミラーを1枚のハイビジョンモニターに合成して呈示するなど、提案システムの改良を行った。今後、研修医を対象にしたトレーニング実験を行い、実際の医療教育現場における提案システムの有効性を検証する予定である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 技能トレーニング、内視鏡下鼻内手術手技、遠隔教示、ハイパーミラー

〔研究題目〕 骨導超音波知覚を利用した重度難聴者のための新型補聴器の実用化開発

〔研究代表者〕 中川 誠司（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 中川 誠司、伊藤 一仁、籠宮 隆之、大久保 裕子、神原 文  
（常勤職員1名、他4名）

〔研究内容〕

従来の補聴器を使用しても聴覚を回復することができない重度難聴者は、日本国内に約85000人存在するといわれている。重度難聴者に残された聴力回復のための唯

一の手段は人工内耳であるが、皮下への埋め込みを必要とするうえ、必ずしも十分な性能を有しているとは言えない。一方、骨導（骨伝導）にて呈示された周波数20 kHz以上の高周波音（骨導超音波）であれば、聴覚健全者はもとより、重度感音性難聴者であっても知覚することができる。本研究では、骨導超音波知覚を利用した重度難聴者用の新型補聴器（骨導超音波補聴器）に実用的な性能を持たせることを目的として、各部の最適化や、安全基準・適用基準策定のためのメカニズムの解明に取り組んだ。

骨導超音波骨導超音波補聴器の聞こえにおよぼす音声特徴、両耳聴取の効果を検討した。その結果、文節長の違いによる特殊拍（促音、長音）の区別はかなり良くできること、高周波成分に依存する個人性の区別はやや難しいこと、複数チャンネルの骨導超音波によってある程度の音像定位が可能であることが明らかになった。

また、新しく得られた知見を取り入れた骨導超音波補聴器を試作し、重度難聴者を対象としてその実用性評価を行った。その結果、最重度重度難聴者にも適用できる可能性があることや、実用上での改良点に関する知見が明らかになった。一部の重度難聴者を対象とした長期モニタリングによって、使い勝手や改良点など、今後の開発に有用な情報を得ることができた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 重度難聴、補聴器、骨導超音波、明瞭度

〔研究題目〕 自己組織化マイクロリンクルを利用した微小体積液体のマニピュレーション

〔研究代表者〕 大園 拓哉

（ナノテクノロジー研究部門）

〔研究担当者〕 大園 拓哉、物部 浩達  
（常勤職員2名）

〔研究内容〕

シリコンゴム表面に密着する比較的硬い薄膜表面は側方応力下において固有な空間波長（200 nm-20 μm）を有するマイクロリンクル（シワ）が自発的に発生する。この微小スケールでのメカニカルな不安定性により形成した自発的凹凸構造は、パターンへの鋳型、マイクロ流路、細胞の制御培養、光学材料などの幅広い応用が考えられる。本研究の目的は、マイクロリンクルの溝を大気開放型毛細管として利用することでの微量の液体のパターン化や操作である。マイクロリンクルの微細形状は外部からの応力刺激に対して、可逆的に応答し、その溝の深さや、方向が制御できることが分かっている。

柔らかい弾性体基板であるシリコンゴムの清浄表面上に様々な高分子材料で硬い層を形成させ、応力下でマイクロリンクルを発生させる。さらに、外部応力によって凹凸構造を変形させることで、表面に載せた様々な液体（有機溶媒、メルト、溶液、液晶など）に対して毛細管力を発生させ、液体が溝に浸透していく現象をみつけ、

その条件について調査をおこなった。今後さらに研究を進めることで、新しいプリンタブルエレクトロニクスへ応用できるパターンニング方法や、バイオセンサーや微小反応場として応用可能なマイクロ流路技術として利用が見込まれる結果を得た。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロリンクル、微小液体操作、パターンニング、自己組織化、非線形

【研究題目】 水銀フリー殺菌源のためのダイオード型低エネルギー電子源の開発

【研究代表者】 竹内 大輔

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 竹内 大輔 (常勤職員1名)

【研究内容】

殺菌に対する需要は近年ますます高まっているが、安全や環境に悪影響のない手法の要求も同時に高まっている。これらを満たす殺菌源として紫外線と活性酸素が注目されているが、従来は放電灯を用いた大型装置が主流であり、家庭やオフィス、医療現場などのエンドユースへの導入を可能とする小型の固体殺菌源素子はなかった。

これに対し、室温で数 eV 以下の低エネルギー電子放出が、ダイヤモンド半導体ダイオードによって、原理的に可能であることが実証できた。これは、(1)ダイヤモンド表面を水素化することによって、電子親和力が負となる性質（負性電子親和力）が得られること、(2)その表面に供給する電子をダイオードのオン状態で得られること、による。このダイオードから放出される低エネルギー電子により、活性酸素の生成が可能である。ダイヤモンドダイオードのもう一つの機能である、殺菌紫外線発光と組み合わせることにより、1つのダイヤモンドダイオード素子で、紫外線殺菌に加えて活性酸素による殺菌効果が得られる高効率な水銀フリー固体殺菌源が実用化できる。

研究開発では、実証したダイオード型低エネルギー電子源の高効率化と、実用化に向けた動作検証を進める。電子源としては高効率化・大電流化が必要であり、原理証明で用いた構造は、n 形が最表面であるが、p 形を最表面として電子源として現状から二桁改善となる 0.1  $\mu\text{A}$  を達成できる見通しがある。一方、動作原理から、pn 構造ならびに pin 構造の二種類を比較し、構造最適化を進め、さらなる高効率化を進める。膜質ならびに界面制御が重要な課題であり、SIMS による不純物元素の分布、電気特性や発光特性の解析を進める。

本年度は、ダイオード動作測定装置の設計、作製を行い、装置導入、立ち上げを行った。同時に、p 形を最表面とした素子を試作し、室温で 250 nA（量子効率 0.014%）の pn 接合ダイオードが得られた。現在、pin 素子の作製と評価、ならびに界面構造制御技術に取り組み、さらなる高効率化を進めている。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電子源、ダイヤモンド、負性電子親和力、低エネルギー、ダイオード、活性酸素、紫外線

【研究題目】 カーボンナノチューブの金属・半導体型大規模分離技術の開発

【研究代表者】 田中 丈士

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 田中 丈士、卜部 泰子

(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

カーボンナノチューブ (CNT) は、金属型と半導体型が存在し、次世代エレクトロニクス材料としての応用が期待されている。しかし、金属型と半導体型を効率良く大量に分離できないことが実用化への大きな障害となっている。本研究では、独自に開発した、全く新しい CNT の分離法を発展させ、金属型及び半導体型の CNT を高純度かつ大量に、低コストで生産する技術を開発する。本年度は、ハイスループットな分離の条件検討が可能な実験系を確立した。それを用いて、約100種類の界面活性剤から金属・半導体 CNT の分離に使用できるもののスクリーニングを行い、僅かながらも分離能を有する新規な界面活性剤を2種類見出した。これまでも分離可能であると分かっていた界面活性剤の構造と共通する特徴から、異なる界面活性剤を予測して再度スクリーニングを行った結果、新たに分離に用いることができる2種類の界面活性剤を発見した。その内の1つは、これまでに最も分離能に優れた界面活性剤である「ドデシル硫酸ナトリウム」に匹敵する分離精度を有していることを明らかにした。また、ゲルに関しても、次年度以降のクロマトグラフィー分離に適した材料の探索を行い、保持量に優れた材料を見出すことができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、金属、半導体、分離、ゲル

【研究題目】 マイクロ流体の特殊な流れとその操作性を利用した自発的会合体の精密調製と製剤技術への展開

【研究代表者】 山下 健一

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 山下 健一、天本 真理子、大崎 祥子

(常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

バッチ調整による不均一な大きさのリポソームをマイクロ流路に送液しつつ、部分加熱などの外部刺激により当該リポソームをいったん分解させ、その後、均一性高く再集合させるという基本プロセスの実証を行った。その結果、マイクロ流路中に、ハイドレーション後の溶液、

すなわち不均一な大きさのリポソームを含む溶液を送液しながら、超音波を照射することにより、均一な大きさのリポソームを得ることに成功した。また、作る度に粒径分布が異なるという、いわゆる「ロット差」を解消することに成功した。つまり、誰が作っても、初めてでも、均一性の高いリポソームを得ることができるという特徴を有する。また、従来の均一リポソーム調整法とは異なり、本手法は、一切の有機溶媒を使用することもないため、後の使用に有利であり、テンプレート液滴を使用しないため、比較的量産にも有利であると考えられる。加えて、従来法として、パッチで異なる周波数の超音波を照射する均一化法も考案されていたが、本手法は「ロット差の解消」という点で、さらに有利である。一方、このようなリポソームの均一化の機構については、層流の持つ「秩序性の調整効果」によるものと考えている。本課題担当者はこれまでに、層流中において、溶質のコンホメーションや配向性などが変化すること、それに伴って化学反応の反応エントロピーを制御できることなどの報告を行っており、そのような層流による「秩序性の制御」に基づいた集合体の調製方法である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロリアクター、リポソーム、層流

【研究題目】 大電力密度電子デバイスの実現に向けた  
n 型ダイヤモンド半導体の低抵抗化なら  
びにオーミック接合技術の開発

【研究代表者】 加藤 宙光

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 加藤 宙光 (常勤職員1名)

【研究内容】

省エネルギー・高効率化社会を目指した革新的パワーデバイスの実現には、ワイドバンドギャップ半導体の導入が余儀なくされる。ワイドバンドギャップ、単元素共有結合半導体、高熱伝導率、高飽和ドリフト移動度を有するダイヤモンド半導体に着目し、提案者が持っている世界トップレベルの合成技術を基に、低抵抗化ドーピング技術や界面ナノ制御による低抵抗オーミック接合技術の開発など、電子デバイス化への基盤要素技術の確立を導く。

デバイス構築する上で不純物ドーピングレベルの広域な制御が要求される。特に高濃度ドーピングは薄膜の低抵抗化に直接つながり有効な技術となる。実用化に必要な(001)面では、(111)面に比べリンの取り込み効率が2桁以上も小さく、高濃度ドーピングに対し困難を強いられたが、本年度は、新しいドーピング法を提案し、難題をクリアした。(001)表面を加工することで成長の起点を制御し、(001)面上で<111>方向へ優先成長させる選択成長技術法である(特願2008-108365, PCT/JP2009/054264)。これにより(001)面でありながら高効率なリンドーピングを実現した。(001)面での

最高リン濃度は $\sim 1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ となった。この時の電流電圧特性から見積もられる比抵抗値は室温で $\sim 2 \times 10^2 \text{ } \Omega \text{ cm}$ 、測定温度を上げることで $\sim 3 \text{ } \Omega \text{ cm}$ まで低抵抗化が可能となった。

接触抵抗は金属と半導体間に生じる Schottky 障壁高さや半導体中の不純物濃度で決まる障壁幅で表される。これまでの研究により(111)面および(001)面を問わず、n型ダイヤモンド薄膜表面には強いフェルミ準位のピニングステートがあり、異なる金属を用いたとしても Schottky 障壁高さを変えることが不可能であった。つまり、接触抵抗低減の現実的な解は、不純物濃度の増大による障壁幅(空乏層幅)の低減が有効となる。

コンタクト抵抗の評価法は、精密な測定が可能な線形伝送線モデルに基づく伝送長法(TLM: Transfer Length Method)を用いた。伝送長とは、コンタクト直下に流れ込む電流によって生じる電圧降下領域を示す。一般に伝送長法では複コンタクト構造を使用し、孤立したn型半導体領域に電極の間隔を変えながら TLM 評価パターンを作成する。その電極サイズ、電極間隔などは、半導体領域のシート抵抗にあわせて最適化が必要となる。

理想的なオーミック特性は未だ得られないが、直線領域の傾きから試料の総抵抗値を見積もり、TLM 解析を行った。電極間隔との関係は、きれいな線形応答を示し均質なコンタクトならびに一樣な $n^+$ 層が形成されていることが分かる。フィッティングにより固有接触抵抗値を見積もると(111)面 $n^+$ ダイヤモンド層において $\sim 2 \times 10^{-3} \text{ } \Omega \text{ cm}^2$ が得られた。この値はこれまで報告されているリンドーピングn型ダイヤモンド半導体薄膜の接触抵抗値に比べ、6桁以上も小さな値となった。

$\sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ を超える高濃度ドーピングにより、Ti/ $n^+$ 界面の Schottky 障壁幅が減少し、トンネル確率が増大したことに因る。理想的には電界放出(FE: Field Emission)によるトンネル電流が望まれるが、表面の強いピニングステートの影響が残っており、熱電界放出機構(TFE: Thermionic Field Emission)による伝導機構であることが分かった。また、選択成長により形成した(001)面高濃度リンドーピング層においても TLM 解析を行い、有用性を明らかにした。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 ダイヤモンド、n型半導体、リンドーピング、接触抵抗、バイポーラデバイス

【研究題目】 簡便に合成可能な新規電解質ゲル化剤およびそれを用いた高機能ハイブリッドゲルの開発

【研究代表者】 吉田 勝 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 甲村 長利 (光技術研究部門)、  
松本 一 (ユビキタスエネルギー研究部門)、  
Beena James、大山 春美、  
後藤 みどり (常勤職員2名、他3名)

### 【研究内容】

本研究では特殊な実験条件を必要としない簡便な合成反応で、新規なゲル化剤化合物群を提供することを目的とする。現状の技術シーズをさらに発展させることにより、機能性のイオンゲルおよび SWNT 分散ハイドロゲルを用いた導電材料、電気二重層キャパシタ (EDLC) の作成など様々な応用を目指し、広範な技術分野に適用できる「基盤材料 (プラットフォームマテリアル)」としての電解質ゲル化剤のポテンシャルを合成・機能化の両面から精緻に検討する。本年は、共重合法の更なる展開により、誘導体の種類を拡張することに成功し、これまで困難だったアニオン交換を経ない有機溶媒のゲル化に成功した。また、外部機関との共同研究により、中性子散乱および光散乱の手法によって、ゲル化のメカニズムに関して有用な知見を得た。また、ゲル化剤の新たな機能として、グラム陽性菌・陰性菌に対する抗菌作用を見出した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ゲル、ヒドロゲル、電解質、イオン液体、単層カーボンナノチューブ、抗菌性

### 【研究題目】 カルコパイライト型半導体による Cd フリー蛍光標識の開発

【研究代表者】 上原 雅人

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 上原 雅人 (常勤職員1名、他1名)

### 【研究内容】

半導体ナノ粒子は、退色性、蛍光強度、単色励起多色発光など、ライフサイエンスにおける蛍光標識として、優れた特性を有している。しかし、市販の半導体標識は、RoHS 等の法規制の対象である Cd を含んでおり、生産および取り扱いに難点がある。我々は、これまでに Cd を含まない半導体として、カルコパイライト型蛍光ナノ粒子の合成に成功した。本研究では、同材料による蛍光標識の開発を目的とし、他の材料との複合化による発光強度 (蛍光量子収率) の向上を図る。

これまでの反応系で得られる  $\text{CuInS}_2$  ナノ粒子の発光起源は内部欠陥である。これまでに、金属イオンのドーピングでの欠陥制御による、発光の高効率化方法を見出した。本年度は、量子収率向上を目的として、欠陥制御および複合化の条件最適化を行い、蛍光量子収率20%以上での蛍光波長制御が可能となった。また、蛍光標識に向けて、化学的安定性の向上および生体適合性の付与のための、表面構造の改質を現在行っている。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノ粒子、蛍光体、半導体

### 【研究題目】 金属錯体ナノ粒子インクと多様な印刷・製膜技術による新機能エレクトロクロミック素子の創製

【研究代表者】 川本 徹 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 川本 徹、田中 寿、渡邊 浩、原 茂生、大村 彩子、後藤 昭人、石崎 学、栗原 正人  
(常勤職員2名、他6名)

### 【研究内容】

金属錯体、特にプルシアンブルー型錯体ナノ粒子のエレクトロクロミック特性を利用し、液体電解質を具備する表示装置、調光装置の開発を実施した。プルシアンブルー型錯体  $\text{M}_x[\text{Fe}(\text{CN})_6]_y$  は、光学、磁性、電気化学などに外部刺激応答性を示し、興味深い物質である。我々の中でも、安定な顔料として知られる、プルシアンブルー ( $\text{PB Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ ) のエレクトロクロミック特性に注目し、そのデバイス化の検討を行っている。しかし、バルクの PB は諸々の溶媒に不溶であるため、デバイス化を進める上で大きなデメリットとなっていた。

そこで我々は、バルクの PB に表面処理を行いナノ粒子化し、水に安定に分散させることに成功し、安全性やコスト面で大きなメリットがある水溶性インクとする方法を確立した。このインクは、平均粒径サイズは十数 nm であり、スピコート法により ITO 基板上に均一に PB ナノ粒子の薄膜を作ることに成功した。膜厚は約 300 nm であった。作成した薄膜は電解液中でポテンシャル印可することにより安定に色変化をしめした。さらに、薄膜を塗布した二枚の ITO 基板を対向させ、間に電解液を封止させることにより、調光ガラスを作成した。作成した調光ガラスは100万回以上の繰り返し動作でも劣化が見られなかった。さらに、薄膜をパターンニングした表示素子も作成、良好な動作を確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 金属錯体、ナノ粒子、エレクトロクロミック、電気化学、スピコート

### 【研究題目】 シグナル物質担持アパタイトによる多重感染防止システムを備えた経皮デバイスの開発

【研究代表者】 大矢根 綾子

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 大矢根 綾子、十河 友、伊藤 敦夫、六崎 裕高、田辺 公三、釘宮 慎太郎  
(常勤職員3名、他3名)

### 【研究内容】

目標:

本研究の最終目標は、高分子及び金属材料表面にシグナル物質担持アパタイト層を形成させることにより、細菌感染を防止する機能を有する経皮デバイスを開発するための指針を得ることである。シグナル物質としては、接着因子、成長因子、及び抗菌剤から選ばれる1種以上のシグナル物質を用いる。

研究計画:



本年度は、前年度までの研究により最適化された処理条件を用いて、経皮デバイスまたはそのモデル材料の表面に、接着因子担持アパタイト層、あるいは成長因子担持アパタイト層を形成させ、同デバイスの性能を動物実験により評価する。抗菌剤については、前年度までに試みたリン酸カルシウム過飽和溶液法に代わる新たな担持手法について検討し、得られた材料の抗菌性を *in vitro* 抗菌試験により評価すると共に、その抗感染性能を評価するための動物実験モデルを確立する。

年度進捗状況：

経皮デバイス表面に抗菌剤を担持するための、リン酸カルシウム過飽和溶液法に代わる新たな手法について検討し、処理条件を最適化した。また、次年度の研究準備として、抗菌剤担持経皮デバイスの動物実験モデルを確立した。

接着因子、及び成長因子については、前年度までの研究によって最適化された処理条件を用いて、高分子製経皮デバイスモデル材料、またはチタン金属製経皮デバイスの表面に、ラミニン（接着因子）担持アパタイト層、及び FGF-2（成長因子）担持アパタイト層を形成させ、経皮デバイスとしての有用性をラットまたはウサギ動物実験により実証した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

【キーワード】 アパタイト、シグナル物質、成長因子、FGF-2、過飽和溶液、ナノコンポジット、経皮デバイス

【研究題目】 塗布型デバイス構築用単一電子構造カーボンナノチューブ凝集体の開発

【研究代表者】 柳 和宏（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 柳 和宏、飯塚 敏江  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

目標：

カーボンナノチューブ（CNT）作製時に不可避に生じる金属・半導体性 CNT の混在によって、CNT がナノスケールで生じる特性を、マクロな凝集体において利用することは出来ていなかった。本研究では、研究代表者が有する密度勾配遠心法による CNT の電子構造（金属・半導体）選択技術を用いて、単一な電子構造を有する CNT 凝集体の大量精製を行う。同高純度精製 CNT 凝集体をもちいて、塗布方式によるデバイス構築を行いその動作を検証し、金属・半導体 CNT 凝集体を用いた大面積・フレキシブルデバイス開発への展開を行う。

研究計画：

最終目標のフレキシブルトランジスタ作成に向け、まず、金属・半導体性 CNT の大量精製へのスケールアップ、およびシリコン基板上での動作特性の検証を中間目標とする。

年度進捗状況：

スケールアップの達成、精製コストの改善、新たな密度勾配剤の開発、連携企業先からの分離精製試料の製造・販売の実現、半導体型 SWCNT の SiO<sub>2</sub>基板上での動作確認（On/OFF 10<sup>4</sup>、移動度 2 cm<sup>2</sup>V<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>）を達成し、中間目標にしていた課題のほぼ全てを達成した。FET 動作の移動度のみ目標値にまでまだ向上していないが、技術移転による分離試料の製品化—製造—販売・ゾーナル型による分離精製など、前倒しで達成した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 カーボンナノチューブ、金属型・半導体型分離精製、透明導電膜、FET デバイス

【研究題目】 化学増幅を用いた携帯可能な超高感度診断チップの開発

【研究代表者】 栗田 僚二（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 栗田 僚二、新井 久美、阿部 泰、  
中元 浩平（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

平成20年度目標として、電気化学発光を促進する官能基と電極上への濃縮効果を示す官能基の両者を有する分子を、酵素反応により生成する基質と酵素の組み合わせを見出し、さらに免疫測定法へ応用することにある。また、これらと並行して、さらなる高輝度化に向けたマイクロセンシングデバイスの設計と、フォトリソグラフィやナノインプリンティング法等によるマイクロ・ナノ構造電極の開発についても検討を開始する。上記検討の結果、酵素としてアセチルコリンエステラーゼが、その基質としてアセチルチオコリンが適していることが分かった。そこで、アセチルコリンエステラーゼを標識酵素とした酵素免疫測定法の構築を行った。まず、上記酵素免疫測定法を、5,5'-ジチオビスを用いた吸光度を測定する免疫測定法により条件の最適化を行った。さらに、この最適化された免疫測定法条件を電気化学発光法に適用することにより、疾病マーカー濃度を見積もることが可能であることが分かった。また、これらと平行して、フォトリソグラフィ及びナノインプリンティング法により、マイクロ～ナノメートルレベルでの、規則性のある凹凸構造を有する金電極の開発を開始した。これらの金電極を用いることにより、これまでの発光法に比べ、より高輝度に発光できる見込みを得た。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 電気化学、化学発光、医療用デバイス

【研究題目】 蛍光消光現象を利用した革新的な遺伝子定量技術の開発と微生物産業利用における安全性評価・リスク管理への応用

【研究代表者】 野田 尚宏（生物機能工学研究部門）

【研究担当者】 野田 尚宏、関口 勇地

(常勤職員2名)

**【研究内容】**

微生物の産業利用においては利用しようとする微生物の挙動を追跡し、その安全性評価・リスク管理を行うことが極めて重要である。本研究では微生物の挙動を迅速・簡便・ハイスループットに解析できる新規遺伝子定量技術の開発を行った。すなわち、DNA/RNA を標的分子として遺伝子増幅反応を行った後、エンドポイントで蛍光消光率を測定することで標的遺伝子を定量する技術 (Alternately Binding probe Competitive : ABC 法) の開発を行った。

Helicase-dependent amplification (HAD) 法とは、PCR のように2つのプライマーを使用し、helicase の活性を用いて2本鎖核酸の解離を行い、等温増幅を行うというシステムであり、次世代の等温増幅法として注目を集めている。しかし、HDA 法での簡便で定量的な遺伝子検出はいまのところ、実用化されていない。そこで ABC 法と HDA 法を組み合わせた ABC-HDA 法を開発することで、より簡便で正確な遺伝子定量法を実現することを目標として研究を行った。

HDA 法を行った後、蛍光を測定することで標的遺伝子を簡便に定量することができる ABC-HDA 法の開発を行った。標的核酸にはアンモニア酸化細菌の *amoA* 遺伝子を用いた。得られた蛍光値から算出した相対蛍光強度と、標的核酸濃度を図示した結果、*amoA* 遺伝子を定量することができる検量線の高い相関係数で作製することができた。すなわち、HDA 法と ABC 法を組み合わせることで特定の微生物由来の遺伝子を定量することができる技術の構築に成功したと言える。

**【分野名】** ライフサイエンス

**【キーワード】** 微生物産業利用、環境微生物、遺伝子定量、DNA

**【研究題目】** 高真空中におけるイオン液体の電ロスプレーを用いた正負両極性を選択可能な高収束性クラスターイオンビーム源の開発ならびに二次イオン質量分析 (SIMS) への展開

**【研究代表者】** 藤原 幸雄

(計測フロンティア研究部門)

**【研究代表者】** 藤原 幸雄 (常勤職員1名)

**【研究内容】**

近年、クラスターイオンを二次イオン質量分析 (Secondary Ion Mass Spectrometry: SIMS) における一次イオンビームとして用いることで、高精度かつ高感度な SIMS 分析が可能となることがわかり、Au<sup>3+</sup> (分子量 591 u) や C<sub>60</sub><sup>+</sup> (分子量 720 u) などを用いた Cluster SIMS に大きな関心が集まっている。

クラスターイオンビーム照射の特徴を一層顕在化させるためには、より原子数が多く、より大きいクラスター

イオンを利用することが望ましい。また、マイナスの電荷を有する負イオンビームは、分析試料が絶縁性材料の場合であっても、深刻な問題となるチャージアップが発生しないことが知られており、マイナス電荷を有するクラスターイオンビーム技術の開発が求められている。

本研究は、“イオン液体”を用いた新コンセプトのクラスターイオンビーム源の研究開発を行うものである。イオン液体は、真空中でも蒸発せず、またイオン性であるため、高真空中においてもエレクトロスプレー法により正イオンならびに負イオンの巨大クラスターイオンビームを集束性良く生成でき、イオン源のコンパクト化も可能となるものと期待される。

今年度は、実験に必要な新型装置を製作した。本装置は、真空容器、真空排気系、電源、エレクトロスプレー部、計測系から構成される。具体的には、エレクトロスプレー源となる金属キャピラリー先端を真空中に設置した構造とし、キャピラリー先端と電極間の距離を変化させることができる構造となっている。キャピラリーには、強制的にイオン液体が供給でき、ギャップ長や電圧依存性に加えて、流量依存性も調べることが可能である。

また、イオン液体の合成や物性等に関する研究は、世界各国で活発化しているため、最新の研究成果を反映させるため、幅広く文献調査も行った。得られた知見に基づき、実験で用いるイオン液体に関する検討も行った。

**【分野名】** 標準・計測

**【キーワード】** SIMS、クラスター、イオンビーム

**【研究題目】** 効率的バイオマーカー探索を目指した近接場プローブ・ナノ領域超高感度質量分析装置の開発

**【研究代表者】** 高橋 勝利

(計測フロンティア研究部門)

**【研究代表者】** 高橋 勝利 (常勤職員1名)

**【研究内容】**

細胞レベルの空間解像能を有するレーザー照射イオン化機構を有し、顕微鏡下で狙いを絞った細胞のみに着目してレーザー照射を行い生成したイオンをフーリエ変換型質量分析装置による超高分解能高精度質量分析することにより、極初期段階の疾病に対応したバイオマーカー探索や細胞内小器官をターゲットにした診断を可能とする独創的な装置の開発を目指した研究開発を行った。平成20年度は、近接場プローブ顕微鏡、サンプルステージ装置、上部集光光学系フォーカス及び位置調整機構、下部倒立ズーム顕微鏡フォーカス機構及び、レーザー制御装置のそれぞれをコンピュータから遠隔制御するためのデバイス構築及びソフトウェア開発を行い、プロトタイプ装置を使って顕微 MALDI-FTMS 測定を行うシステムを確立した。

イスラエル・ナノニクスイメージング社製近接場プロ

ーブ顕微鏡制御ソフトウェア及びサンプルステージ制御ソフトウェアをベースに、National Instruments 社製 LabView を用いて、新たな制御ソフトウェアを開発した。このソフトウェアでは、上部集光光学系からの CCD 動画、下部倒立ズーム顕微鏡よりの CCD 動画をリアルタイムにコンピュータディスプレイ上に表示しながら、サンプルステージの位置調整、近接場プローブの位置調整、上部集光光学系の位置及びフォーカス調整、下部倒立ズーム顕微鏡のフォーカス調整を行うことが可能であり、また、近接場プローブ先端とサンプルプレート表面間の距離が一定になるように近接場プローブをアプローチレフィードバック制御をかけることが可能である。このソフトウェアから、FTMS を制御するコンピュータにコンタクトクロージャースIGNALを送ることにより、予め準備してあるメソッドファイルを使ったレーザー照射・FTMS 測定を行うことを可能とした。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 フーリエ変換型質量分析計、イメージング質量分析、近接場プローブ顕微鏡

【研究題目】 新規リード化合物をつくりだすコウジ菌プラットフォームの創製と応用

【研究代表者】 小池 英明

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 小池 英明、西村 麻里江、

丸井 淳一朗、大橋 澄子

(常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

麹菌は日本固有の食品産業に使われる安全な菌であるが、ゲノム解析の結果、麹菌を含む糸状菌には、抗生物質をはじめとする二次代謝に関連する遺伝子の存在が明らかとなった。これら天然型の代謝経路を利用しながらも、一部の酵素遺伝子を外来の類似遺伝子と置き換える人為的改変により、非天然型の新規化合物を生産するシステムを開発する。さらに様々な遺伝子との組み合わせが可能な設計を施し、多数の化合物を創るシステムを構築して広く産業に応用できる技術の確立を目指す。

平成20年度は、麹菌に外来の遺伝子を複数入れるため、3つのマーカーをもった麹菌ホストを作成した。二次代謝のモデルとして、ペニシリンおよびその他の二次代謝1つを選び、プロモーターの変換によりその合成遺伝子を麹菌で高発現した。その結果、ペニシリンおよびその他1つの物質を人為的に高生産化することに成功した。これらの2つの物質を、さらに修飾する可能性がある遺伝子50個を導入した株を作成し、その代謝による産物が修飾を受けているか、種々の分析手法により解析した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 麹菌、ゲノム解析、二次代謝

【研究題目】 故障解析用レーザー IC 開封技術及び開封

装置の開発

【研究代表者】 栗田 恒雄

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 栗田 恒雄、笠島 永吉、小倉 一郎

(常勤職員3名)

【研究内容】

IC の故障解析のため、同一光源を用いた IC モールドレーザ加工計測技術を開発する。除去面に加工用レーザーの強度を弱めた計測用レーザーを照射し、その反射光と照射したレーザーの出射光をセンサで測定、そのデータを処理することにより、IC チップ面におけるモールド除去量の制御を行う。従来的高温強酸加工に対し本技術はドライ高速加工を実現する。また同一光源で加工、計測を行うため、加工（計測）位置のずれが無い、同一光源、同一光学系を用いるため加工装置がシンプル、小型、軽量となる特徴を持つ。

平成20年度は、同一光源を用いたレーザー加工・計測システム開発への要素技術を検討した。計測は照射時にワークが加工されるのを防ぐため出力を弱めたレーザーをワークに照射し、ワークからの散乱光量変化から IC モールドの残留厚さを計測する。モールドの加工が可能、計測光として利用可能な波長、パルス光、連続光特性、レーザー出力等のレーザー特性について、および計測に必要なセンサ特性、光学部品構成等について検討した。検討結果を基にレーザー加工計測システム構築に必要なレーザー光源の導入、専用光学系の製作を行った。計測に用いる、微小スポットに集光することから高品質、デスクトップサイズに集約することから小型等の特徴を持つレーザーについて市場調査を行い、最適レーザー光源を選定、調達した。作成したレーザー加工計測用光学系には加工用レーザー、ワークからのレーザー散乱光を集光するレンズ、レーザー出力を監視するフォトディテクタ、モールド残留厚さを測定する光学センサで構成される。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 レーザ加工、複合加工、微細加工、IC、開封、モールド

【研究題目】 低コスト省エネルギー型太陽電池用 Si 製造方法の開発

【研究代表者】 大石 哲雄 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 大石 哲雄、小山 和也、渡辺 昌樹

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

太陽電池の急速な普及により太陽電池用高純度シリコンの供給は不足しつつあり、価格も高騰している。しかし、Siemens 法に代表される現行の高純度シリコン製造プロセスは、より高純度が要求される半導体用シリコンの製造を目的として開発されたプロセスであり、非常に高純度なシリコンを得られる反面、複雑かつエネルギー多消費であり、コストも高いなどの問題を抱えている。

そのため、太陽電池用シリコンを低コストかつ省エネルギー的に製造するプロセスの開発が必要とされている。そこで我々は、Al-Si 液体合金と熔融塩電解を利用した新しいプロセスを考案し、その実現可能性を検討する実験を行っている。これは、①高純度シリカ ( $\text{SiO}_2$ ) を原材料として電解浴に投入し、陰極として用いる Al-Si 液体合金上でシリコンに還元して採取する、②シリコン濃度の上昇した Al-Si 合金を取り出し、所定の温度に保つことでシリコンを析出させる、③シリコンが析出してシリコン濃度が下がった Al-Si 合金を電解に戻して再度陰極として使用するというものであり、従来の Siemens 法に比べて消費エネルギーおよびコストの大幅な削減が期待できる。さらに、通常の電解では生成物が固体であるため、その取り出し作業等が煩雑であるが、本プロセスでは液体合金を利用するため電解を続けながら生成物を取り出すなどの操作も容易であり、工業化する上での利点も多い。このプロセスに関し、現在予備的な実験を行い、実現の可能性や適切な条件範囲を検討している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】太陽電池、高純度シリコン、熔融塩、電解

【研究題目】触媒機能を付与した吸着剤と酸素プラズマの複合システムによる低濃度 VOC の低温完全酸化技術の開発

【研究代表者】金 賢夏（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】金 賢夏（常勤職員1名）

【研究内容】

本年度も昨年度に引き続き、VOC の吸着能力の高いゼオライトに各種金属触媒を担持した触媒を作成し、酸素プラズマ中における高い触媒活性と優れた吸着能力を備えた材料開発を進めてきた。特に酸素プラズマ中における触媒活性の評価には性能向上係数を用いた。これまで性能向上係数が最高であった銀/酸化チタン ( $\text{Ag/TiO}_2$ ) と同等でありながらベンゼン吸着能力は8倍大きい材料として、銀/モルデナイト ( $\text{Ag/MOR}$ ) を見出した。さらに、粒径10 nm 以下の銀ナノ粒子を担持した Y 型のゼオライト ( $\text{Ag/Y}$ ) やモレキュラーシーブ13X ( $\text{Ag/MS-13X}$ ) を用いることで  $\text{Ag/MOR}$  と同等の触媒活性が得られた。Y 型及び MS-13X は MOR より吸着能力が5倍大きいため、吸着-酸素プラズマのサイクルシステムによる VOC 分解における触媒の再生頻度を大きく低減できる可能性を示した。

一方、「光学顕微鏡-ICCD カメラ」を用いた触媒表面における低温プラズマの直接観察からは、昨年確認された銀のほか、銅 (Cu)、ジルコニウム (Zr) などの金属を担持したゼオライトでもプラズマの生成面積が広がることを明らかにした。プラズマの生成面積と VOC 分解性能の間に強い相関があることを明らかにした。テ

ストしたゼオライトの中では、MOR がプラズマの生成面積を広げる効果が顕著であった。特に、ナノ粒子金属の担持によりプラズマが広い面積で発生する触媒は、 $\text{CO}_2$  選択率の向上や炭素収支の改善に有効であることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】低温プラズマ、吸着、酸素プラズマ、VOC

【研究題目】マイクロ抽出分離/表面ソフトイオン化質量分析法による潜在的有害性高分子量化合物の解析技術

【研究代表者】佐藤 浩昭（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】佐藤 浩昭、鳥村 政基、山本 淳  
（エネルギー技術研究部門）  
（常勤職員3名）

【研究内容】

本研究では、量子ドットの作製技術を応用して、シリコン単結晶上にゲルマニウムのナノドット構造体を析出させた「ナノドットイオン化基板」を用いて、イオン化補助剤を用いることなく、高分子量化合物をソフトにレーザー脱離イオン化質量分析する技術を開発し、従来の分析手法では解析が困難であった、有害性が懸念される高分子量添加剤の迅速簡易分析法の開発を行うことを目的とする。

本年度は、ナノドットイオン化基板の適用範囲を拡大することを試み、さまざまな高分子量添加剤や、生体関連試料の測定を行った。バクテリア（大腸菌）の脂質をそのままイオン化基板に塗布して、フラグメント化せずに質量分析する技術を開発した。また、脱塩処理などの前処理を行わずに尿をイオン化基板に塗布し、尿中に含まれる成分の直接分析を行うことが可能になった。このように、生体試料そのものを前処理せずに質量分析することが可能となり、ポリマー添加剤などの化成品分析に限らず、バイオ関連分析への応用も可能になった。また、マイクロ前処理システムの開発を行った。まず、キャピラリー分離カラムを用いたマイクロサイズ排除クロマトグラフィー (SEC) の分離条件を検討した。ここでは、流速と分取間隔のバランスが極めて重要な要因であることを明らかにした。移動相溶媒が揮発性の高い有機溶媒である場合、流速が早いと分離が不十分であるが、流速が遅すぎるとカラム出口で溶媒が気化してしまいイオン化基板に試料溶液を塗布することができない。分離能と塗布量のバランスを考慮して、マイクロ SEC の分離条件を最適化した。これにより高分子量試料に含まれる混合成分の SEC 分離・イオン化基板への連続塗布が可能となった。以上のように、マイクロ分離とマトリックス剤を用いないソフトレーザー脱離イオン化質量分析が融合したシステムを開発して、本研究を完成させた。

【分野名】環境・エネルギー

〔キーワード〕 ソフトイオン化、質量分析、高分子分析、抽出分離

〔研究題目〕 先端電子機器に含まれる有害化学物質の溶出試験法開発と国際標準化

〔研究代表者〕 山下 信義（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 山下 信義、谷保 佐知、堀井 勇一（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

電子計算機・半導体・液晶等、高度テクノロジー電子工業製品の製造過程で膨大な量が使用されており、その一部は製品自体に残留することが確認されている RoHS 指令対象物質である特定臭素系難燃剤、及び将来的に対象となる可能性の高い難分解性フッ素化合物について信頼性の高い製品溶出試験法を検討した。また簡便迅速スクリーニング法として工業製品中の総ハロゲン（フッ素、臭素、塩素）高感度分析が数時間で実現可能なスクリーニング法を開発し、装置として製品化した。既存の有機フッ素分析法の最大の問題点は、フッ素元素への完全分解法の困難さと高いバックグラウンド汚染である。本研究では100%近い分解率を達成するとともに、システム全体のバックグラウンド低減のために、燃焼用ガス中の不純物を吸着除去、汚染源となる装置内のフッ素樹脂を他の材料へ変更した。高純度ガス（純度99.9995%以上）と広表面積の活性炭を用いることで不純物を10分の1以下に低減した。また、ガスボンベ、ガスレギュレーター、ガスラインは全てフッ素樹脂フリーのステンレスまたは PEEK 管、チューブおよびチューブコネクタはポリエチレン製、定量ポンプのシリンジはセラミック製に変更した。これらの変更により、装置由来のバックグラウンドは15分の1以下に低減した。

イオンクロマトグラフにおいては、マイクロボアシテム（通常の半分の内径：2 mm）と大量試料導入法（通常の約20倍量）を併用したシステムを最適化することで、市販装置の約100倍の高感度を得ることができただけでなく、前処理法や揮発性化合物のロス等、既存の分析法の抱える問題点のほぼ全てを解決することが出来た。

以上により、フッ素絶対量として0.6 ng の装置感度を達成し、実試料としては水試料で3 ng/L (ppt)、固体試料で0.3 ng/g (ppb) の超高感度分析を可能にした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 先端電子機器、PFOS

〔研究題目〕 貴金属リサイクルのための新規金属分離回収プロセス開発

〔研究代表者〕 成田 弘一（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 成田 弘一、田中 幹也、森作 員子、高田 佳恵子、鈴木 昌資（SAITEC 以下同）、灘野 朋美

（常勤職員2名、他4名）

〔研究内容〕

目標：

現在、湿式法による貴金属の分離精製は溶媒抽出法を用いたプロセスが主流となっているが、使用抽出剤の安定性及び貴金属に対する分離特性が不十分なこと、さらに多量の有機溶剤の使用など問題点は多い。そこで本テーマでは、安定で貴金属に対し優れた抽出性能を有する抽出剤を導入した溶媒抽出法に、新規分離法である溶媒含浸繊維法を組み込んだプロセスの開発を目指す。

研究計画：

溶媒抽出法に関しては、酸に対して安定な疎水性分離試薬（アミド化合物）を合成し、それを用いて酸溶液からの貴金属の抽出分離特性を明らかにする。得られた結果を基に、各貴金属に対し選択性の高い分離試薬を決定する。溶媒含浸繊維法では、まず強酸に対して安定である繊維を選定し、それを用いた溶媒含浸繊維の貴金属に対する分離性能評価を行う。これらの知見より実プロセスへの適用を想定した分離条件を決定する。

年度進捗状況：

溶媒含浸繊維による実験では、実廃液からパラジウムを選択的に回収可能な条件を明らかにし、提携企業と実用化の際の使用法等について議論した。また、抽出剤構造とパラジウム抽出特性の相関について調べたところ、N-置換基の構造がパラジウムの抽出速度に、主鎖の構造（硫黄原子の位置等）がパラジウムの抽出率にそれぞれ大きく影響することが分かった。従来型抽出剤ジ-n-ヘキシルスルフィド（DHS）とアミド系の新規抽出剤を用いて界面張力の測定を行った結果、アミド系抽出剤は界面活性が高いことが分かり、アミド基の存在がパラジウムの迅速抽出の一因であることが示唆された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 貴金属、パラジウム、溶媒抽出、溶媒含浸繊維

〔研究題目〕 光触媒能を有する多色調光材料の開発

〔研究代表者〕 大古 善久（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 大古 善久（常勤職員1名）

〔研究内容〕

酸化チタン光触媒と銀ナノ粒子の複合材料が示す多色フォトクロミズムという新しい現象を環境分野へ適用する試みとして、光触媒性能（酸化分解活性・表面親水化活性）と調光性能を併せ持つ省エネルギー材料の開発を行っている。

平成20年度は、光触媒性能側の NO<sub>x</sub> 除去反応についての成果を取りまとめた。特に担持金属材料として Cu<sup>2+</sup>を担持した場合には、通常 NO<sub>3</sub><sup>-</sup>に酸化される NO<sub>2</sub> や NO<sub>2</sub> が逆に NO に効率よく還元される現象について論文発表した。また、これまで NO<sub>3</sub><sup>-</sup>が最終酸化物と考えられてきた反応機構に対して、更に酸化された状態の

NO<sub>3</sub>ラジカルが生成する後続反応があることを実証し、論文発表を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】酸化チタン光触媒、調光、銀ナノ粒子、フォトクロミズム

【研究題目】グリセリン誘導体を基幹ブロックとした高機能化学品生産プロセスの開発

【研究代表者】羽部 浩（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】羽部 浩、福岡 徳馬  
（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

石油資源だけに依存しない原料転換政策として、あるいはCO<sub>2</sub>排出削減等の地球環境問題に対応する新たな技術的概念としてバイオマスを原料としたバイオリファイナリーが注目されている。バイオマスを燃料として利用する技術の中でも、軽油代替のエコ燃料としてバイオディーゼル燃料の生産量が欧州を中心に飛躍的に増加している。一般的にバイオディーゼル燃料は、植物油脂や廃食用油にメタノールを反応させエステル交換反応を行うことで製造され、必ず原料油脂の1割程度グリセリンが副生し余剰となっているが、多くの場合は廃棄物として処理されているのが現状である。そこで本研究では、新たな副生グリセリン有効利用法の開発を目的として、グリセリンを原料とした高機能化学品製造プロセスの開発を行った。平成20年度は、高機能性を有するグリセリン誘導体として、化学品原料や医薬品、化粧品素材として将来有望なD-グリセリン酸の生産を試みた。食酢製造に用いられる安全性の高い微生物「酢酸菌」の中から、グリセロールを高効率でD-グリセリン酸へと酸化する菌株を複数取得した。また電気透析法などを用いて、微生物培養液中に蓄積されたD-グリセリン酸を簡便に効率よく分離・濃縮する技術を開発した。さらにD-グリセリン酸を含む新規ポリマーの合成にも成功した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】廃棄物処理、バイオリファイナリー、バイオプロセス

【研究題目】環境先進型界面活性剤の製造・利用技術の高度化

【研究代表者】森田 友岳（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】森田 友岳、羽部 浩、伊藤 絵美、  
酒井 秀樹（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

目標：

微生物がバイオマス資源から生産する種々の界面活性物質（バイオサーファクタント）は、多様な機能と環境適合性を兼ね備えており、新しい環境先進型界面活性剤として、幅広い産業利用が期待されている。一方、これらのバイオベース材料の実用化には、製造コストの低下

と、構造・機能の多様化が必須の課題となっている。本研究では、遺伝子組換え技術と界面工学的手法を融合して、バイオサーファクタントの機能性材料（化粧品等）としての実用化を達成し、環境先進型界面活性剤の利用・普及に資する。

研究計画：

本年度は、遺伝子組換えによるバイオサーファクタント製造技術の高度化を推進するため、遺伝子組換え基盤技術の確立と代謝経路の解析を継続する。また、新規バイオサーファクタント生産菌の探索・取得および培養によって、生産収率の向上と構造・機能の多様化を目指す。さらに、バイオサーファクタントの基礎界面物性や自己組織化特性を解析し、界面科学的な情報の蓄積も継続的に実施する。

本年度進捗状況：

- ① *Pseudozyma* 属酵母から遺伝子をクローニングして発現ベクターを作成した。さらに、遺伝子置換による変異型遺伝子を構築して、MEL 生合成経路を解析した。
- ② 新規な MEL 生産酵母の取得に成功して構造・機能の多様化に成功した。特に、トリアシル型 MEL（脂肪酸鎖が3本）とジアシル型 MEL-B（脂肪酸鎖が2本）の量産に成功した。また、糖質バイオマスを活用した MEL 製造プロセスの開発も実施した。
- ③ 新たに生産可能になった MEL の中で、特に MEL-B の物性・機能について詳細に解析した（表面張力低可能、液晶形性能、自己集合特性、自己集合体の X 線構造解析）。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオサーファクタント、界面活性剤、バイオベース材料、バイオプロセス

【研究題目】バイオサーファクタントをリガンドとした有用タンパク質の高効率分離システムの開発

【研究代表者】井村 知弘（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】井村 知弘、北本 大  
（環境化学技術研究部門）、  
秋山 陽久  
（ナノテクノロジー研究部門）  
（常勤職員3名）

【研究内容】

様々なタンパク質の中でも抗体は、医薬品や機能性食品、ライフサイエンスの発展に寄与する有用なタンパク質であり、抗体を効率的に分離・精製する技術の開発が必要不可欠となりつつある。一方、現状の抗体分離技術では、タンパク質をリガンドとしたアフィニティークロマトグラフィーが主流であり、リガンドが非常に高価であることや、適応可能な抗体の種類が限られているなどの問題があった。

そこで本研究では、従来のタンパク質系リガンドからの革新を目指し、酵母菌によって各種の再生可能資源から安価に量産できる糖型バイオサーファクタント（天然の両親媒性物質）に注目した。その結果、バイオサーファクタント（MEL-A）の分子認識と自己集合特性を活用した新しい概念の抗体分離技術の開発に成功した。MEL-A リガンドは、既往のリガンドであるプロテイン A とは結合部位・作用機構が異なり、抗体の F(ab')<sub>2</sub> 領域と結合することが判明した。また、MEL-A リガンドは、他クラス（IgM・IgA）や各種動物由来の抗体にも適応可能であった。経済性に優れるばかりでなく、ハンドリングも容易であるバイオサーファクタントを活用した本抗体分離システムは、抗体のダウンストリーム工程だけでなく、各種抗体関連製品の用途拡大にも貢献できるものと考えられる。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオサーファクタント、抗体、ダウンストリームプロセス

【研究題目】 電場印加液相プロセスによる規則性メソ多孔体の三次元集積化・高機能モジュール化技術の開発

【研究代表者】 遠藤 明（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 遠藤 明、根岸 秀之（常勤職員2名）

【研究内容】

均一なナノ細孔が規則的に配列した構造を特徴とする高規則性メソ多孔体は、様々な分野での応用が期待されている。なかでも、水蒸気の吸脱着を利用した空調システムへの応用は、100℃以下の低温廃熱の利用が可能なことから省エネルギー性に優れ、早期の実用化が期待される。このシステムの実現には、優れた水蒸気吸脱着特性を有する多孔質材料を、十分な量、担時あるいは固定化した吸着モジュール形成技術が必要不可欠であるが、これまで報告されているスピコート法などによる高規則性メソ多孔体の膜形成技術では、10 μm 以下の薄膜しか得られていない。本研究では、厚膜形成に適した性状の規則性メソ多孔体粉末の開発と、それをコロイド法と電場を協調させた泳動電着法により、複雑形状の基板の上に100 μm 以上の厚さに堆積・固定化する技術を開発し、メソ多孔体の吸着モジュール化技術を確立することを目的としている。

平成20年度は、これまでの研究で明らかにした最適な電着浴（アセトン）およびバインダー（TEOS）を用いて、アルミニウム製多層基板上への電着膜形成を行った。この基板は、デシカント空調システムの除湿・加湿エレメント用熱交換フィンを想定したもので、平板の基板複数枚からなり、その間隔を約3 mm としたアルミニウム多層化基板である。この多層化基板の表面、およびいずれの内面共に、均一に厚膜を作製するためには、対極の形状と配置、および、均一に分散している規則性メソ

多孔体粉末を基板近傍まで供給する方法を工夫する必要がある。

電着浴中の規則性メソ多孔体粉末のポンプによる供給方法や、電極構造、電場の印加方法等について検討した結果、基板近傍で電着粒子が十分な濃度で存在すれば、多層基板の様な複雑な形状にたいしても、均一な膜が形成できることがわかった。また、得られた膜のガス・蒸気吸着特性を測定したところ、もとの粉末と同等の細孔構造・吸着特性を有することが確認され、本研究で検討している製膜プロセスは、吸着モジュール作製に有力な手段となることがわかった。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 メソポーラスシリカ、吸着、泳動電着

【研究題目】 ホスホロイル基の高分子骨格への直接導入による有機材料の耐燃化

【研究代表者】 韓 立彪（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 韓 立彪（常勤職員1名、他4名）

【研究内容】

昨年度では、P-H 結合のアセチレンへの触媒的付加反応が使用するホスフィン配位子により強く影響されることを見出し、立体的に最も小さいトリメチルホスフィン配位子を用いた時に、高い触媒能を示したことを明らかにした。しかし、トリメチルホスフィンが沸点が低くて、悪臭で、強い毒性を有する化合物であることから、この触媒系統では、ビニルリン類の大量合成に使えないと判断した。そこで、配位子の立体的コンパクトさを前提に、毒性の低い、取り扱いしやすい化合物候補について検討したところ、配位子の立体の大きさが触媒効果を決定する唯一のファクターではなかったのも明らかにした。一方、各種ビニルリン化合物（ジメチル、ジエチル、ジフェニルビニルホスホナートとジフェニルホスフィンオキシド、ビニルホスフィナート）と各種オレフィン（エチレン、1-オクテン、スチレン、アクリロニトリル、MA、MMA）との重合について検討し、リンのポリマーへの導入率とオレフィン、ビニルリン類の構造との関係について詳しく検討した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 環境対応難燃剤、リン化合物の合成

【研究題目】 ナノ構造制御カーボンによる次世代型 VOC 除去モジュール

【研究代表者】 山本 拓司（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 山本 拓司、片岡 祥、竹内 康隆、相楽 壮志（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

本研究では、50℃程度の低品位排熱による再生が可能な VOC 回収モジュールを開発し、熱スイング吸着（TSA）による省エネルギー型 VOC 回収システムの構築を検討する。主な開発項目は、(1) ナノ構造制御炭素

を用いた VOC 回収モジュールの開発、(2) 開発したモジュールの VOC の吸着・濃縮特性評価、(3) モジュールの量産化と VOC 吸着回収システムの設計・開発、である。項目(1)では、カスケード型モジュールに塗布するための部材として、カーボングル微粒子 (CCM) を合成し、その粒子径分布と細孔構造制御法を確立し、モデル VOC にトルエンを用いて CCM の VOC 吸着性能を評価した。CCM は市販の活性炭に比べて高い相対圧で VOC を脱着可能であり、CCM の細孔構造の調節によって VOC が脱着する相対圧を制御できることを確認した。項目(2)では、CCM を基材に固定化するためのバインダー材の開発を目的として、規則構造を有する新規多孔質カーボンを開発し、ラマン分光光度法により炭素材料の微細構造を評価した。項目(3)では、CCM の原料であるレゾルシノールのコスト評価と、より安価な原料であるフェノールを用いた CCM を開発すると共に、モジュールの開発と量産化に関する基盤技術を確立し、設計した VOC 回収システムの省エネルギー性の指標の1つである圧力損失を試算した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】VOC、熱スイング吸着、ラマンスペクトル

【研究題目】低環境負荷、高洗浄性能、安全性を兼ね備えた工業洗浄剤の開発研究

【研究代表者】水門 潤治 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】水門 潤治、陳 亮、滝澤 賢二  
(常勤職員3名)

【研究内容】

フロン物質である CFC-113は工業洗浄剤として広く利用されてきたが、オゾン層破壊効果が大きいことから既に全廃されている。これに伴い、水系、炭化水素系、塩素系洗浄剤などへの代替が進められたが、依然として省エネルギー性、安全性等に課題が残されている。フッ素系洗浄剤は、不燃性、低毒性、高浸透性、高乾燥性など、優れた特性を持つが、温暖化効果の更なる低減が求められている。本研究では、種々含フッ素環状化合物の合成と特性評価を行うことにより、環境影響、安全性、洗浄性能、省エネルギー性の全ての特性に優れた工業洗浄剤を開発することを目標とする。

本年度は、昨年度までに絞り込んだ有力候補化合物を中心に合成技術開発および特性評価を行った。合成技術開発では、開発した高効率環化反応、および水素還元反応の効率化により、いずれの有力候補化合物についてもトータルプロセスで80%以上の選択率を達成した。特性評価では、環境影響評価として有力候補化合物の大気中での分解メカニズムを明らかにし、分解生成物の大気寿命が化合物そのものより短いことを明らかにした。燃焼性評価として、可燃性化合物の燃焼速度測定を行った結果、燃焼速度は1.5 cm/s と非常に小さく、燃焼性が低

いことが明らかになった。工業洗浄剤としての実用性評価として簡易油分洗浄試験を行った結果、有力候補化合物の洗浄性能は、市販されているフッ素系洗浄剤と比較して同等以上であることを確認した。以上により、開発した有力候補化合物が製造方法、安全性、実用性に優れていることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】工業洗浄剤、含フッ素環状化合物、フロン代替物

【研究題目】耐熱性・耐衝撃性に優れたバイオベース ABS 代替材料の開発とリサイクル特性評価

【研究代表者】大石 晃広 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】大石 晃広、川崎 典起、飯田 洋  
(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

自動車用材料として使用されている主要な樹脂の中から ABS 樹脂に注目し、3種類の単量体からなるベース材料をバイオ由来・転換原料に置き換えた新規共重合体樹脂を合成し、耐熱性・耐衝撃性に優れた材料を開発する。

耐衝撃性材料の開発としては、ABL アロイ化物への相溶化剤について AL、AB 共重合体を合成し、相溶性について評価する。また、材料の耐加水分解能についても調べ、耐久性について明らかにする。耐熱性材料の開発として、ポリアミド4および6の原料モノマーである2-ピロリドン (PRN) およびε-カプロラクタム (CLM) から、ポリアミド4共重合体を合成する。

耐衝撃性材料の開発では、B 成分系共重合体である PBES のプレポリマーの調製に末端基を制御することにより、最大79.5 kJ/m<sup>2</sup> (部分破壊) という衝撃性に優れた材料が開発できた。この材料を BL ブロック体に適用し、B 成分を30%導入することにより、柔軟な BL ブロック体が得られた。末端基を制御した PBS は、市販品と同程度の耐加水分解性であった。耐熱性材料の開発では、PRN と CLM の仕込み比を変え、開環共重合を行った。得られたポリアミド4共重合体の収率は、CLM の仕込み比が高くなると低下する傾向があった。また、その融点は、CLM 含率が約20 mol%より低い場合は265°C程度となり、30 mol%近辺では2点現れ (例155、246°C)、CLM 含率が40 mol%以上では160°C以下に大きく低下した。溶媒キャスト法により作成したフィルムは引張強度はポリアミド4と同程度であったが、破断伸度は大きく向上した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】バイオベースポリマー、生分解性、リサイクル

【研究題目】マイクロ波を駆動源とするバイオベース



**ポリマーの高効率製造技術開発**

【研究代表者】長畑 律子（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】長畑 律子、中村 考志  
（常勤職員1名、他1名）

**【研究内容】**

化学合成系のバイオベースプラスチックとしては、ポリエステル樹脂のみが現段階で実用化されている。全てまたは一部の原料に石油を用いないためにグリーンプロダクツの代表格に取り扱われるが、ポリエステルの製造には、石油系、バイオマス系を問わず、多段階・高温・長時間反応が必要なため、実は石油に依存したプロセスエネルギーを多量に要し、ハロゲン化原料や溶媒を使用することも多い。2000年代に入って、いくつかの新触媒系による高効率製造法が報告されてきてはいるが、依然10時間以上の長時間を要しており、シンプルであるのみではなく、経済的、環境調和的、かつ迅速な製造法の開発が産業界から望まれている。

マイクロ波は、従来のヒーターやスチームとは異なり、物体を伝熱によらず内部から高速かつ均一に加熱できるという特長を有している。我々は、ポリエステル合成の基本反応である重縮合が、マイクロ波をよく吸収する基質および脱離成分が主に関与する反応であることに着目し、脂肪族ポリエステル合成の加熱にマイクロ波を用いることを着想した。

本年度は、マイクロ波効果解明の一環として、温度プロファイル等の条件を同一とする実験を行うことによりマイクロ波加熱と従来加熱を比較し、脂肪族ポリエステルの分子鎖伸長に伴う脱水能が、マイクロ波において有意に優れていることを証明した。また、反応系内を構成する原料、反応物、副生成物のマイクロ波吸収特性の差異が重要と考え、誘電損失を加熱下において測定する手法を確立し、解析結果を反応器設計にフィードバックした。これにより数10 kg パッチ反応器の設計に目途を得、特殊用途向け小ロット品への実用化検討を開始した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ポリエステル、バイオベースポリマー、マイクロ波合成、誘電損失

**【研究題目】氷・水界面への高分子の選択的作用を利用した氷結晶の凝集抑制技術の研究開発**

【研究代表者】稲田 孝明（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】稲田 孝明、船越 邦夫  
（常勤職員1名、他1名）

**【研究内容】**

人工的な合成高分子であるポリビニルアルコール（PVA）は、極地の生物が有する凍結抑制タンパク質（AFP）と同様に、平衡融解点以下のある温度域で氷の結晶成長を完全に抑制することで知られている。しかし、PVAの凍結抑制効果のメカニズムはいまだ不明であり、AFPに比べるとその効果は小さい。本研究開発

では、平衡融解点以下のPVA水溶液中で単結晶氷の成長が抑制されるまでの動的な過程に着目し、PVAの凍結抑制効果のメカニズムを明らかにすることを目標とする。さらにその知見をもとに、より凍結抑制効果の高い物質を探索し、氷スラリーを用いた冷熱の貯蔵・輸送に適用可能な氷結晶の凝集抑制技術を確立することを目標とする。平成20年度は、まずPVAの水溶液を用いて氷スラリーの生成・貯蔵について評価試験を行った。その結果、氷スラリー生成に必要な過冷却水用の熱交換器において、PVAが氷の発生による熱交換器の凍結閉塞を抑制する効果を持つことを確認した。また、AFPの氷結晶面への作用の選択性についても実験を行い、氷結晶のベール面上に出現する穴（ピット）を詳細に観察した。ピット生成についての解析モデルと観察結果を比較し、ピット生成に影響する因子を考察した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】冷熱輸送、氷スラリー、高分子

**【研究題目】電気化学的手法によるカーボンナノチューブのバンドル解放と大容量キャパシタ電極への応用**

【研究代表者】棚池 修（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】棚池 修、山田 方根、山本 恭世、山田 能生（常勤職員1名、他3名）

**【研究内容】**

電気二重層キャパシタ用としてブレイクスルーとなるような高性能新規炭素系電極材料の開発を目指し、その素材としてカーボンナノチューブを利用するための新技術の開発を行った。単層カーボンナノチューブは理想的には非常に大きな表面積をもつが、ファンデルワールス力によって自発的にバンドル（束）構造を形成してしまうため、実材料の表面積は小さい。そこで、電気化学的インターカレーション反応によって、バンドル間に大きなイオンを挿入し、各チューブ間を拡げてバンドル構造を解放（脱バンドル）し、これにより電解質イオンのアクセスが可能な表面積を最大化することで、大容量かつ高出力のキャパシタに理想的な電極材料を作製する技術開発を行った。本年度は、これまで見出した溶媒和リチウムイオンの電気化学的挿入を利用したナノチューブの脱バンドル法のメカニズムを考察し、その束の中にサブナノメートルサイズの隙間がこじ開けられていることを高分解能電子顕微鏡で突き止めた。これにより、従来の酸化処理とは異なった、ナノチューブの損傷・劣化を一切起こさない全く新しい表面露出法を見出した。本年度はさらに、本技術のようなナノチューブの電気化学反応で生じる電解液分解反応にも着目し、ナノチューブ表面での電解液分解を抑制した炭素被覆カーボンナノチューブ複合体を作成することで、リチウムイオン挿入における溶媒分解量を従来の1/6以下に低減させることに成功した。以上、脱バンドル、および、炭素被覆の二つの新

しいチューブ束の化学的改質法を導き出すことに成功し、カーボンナノチューブのキャパシタ・電池用電極材料用途への展開を試みている。

〔分 野 名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 エネルギー貯蔵、カーボンナノチューブ、キャパシタ

〔研究 題目〕 微弱電磁波による異常状態判定システムの開発と応用

〔研究代表者〕 鍛冶 良作 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕 鍛冶 良作 (常勤職員1名)

〔研究 内容〕

目標

洗面所や風呂での転倒を検出するには、カメラを用いるとプライバシーの侵害に該当することが問題であり、個人情報取得せず人の状態を判別する技術が必要である。そのため、本研究では、微弱電磁波の強度変化を利用して人の状態を判定する技術を開発することを目的とする。目標として RFID システムを利用した人の転倒状態を判別する情報処理システムの構築を平成23年度に達成する。

平成20年度は以下を目標とした。

1. 315 MHz 帯の RFID タグを用いて、リアルタイムで複数のタグの電界強度を取得するネットワークプログラムを作成し、人の転倒状態を識別可能なタグ配置の決定方法を構築する。
2. 人のセンシング実験を行い、タグの放射特性と人センシング特性の関係性を定量的に明らかにする。
3. 介護施設関係者への取材を行い、転倒者の発見が遅くなる事例、発生場所を抽出して、データベースを作成する。

平成20年度は以下を実施した。

1. 電界強度取得ネットワークプログラムを作成し、転倒状態を検出するためのタグ配置決定の一方法を構築した。関連技術を3件ノウハウ登録し、特許内容を強化し、国内優先出願した。外部発表に関しては、出願済特許内容を情報処理学会 UBI 研究会で発表し、優秀論文に選出された。
2. タグの放射特性と人センシング特性の解明については、電磁界分布の実測を行い、RFID システムに現れる一部の受信電界強度の変動が、人体の動きに起因しないことを見出した。本知見は特許としてまとめ出願した。
3. 介護関係者が集まる学会や展示会に参加し、転倒事故の情報収集を行った。これらの情報を分析し、転倒事故の半数近くが、排泄行動に起因しているとの知見を得た。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 RFID タグシステム、動体検知、状態検知、介護、防犯、環境電磁場

〔研究 題目〕 組込み機器向け低消費電力オブジェクト通信 ORB エンジンの研究開発

〔研究代表者〕 大川 猛 (情報技術研究部門)

〔研究担当者〕 大川 猛、戸田 賢二  
(常勤職員2名、他3名)

〔研究 内容〕

組込みシステムは複雑化し複数の CPU を連携させて動作させる事が必要とされているが、設計生産性を向上するためのオブジェクト指向や ORB (オブジェクト要求ブローカ) は、性能オーバーヘッドの問題から小型 CPU で構成される組込みシステムへは導入困難であった。本研究は、ネットワーク上に分散するオブジェクト間の通信を従来のソフトウェアではなくハードウェアで行う ORB エンジンを開発し性能オーバーヘッドを削減することを目的とする。ひいては分散オブジェクトの組込みシステムへ普及を促進し組込みシステム開発の設計生産性を向上する。

本年度は、ORB エンジンを FPGA 上ソフトコア CPU で動作するソフトウェアとして設計・実装した。一般に ORB におけるオブジェクト間の通信路としては TCP/IP プロトコルが実装されることが多いが、組込み機器開発に ORB の適用範囲を広げるために、組込み機器でよく使われる導入コストの小さい通信路である、UART (シリアル)・UDP/IP (イーサネット) および CAN を実装した。また ORB エンジンを開発に導入することが容易であることを示すために、FPGA 基板上で動作する学習環境を整備し、更に、被験者実験を行うことにより学習容易性を確認した。実装した ORB エンジンを小規模な組込み機器開発へ適用して、オブジェクト指向による組込み機器開発の有用性を示した。これらの結果について、情報処理学会・電子情報通信学会主催の ARC/EMB/ICD 合同研究発表会 (2009/01/14) において口頭発表を行った。

〔分 野 名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 組込み、ORB、CORBA、オブジェクト指向、FPGA

〔研究 題目〕 パターン認識のための探索的モデル選択法に関する研究

〔研究代表者〕 栗田 多喜夫 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 栗田 多喜夫 (常勤職員1名)

〔研究 内容〕

コンピュータの性能向上と PC クラスタ等との並列実行環境の整備により、大量の計算パワーを手軽に利用できるようになったため、より良いパターン認識器を大量の計算パワーを使って構成しようとするアプローチが一般的になりつつある。そこで、本研究課題では、鳥やアリ等の群れからヒントを得て、仲間の行動の結果を通信しながら次の行動を決定する集団による最適化手法である Particle Swarm Optimization 等に関する研究成果

を取り入れて、最適なパターン認識器を構成するための実用的な最適化アルゴリズムの確立を目指す。具体的には、パターン識別器の最適なハイパーパラメータの決定法、パターン認識のための有効な特徴の自動選択法、画像中の対象の高速探索法、汎化性能が高く高速に動作する識別器の自動設計のためのモデル選択法等の実用的なアルゴリズムの開発を目指した研究を行っている。

昨年度は、Viola 等が提案した画像中の対象検出法の学習の効率化に PSO を利用する手法について検討し、網羅的な探索と同等の検出性能をもつ検出器を約50倍高速に学習する手法を開発した。本年度は、提案した高速学習アルゴリズムを利用して、弱識別器のバリエーションを増やすことで検出性能を向上させる手法について検討した。Viola 等の提案した対象検出法では、隣接矩形特徴を利用しているが、それを非隣接矩形特徴に拡張することで、弱識別器のバリエーションを増やす手法を開発した。また、画像の輝度情報のみでなく、勾配情報も組み合わせることでバリエーションを増やす手法についても検討した。さらに、高次局所自己相関に基づく弱識別器を利用する手法について検討した。これらの手法の性能が従来法に比べて向上することを確認した。

サポートベクターマシン等のカーネル学習法では、訓練データの数が増大すると学習に必要な計算コストが増大するだけでなく、学習した識別器の汎化性能が低下してしまう。この問題に対処するために、全訓練データの中から識別に有効な訓練データの部分集合を選択し、学習に利用する方法について検討した。具体的には、RANDOM SAMPLE CONSENSUS (RANSAC) を用いて訓練データの部分集合を探索するアルゴリズムを開発した。

【分野名】 ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 パターン認識手法、最適化手法、Particle Swarm Optimization、モデル選択

【研究題目】 局所不変特徴量を用いた画像の対応付けに関する研究

【研究代表者】 市村 直幸（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】 市村 直幸（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

本課題では、コンピュータビジョンの基盤的技術として重要な画像の対応付けについての研究を行う。特に、局所不変特徴量を用いたアプローチにおいて、次の2点を主たる課題として研究開発を行う：(1) 局所不変特徴量による対応付け結果からの物体の切り出し（セグメンテーション）、(2) 局所不変特徴量の判別性の向上。前者では、シーン内に複数の認識対象物体が存在する場合、局所的な特徴の対応付け結果から、個々の物体の対応点を分離するアルゴリズムの開発を目的とする。後者では、

新しい局所領域の設定方法や記述子の開発を行いつつ、どのような特徴量が不変性と判別性を両立するに適しているかを検討することを目的とする。

研究計画：

本年度は昨年度の結果を受け、特徴量抽出処理および対応付け処理の高速化に関する研究を継続して行う。また、画像から対応付けに有効な情報をより多く引き出すことにより、特徴の判別性を高め、頑健な対応付けを実現するための局所領域の設定方法に関して研究開発を行う。特に、高速化の結果を利用し、局所領域の設定方法の高速な実装を行うことも念頭に置く。

年度進捗状況：

主として、特徴量抽出処理の高速実装、および、エッジに基づく局所領域設定方法に関して成果を得た。特徴量抽出処理では、スケール空間ピラミッドや記述子の計算のために、数多くの局所演算を必要とする。この局所演算を並列処理により実装し、高速化を図った。実装には GPU (Graphics Processing Unit) を使用した。GPU には、レンダリングパイプラインを並列処理するために、数多くの計算コアが内蔵されている。このコアを一般的な数値計算に利用するための開発環境が、近年整備されつつある。本研究では、その開発環境の一つである NVIDIA 社の CUDA を使用し、特徴量抽出処理の並列実装を行った。GPU 内部での適切な種類のメモリ選択等の結果、720×480画素の画像において、CPU での実装と比較し約17倍～21倍の高速化を達成することができた。局所領域設定方法に関しては、従来の特徴点抽出による方法に加え、密なエッジサンプリングによる方法を開発した。この方法では、多重解像度エッジ画像において、全スケールの空間3×3近傍におけるエッジの極大点を全てサンプリングする。そして、それらの極大点を中心とし、その極大点が存在するスケールに比例した大きさをもつ局所領域を設定する。このように、スケールの変化によって自然に生じるエッジの極大点の変化をとらえることが、物体の形状を表現するのに適していると考えている。この密なエッジサンプリングにより、対応付けに適した特徴量が得られることを、記述子のエントロピーを用いて定量的に明らかにした。また、この局所領域設定方法に基づいた特徴量抽出アルゴリズムも GPU を用いて実装し、並列処理により高速化が可能なことを確認した。

【分野名】 ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 画像処理、対応付け、複数物体認識

【研究題目】 自律連合システムの研究・開発（自律的に起動可能なネットワーク OS に関する研究）

【研究代表者】 須崎 有康

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】須崎 有康（常勤職員1名）

【研究内容】

膨大性、多様性、開放性を有する利用環境において、自律性と複合性を複合的に構成することができる情報基盤システムの設計原理の確立、同原理に基づいたシステム実装、及びその有効性の検証に関する研究を行う。物理環境とは独立に自律性を有する仮想計算環境を構成し、自律性を有する計算環境を構成可能とする。本プロジェクトは平成16年から平成20年に参加し、最終年度として自律的に起動可能なネットワーク OS を開発した。

自律連合型基盤システムのための自律的に起動可能なネットワーク OS に関する研究では、自律連合システムの OS 起動法として HTTP サーバからブロックデバイスイメージを取得する方式を開発／最適化した。今までに作成したものはネットワークレイテンシが長い環境（海外サーバからの起動など）では極端にバンド幅が落ちることが判明していた。この最適化のために起動プロファイルによるディスクイメージの最適化手法（Ext2optimizer）の適用や先行ダウンロードの方式（DLAHEAD: Download ahead）の改良を行った。また、OS 起動は通常の PC のみならず、仮想計算機上でも実行可能であることを確認した。現在のところ、オープンソースの仮想計算機である Xen、QEMU、KVM で利用可能であることを確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】サステナブルシステム、OS マイグレーション

【研究題目】メタノール資化性酵母によるリソソーム酵素の発現系の構築

【研究代表者】千葉 靖典（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】千葉 靖典、地神 芳文、明星 裕美（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

共同研究で行なわれている「糖鎖機能を利用した組換えリソソーム酵素の脳内補充療法の開発」において、メタノール資化性酵母を用いた糖タンパク質の大量発現系と精製法などを検討することを目的とした。今年度はこれまでの条件検討の結果を踏まえて、*OmMNN4-I* 遺伝子導入株より組換えヒト N-アセチルヘキサミンダーゼ（HexA）の大量生産と精製を行った。この酵素を用いて、過去に粗精製酵素を用いて行った解析データ（レクチンプロット、細胞への投与実験）を取り直し、これまでと同様の結果を得た。また今回精製した HexA について糖鎖のマンノース-6-リン酸（M6P）含量の測定を行った結果、*OmMNN4-I* 遺伝子導入により M6P 含有糖鎖が約3倍増加することを明らかにした。特に、M6P が2分子付加した糖鎖の割合は約4.3倍増加していた。これらの結果から M6P 含有糖鎖が増えた組換え酵素は、より高い治療効果が得られることが示唆された。

また、*OmMNN4-I* 導入・未導入株由来の酵素について、SD マウス由来のアストロサイト細胞への取り込みと、尾静脈からの SD マウスへの投与効果、さらに SD マウスの脳室内への直接投与効果について徳島大学で評価して頂いた。*OmMNN4-I* 遺伝子導入株由来の HexA については、複数回投与により運動能が改善するなど、治療薬としての有効性が示唆される結果を得た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】リソソーム病、酵母、酵素補充療法

【研究題目】低加速高感度電子顕微鏡の開発とソフトマターの分子・原子レベル観察実験への応用

【研究代表者】末永 和知

（ナノチューブ応用研究センター）

【研究担当者】末永 和知、佐藤 雄太、劉 崢、廣瀬 香里、小林 慶太（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

本研究では、有機分子・生体分子などソフトマターの直接観察を目指した低加速高感度電子顕微鏡技術の開発を行う。また、単分子の高分解能観察や高感度元素分析を実現するために低損傷・高効率検出を目指した各周辺技術の充実を図る。これまでに、低加速電子銃、収差補正機構などの電子顕微鏡高度化のための要素技術について設計・開発を進めてきた結果、平成20年度に新型冷陰極低加速電子銃および新方式球面収差補正装置を完成させ、これらを搭載した一号試作機の稼動を開始した。現在は、本試作機を用いた基礎データ収集と各種の有機・無機ナノ材料に対する応用実験を実施中である。

また、新方式色収差補正機構の開発も順調に進んでおり、これを搭載した二号試作機が平成21年度に完成し、稼動を開始する予定である。さらに、生体試料の固定法やその高分解能観察および薄膜結晶を用いた高分解能元素分析などの予備実験も順調に進んでいる。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】電子顕微鏡、収差補正技術、単分子イメージング

【研究題目】Flex Power FPGA チップのアーキテクチャ設計、回路設計、試作チップ設計、周辺ソフトウェアの開発

【研究代表者】小池 帆平

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】小池 帆平、日置 雅和、河並 崇、松本 洋平、堤 利幸（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

スーパーコンピュータ（Cray XD1など）から各種情報家電まで幅広い分野で大量に利用され、その重要度が

増すFPGA (Field Programmable Gate Array: プログラム可能論理素子) において、デバイスの微細化スケールに伴う漏れ電流によって発生する静的消費電力を最小限にするための技術を開発する。本研究課題では、まず、FPGAの静的消費電力を最小化する手法として、FPGAを構成するデバイスのしきい値電圧を細粒度でプログラム可能とした超低消費電力FPGA「Flex Power FPGA ((FP)2GA)」を提案する。そして、(1) Flex Power FPGAアーキテクチャの検討、(2) 既存デバイス (バルクMOS) 及び将来デバイス (ダブルゲートMOS等) を前提とした内部回路の検討、(3) LSI試作サービスによる実証チップの設計・試作、(4) クリティカルパス上のデバイスのしきい値を適切に割り当てる省電力CADソフトウェアの開発までを統合的に進め、1年目の基本動作を確認し概念を実証する基本チップの開発、次の2年間で段階的な改良を加えた一連の改良チップの開発を通じて、Flex Power FPGAの低消費電力性能を実証する。さらに、後半2年間では、動的リコンフィギュアラブル技術、制御性の高いデバイスの採用等の新たな技術と融合した発展チップを開発することによって、FPGAの消費電力を100分の1以下に低減させ、低消費電力型高速大容量情報処理システムの基盤技術の確立を目指す。

平成18年10月からの研究開始に先立ち、研究用ソフトウェアツール Flex Power VPRの開発、これを用いたシミュレーション評価、基本構成要素のみを集積した実験チップの開発などを行ない、平成18年度は、実験チップの性能測定、基本構成要素の性能を測定するためのTEGチップの開発、基本チップアーキテクチャの検討、今後開発するチップのための実験環境の構築など基本チップ開発の準備を進めてきたが、平成20年度は、改良したFlex Power FPGA試作チップの開発を行うとともに、Flex Power FPGA用のCADフローを完成させ、ハードウェア記述言語で記述されたベンチマーク回路を論理合成/配置配線して作成した回路データを試作チップに書き込み、目標どおりの動作を確認することに成功した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】FPGA、リコンフィギュアラブル、低消費電力、しきい値調節

【研究題目】超並列シミュレーションによる二次元強相関係へのアプローチ (CREST)

【研究代表者】柳澤 孝 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】柳澤 孝、長谷 泉 (常勤職員2名)

【研究内容】

二次元強相関係、特に二次元ハバードモデルに超伝導相が存在するかどうかを明らかにするために、超伝導相関係数および超伝導ペア感受率の計算を量子モンテカルロ法により行った。量子モンテカルロ法は厳密に物理量を計算できる計算手法である。これらの物理量はバンド

パラメーターに大きく依存することを明らかにした。特に、次近接の重なり積分を表わすパラメーター $t$ を変化させることに超伝導ペア感受率が急激に増大することを新たに見いだした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】強相関係、量子シミュレーション、新アルゴリズム、負符号問題、ハバードモデル、超伝導感受率、超伝導転移

【研究題目】磁性酸化物系における遷移ダイナミクスの解明

【研究代表者】岡本 博 (光技術研究部門)

【研究担当者】松原 正和

(招聘研究員1名、非常勤職員1名)

【研究内容】

マンガン酸化物における光誘起反強磁性絶縁体-強磁性金属転移は、磁化の超高速制御の観点から注目されている現象であるが、実際に光照射で強磁性かつ金属になることが実証されている物質は非常に少ない。そこで、本年度は、絶縁体相と金属相の境界近傍に位置する三種類のマンガン酸化物 ( $Gd_{0.55}Sr_{0.45}MnO_3$ ,  $Nd_{0.5}Sr_{0.5}MnO_3$ ,  $Pr_{0.55}(Ca_{0.8}Sr_{0.2})_{0.45}MnO_3$ ) にフェムト秒ポンププローブ反射分光と時間分解カー効果測定を同時に適用し、光照射後の電荷ダイナミクスと磁化 (スピン) ダイナミクスを詳細に調べ、光誘起強磁性金属化のための必要条件を明らかにすることを目的とした。

絶縁体相と金属相の構造変化が大きい場合 ( $Nd_{0.5}Sr_{0.5}MnO_3$ ,  $Pr_{0.55}(Ca_{0.8}Sr_{0.2})_{0.45}MnO_3$ ) は、過渡的な光誘起強磁性金属相を生成することが難しいことがわかった。構造変化を抑制するには、Aサイトイオンのイオン半径を制御することによって電荷秩序の相関長を抑制することが有効であり、実際のそのような系 ( $Gd_{0.55}Sr_{0.45}MnO_3$ ) では、光誘起強磁性金属相が実現することが明らかとなった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】光誘起相転移、遷移金属酸化物、強磁性、レーザー分光

【研究題目】3次元表示デバイスの高性能化・高解像度化に関する研究

【研究代表者】島田 悟 (光技術研究部門)

【研究担当者】島田 悟、木村 龍実、欠端 雅之、森 雅彦、鳥塚 健二 (常勤職員5名)

【研究内容】

(株) パートン、産総研、慶應大は共同で、レーザーの光を集光させることにより空気をプラズマ化して発光させるという技術をベースに、その発光位置を高速で3次元走査することにより、ドットアレイの3次元表示として、自由空間中に3次元の実像を描き出す3次元表示デバイスを世界に先駆けて開発し、国内外からの高い注

目を集めるに至っている。この3次元表示デバイスは通信・放送、エンタテインメント、アート、医療、といった目的のための次世代ディスプレイとして利用できるだけでなく、空気中に任意の映像を浮かび上がらせることができることから、環境や空間を利用したディスプレイとして、屋外広告や屋外イベントにおける情報提示等の新しい応用分野を生み出すことが期待できる。それぞれの応用の規模に応じたデバイス開発および3次元コンテンツのデザインを推し進め、新たなディスプレイメディア技術として確立していくとともに、3次元コンテンツ産業と呼ぶべき新領域を開拓していくことを狙っている。本研究課題では、日本発のこの新技术を実用レベルにまで高め、新たな3次元コンテンツ産業と呼ぶべき新領域を開拓していくことを目的に、3次元表示デバイスそのものの高画質化や大規模化の検討を行う。

平成20年度は、引き続き、3次元表示デバイスの高画質に取り組んだ。具体的には、世界最高レベルの1 kHzの繰り返し周波数を持つレーザー光源を導入した空中描画装置について、走査系の性能調整を行うことにより、より高精細な描画を実現した。光学系の改良を行うことにより、コンテンツの表現力を向上させることが可能となった。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 プラズマ、立体表示、ディスプレイ

〔研究題目〕 偏波に基づく多光子間量子もつれ合い技術の開発

〔研究代表者〕 吉澤 明男 (光技術研究部門)

〔研究担当者〕 吉澤 明男、土田 英実  
(常勤職員2名)

〔研究内容〕

偏波に基づく多光子間量子もつれ合い技術の開発を研究項目に掲げ、通信波長帯での量子もつれによる多者間量子情報処理技術の開発及び実験検証を行う。具体的には、高品質な多光子間量子もつれ合い生成技術の確立、光ファイバ量子干渉計最適制御技術の確立、多者間量子情報処理の実験検証、などを行う。本年度は、経路内に擬似位相整合型ニオブ酸リチウム光導路を備えた偏波ビームスプリッタ付ファイバループ構成により、安定的に偏波もつれ光子対を発生させた。短尺導波路 (1 mm) を採用することで1525-1580 nm の範囲内でパルス励起時のもつれ忠実度85%と CW 励起時のもつれ忠実度95%を確認するとともに、4光子もつれ発生に関する諸条件を明らかにした。また、全長82kmと132kmのファイバによる偏波もつれ伝送実験を行い忠実度85%と62%を確認した。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 量子もつれあい、光ファイバ、光子検出

〔研究題目〕 上肢機能の代償にとまなう遺伝子発現の

in situ hybridization による解析

〔研究代表者〕 肥後 範行 (脳神経情報研究部門)

〔研究担当者〕 肥後 範行、山本 竜也 (連携大学院)  
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

脊髄の損傷を受けても、その損傷が部分的であればかなりの機能的回復がみられる。上肢運動は人間の生活に重要であり、その回復を促進することは QOL の向上につながる。脊髄損傷後に生じる上肢運動機能回復のメカニズムを知り、回復を促進する手技の開発につなげるためには、上肢運動を作り出す神経基盤を理解する必要がある。ヒトを含めた一部の霊長類で顕著に見られる手指の巧緻動作の基盤として、大脳新皮質第一次運動野から脊髄運動ニューロンへと至る単シナプス性経路 (皮質運動神経投射) を含む皮質脊髄路の進化が知られている。しかし、この霊長類で顕著に発達した皮質脊髄路の分子的基盤に関してはこれまであまり注目されてこなかった。本年度の *in situ* ハイブリダイゼーション法を用いた遺伝子発現解析の研究により、細胞接着にかかわるタンパクである SPP1 (Secreted phosphoprotein 1) の mRNA が、手指の巧緻動作を示す霊長類の一種であるマカクザルの運動皮質5層に存在する大型の錐体細胞において特異的に発現していることを明らかにした。解剖学的トレーサーとの二重染色により、皮質脊髄路の起始細胞において SPP1 mRNA の発現がみられることを確認した。さらに皮質脊髄路の投射先である脊髄前角においても SPP1 mRNA の発現が見られた。一方、ラットやマーモセットのようには手指の巧緻動作があまり見られない種の運動皮質では SPP1 の発現は見られなかった。このことから、SPP1 が霊長類において特に発達している皮質脊髄路の維持や機能再建に関与している可能性が考えられる。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子発現、霊長類、皮質脊髄路、機能回復、神経可塑性

〔研究題目〕 機能性酸化物を用いたナノ界面相転移デバイス開発

〔研究代表者〕 秋永 広幸

(ナノ電子デバイス研究センター)

〔研究担当者〕 島 久 (ナノテクノロジー研究部門)、  
赤穂 博司

(強相関電子科学技術研究コア)

澤 彰仁、井上 公、佐藤 弘

(エレクトロニクス研究部門)

石橋 章司、織田 望、橋本 保、

田村 友幸 (計算科学研究部門)

(常勤職員9名、他3名)

〔研究内容〕

目標:

半導体エレクトロニクスが持続的に発展していくためには、遷移金属酸化物など新材料の導入と、それらによって構成される界面を制御する技術の開発が必要不可欠となっている。本事業では、金属/絶縁性酸化膜の界面電子状態および強相関相転移の物性制御研究を通して、それらを利用した不揮発性スイッチングデバイス技術の開発を行う。より具体的には、下記の2課題を設定した。

#### 1. 金属/遷移金属酸化物界面の電子状態制御

金属/絶縁性酸化膜の界面電子状態に関する学術的理解を徹底的に深め、その理解に基づいたデバイス機能実証として、電界あるいは電流にて制御することで不揮発に極性反転可能な2端子デバイスを開発する。

#### 2. 界面における強相関相転移を利用したスイッチ機能の開発

ゲート長を超微細化しても動作する界面電子相をチャンネルにした3端子型界面相転移スイッチデバイスを実現するための要素技術を開発し、そのデバイス動作を実証する。

年度進捗状況：

課題1に関して、平成20年度は、Pt/TiO<sub>2</sub>系で、界面近傍で酸素空孔が形成されやすい事を示した。酸素空孔拡散活性化エネルギー計算の準備も進めている。各層が電気的に中性でない膜の成長に伴う静電場の発散について、SrTiO<sub>3</sub>/LaAlO<sub>3</sub> (001) 積層薄膜系を取り上げ、その遮蔽機構の詳細な解析を行い、金属化した界面でのキャリア数についての重要な知見を得た。また、界面の電子状態制御に取り組む準備として、LaMnO<sub>3</sub>/SrTiO<sub>3</sub>超格子における積層周期・CaMnO<sub>3</sub>における電子ドーピング・LaVO<sub>3</sub>における格子歪、それぞれの磁気秩序への影響を調べた。種々の酸化物薄膜成長の基板に使用されるSrTiO<sub>3</sub>について、表面近傍での酸素欠陥安定性の計算を開始した。最局在ワニア関数を用いて第一原理計算からモデルハミルトニアンでの軌道のエネルギーや軌道間の飛び移り積分を見積もることが可能となった。クーロン相互作用のパラメータ U<sub>eff</sub> の計算の準備を開始した。また、平成19年度にその整流特性を変化させることが出来ることを実証した Pt/TiO<sub>2</sub>/Pt ダブルショットキー界面構造にて、本年度はさらに金属/遷移金属酸化物界面の酸化状態を制御することによってその理想係数と酸化状態との相関を明らかにすると共に、酸素欠陥が電界によって移動するモデルを提唱した。

課題2に関して、平成20年度は、電子ドーピング Mn 酸化物の仕事関数が5.0~5.3 eVであることを明らかにし、Ag や Au がオーミック電極材料として適当であるという知見を得た。また、強相関酸化物と同じペロブスカイト構造を有する絶縁体の SrTiO<sub>3</sub>バッファ層を Si 基板上に作製するための要素技術開発を行い、SrTiO<sub>3</sub>薄膜作製前に、SrO を1~2分子層蒸着することで SrTiO<sub>3</sub>薄膜作製に適した Si 基板の清浄表面が得られることを確認した。しかし、清浄化した Si 基板表面に SrTiO<sub>3</sub>薄膜

を作製すると Ti が Si 基板中に拡散するという問題が明らかになった。また、電子ドーピング Mn 酸化物 Ca<sub>1-x</sub>Ce<sub>x</sub>MnO<sub>3</sub> (CCMO) 薄膜の輸送特性が基板からのエピタキシャル歪に非常に敏感であることを明らかにし、格子整合のよい NdAlO<sub>3</sub>基板上を用いることにより、化学的キャリアドーピングにより金属-絶縁体転移を実現することに成功した。また、CCMO 薄膜をチャンネル層とする電界効果素子の作製に着手した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 機能性酸化物、界面相転移、第一原理計算、スイッチ素子、極微細加工

【研究題目】 半導体ナノ構造を用いた量子状態転写・検出・操作の理論解析

【研究代表者】 今村 裕志

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 今村 裕志、余越 伸彦、谷口 知大、大鳥 博之、力武 克彰

(常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

現在、200 nm 以上の長距離量子情報通信の実現に向けた量子中継機の研究開発が世界中で盛んに行われている。我々のグループでは、半導体ナノ構造からなる量子中継機の実現を目指し、電子スピントモグラフィ測定の理論解析、および2重量子ドット内に閉じ込められた2電子スピン状態のコヒーレンスを電気的に測定する手法の概念設計を行った。昨年度までに構築したカー回転の理論を進展させ、光から状態転写された任意の電子スピンのコヒーレンスを直接的に読み出す電子スピン状態トモグラフィの理論モデルの構築を行った。構築した理論モデルを用いて実証実験手法の提案、および結果の解析を行い、電子 g 因子がゼロで磁場中でも歳差運動しない転写の理想条件下においても、1に近い忠実度で状態転写ができることを明らかにした。さらに、スピン状態トモグラフィの理論モデルを量子ドット系に進展させ、量子ドットにおけるより精密なスピン状態トモグラフィの理論を構築した。

また、2重量子ドット内に閉じ込められた2電子スピン状態のコヒーレンスを電気的に測定する手法の概念設計では、量子ドットのエネルギー準位と量子ドット間の飛び移り確立をゲート電圧で操作することにより、シングレットとトリプレットの重ね合わせで表現される2電子スピン状態のコヒーレンス（量子力学的な位相）を量子ドット内の電子数を測定することにより観測することが可能であることを示した。現在は限定された条件下で解析的な表式を得た段階であるが、今後より詳細な解析を行い、2電子スピン状態のコヒーレンス測定の実験を行うための条件を明らかにし、実証実験の提案を行う予定である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 量子情報、量子中継器、光子、電子スピン

〔研究題目〕 第二世代カーボンナノチューブ創製とデバイス開発

〔研究代表者〕 片浦 弘道

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 柳 和宏、榊原 陽一、西出 大亮、  
馮 叶、森井 奈保子、白石 誠司  
(常勤職員3名、他4名)

〔研究内容〕

近年の合成技術の革新により、高純度のカーボンナノチューブ (CNT) が得られるようになった。しかし、CNT には金属型と半導体型の2種類が存在し、どちらか一方だけを合成する手法は未だに実現していない。そのため、相反する性質を持つ2種類の CNT が混ざった材料しか得ることができず、電子デバイス応用への大きな障害となっている。本研究では、独自技術により CNT の金属・半導体分離を高度に実現し、さらに CNT の内側の空間に異種分子を挿入することにより、精密なキャリア制御の実現を目指す。金属と半導体が混ざったままであった、これまでの CNT を第一世代とすれば、分離され、高度に電子状態を制御された CNT は第二世代 CNT と呼ぶべきものである。この第二世代 CNT を用いて、CNT でしか実現できない優れた特性を持つデバイスを開発する事が、本研究のメインテーマである。

本年度は、超遠心分離による金属・半導体分離の大量分離システムの構築、分離用薬剤変更によるコストダウン、分離純度の向上、純度評価法の開発、ゲルやポリマーを用いた分離法の検討、分離された半導体 SWCNT を用いた電界効果トランジスタの試作と動作試験を行い、良好な結果を得た。今後、さらなる高純度化、キャリア制御を目指した取り組みを行う。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ナノチューブ、分離精製、トランジスタ、センサー、分子内包

〔研究題目〕 ナノ界面・電気状態制御による高速動作有機トランジスタ (界面制御と短チャネル素子)

〔研究代表者〕 塚越 一仁

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 塚越 一仁、宮寺 哲彦、宮崎 久生、  
王 穂東、三成 剛生  
(常勤職員1名、他3名)

〔研究内容〕

プラスチックエレクトロニクスの実現を目指して、プラスチック基板をはじめとする様々な基板上に有機薄膜トランジスタを低温作製するための基礎伝導機構解明と制御技術確立を目指した研究を進めている。有機トラン

ジスタ実現へむけて、有機材料を利用していることによる最大限のメリットを引き出すことが課題である。

本研究では有機薄膜トランジスタのナノスケール界面に注目して、有機トランジスタの電気伝導における界面の役割を調べ、有機薄膜トランジスタの基礎特性および基礎物性をナノの観点から解明して応用展開を目指している。一般に有機トランジスタの構造および動作機構を、従来の無機デバイスの類似と見なして研究が進められているが、我々は電極から有機チャネルまでの電流注入過程に有機トランジスタに特有の動作律則要因を見出した。この要因は、界面トラップによるナノ界面高抵抗帯が素子の高抵抗要因であることがわかった。この界面トラップ帯が素子特性 (移動度、動作安定性、信頼性など) を決めている。この界面トラップを如何に低減するかがポイントであり、有機トランジスタの特性を根本的に改善することが可能となる。この現象の解明と新概念での素子作製法を提案し実現することが今後の狙いである。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 有機エレクトロニクス、トランジスタ、電荷輸送

〔研究題目〕 ネットワーク MEMS デバイスの開発

〔研究代表者〕 伊藤 寿浩

(先進製造プロセス研究部門)

〔研究担当者〕 伊藤 寿浩、張 毅、小林 健、  
岡田 浩尚 (常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

動物の健康状態や行動を無線ネットワークでモニタするセンサでは、極めて低消費電力であることが求められるため、消費電力を限りなくゼロに近づけた加速度センサおよび温度センサを実現する。特に、MEMS 技術を利用し、加速度センサでは圧電素子による発電型センサ、温度センサではバイメタルによるスイッチ型センサを研究開発する。また、デジタル型出力とすることで、信号処理回路での電力消費も抑制する。さらに、圧電素子の特性を生かしセンサノードでの発電および機器の小型化を行うため、発電素子および受動素子内蔵基板についても並行して研究を行うとともに、MEMS センサ実装技術やフレキシブル端末実装技術の開発を行う。

平成20年度は、超低消費電力温度センサの開発においては、バイメタルを構成する金属薄膜の残留応力制御および実装の問題を解決するとともにセンサの高感度化を図るべく、Si および Ni 層から構成される新たなバイモルフ構造の考案・設計と、それを実現するための3D-MEMS プロセスの開発を行い、基本製造プロセスを確立した。また、超低消費電力加速度センサの開発においては、前年度までに確立した作製プロセスにより製作した性能評価用チップについて、振動に対する電圧、電荷出力の評価を行い、直列接続による出力電圧の自己昇圧を実証した。さらに、MEMS センサ共通実装プロセス



については、デジタル型加速度センサ・温度センサをウェアレベルで封止実装するためのキャビティ内部圧力評価ツールの開発を行うとともに、インプリント技術を用いた封止構造の設計、試作を行った。

感染鶏の病態変化解析として、感染実験で取得したデータを用い、体温、活動量（加速度）センサを装着した鶏の異常を検知するための基準の検討を行うとともに、感染伝播実験結果を基にした鶏舎内感染拡大シミュレータを開発した。また、ケージ飼い鶏舎におけるセンサの稼働状況、耐久性およびその有効性を調査するため、100端末レベルの鶏舎システムを試作した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 MEMS、センサネットワーク、温度センサ、加速度センサ、発電デバイス、低消費電力

【研究題目】 ULP ユビキタスセンサの開発

【研究代表者】 前田 龍太郎  
(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 前田 龍太郎、高橋 正春、伊藤 寿浩、  
廣島 洋、銘苺 春隆、張 毅、  
松本 光崇、李 東建、小幡 實  
(常勤職員7名、他2名)

【研究内容】

IT 機器の消費電力を無給電・非接触で測定する平均消費電力1  $\mu\text{W}$  レベルの無線センサ端末およびネットワークシステムを開発するため、次の研究項目を実施する。

- 1) 高効率超小型コイル開発
- 2) 超低消費電力専用回路開発
- 3) 超低消費電力無線センサ端末の開発
- 4) ネットワーク測定システムの開発
- 5) 社会実証実験の実験計画

平成20年度は、ULP ユビキタスセンサ端末を構成する基幹要素部品である高効率超小型コイルに関し、その製造プロセスの詳細設計およびコイル試作を行った。具体的には、極微細円筒型基材表面パターンニングプロセスおよび専用装置の開発を行った。本プロセスは、主に平面上への微細パターン転写に用いる PDMS モールドを微細円筒表面上への転写に活用した新たな3次元転写手法であり、このプロセスにより Ni 製マイクロコイルを試作した。

また、スパイラル型コイルの作製プロセスおよび付加回路に関して検討した。このコイルは、基板ないしシートにスパイラル型コイル要素を形成したものを1対用意し、最内周の端部同士のみを電氣的に接続するように張り合わせコイルユニットを作製したもので、必要に応じ、コイルユニットは適宜スタックすることとした。また、コイル出力電圧を増大させるための共振を利用した付加回路の検討を行った。

また、ULP ユビキタスセンサ端末の詳細設計を行う

ため、小型クランプ型コイルを用いたプロトタイプ電力測定無線センサ端末を試作した。これは周囲温度の測定も可能であり、データセンターやオフィス・家庭において空調制御と組み合わせた電力制御への応用できる。試作した無線センサ端末を用いて、家庭の PC、通信機器を含めた家庭内の電力消費量の計測を試験的に行い、通信距離や適度な信号送信頻度の検証等、今後エコデザイングループと実施する計画の社会実証試験に向けたセンサ端末の仕様設計を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロコイル、ユビキタスセンサ端末、MEMS、センサネットワーク、

【研究題目】 モデル触媒の in-situ 表面解析

【研究代表者】 藤谷 忠博 (環境化学技術研究部門)

【研究担当者】 藤谷 忠博、伊達 正和、中村 功、  
木村 幸紀 (常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

Au/TiO<sub>2</sub>触媒における触媒作用発現機構を明らかにすることを目的として、そのモデル触媒を精密に作成し、D<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>交換反応を調べるとともに反応中の表面解析を行い、活性発現メカニズムの本質を解明する。TiO<sub>2</sub> (110) 単結晶表面上に Au ナノ粒子のサイズを制御した Au/TiO<sub>2</sub>モデル触媒を作製した。アークプラズマガンを用いることにより、1 ~ 20 nm 程度の粒子径をもつ金粒子の作成に成功した。その表面上で金触媒に特有な D<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>交換反応を行った結果、交換反応活性は、Au 粒子の表面積ではなく、Au 粒子の円周、すなわち Au-TiO<sub>2</sub>界面に強く依存することを明らかにした。特に、金粒径が2 nm 以下では、高い水素化活性を有することを見いだした。また、金の電子状態を検討した結果、金粒子径の減少に伴い、電子構造が変化し正に帯電する傾向を明らかにした。TiO<sub>2</sub>上の金粒子は、TiO<sub>2</sub>の酸素と金が結合し電子状態が変化することで、活性点として機能していることを示している。これらの結果は、金触媒の活性点生成メカニズムに対して重要な知見を与えるものであり、現状の水素化触媒である Pd や Pt に変わる高い選択能を持つ新規な触媒開発につながるものである。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 金触媒、水素化反応、表面化学

【研究題目】 低消費電力を削減するグリッドデータセンター運用管理システムの研究

【研究代表者】 伊藤 智 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 伊藤 智、関口 智嗣、中田 秀基、  
竹房 あつ子、小川 宏高、広瀬 崇宏、  
横井 威 (常勤職員5名、他2名)

【研究内容】

本研究では、超低消費電力ユビキタスセンサ端末を開発し、家庭/オフィス、データセンターにおける情報機

器の消費電力測定・可視化を図るとともに、測定したデータを利用してソフト（運用の適正化等）およびハード（機器省エネ化）の統合的対策により、情報システムの低消費電力化を実現することを目指している。NEC、東大との連携によるプロジェクトである。

このプロジェクトにおいて、産総研では消費電力を削減するグリッドデータセンター運用管理システムを開発している。地理的に分散された複数のデータセンターを仮想的に統合し、データセンター間で資源を共有することにより、設備の過剰投資抑制および資源の利用効率向上を実現しつつ利用者の要求に応じて適切なサービスを提供することを目指している。

今年度は、昨年度作成した設計書に基づき、運用管理システム、仮想クラスタ構築システム、および仮想計算機システムのプロトタイプ実装を行うとともに、それらを用いた予備評価を実施して本システムの設計および実装に必要な知見を得た。仮想クラスタ構築システムは、カリフォルニア大学サンディエゴ校で開発されているクラスタ構築システム Rocks と仮想計算機ソフトウェアである VMware および Xen を用いて複数サイトに跨った仮想クラスタシステムを構築するためのソフトウェアを実装した。仮想クラスタシステムは、データセンターに跨った環境で稼働中のジョブを移動可能とするため、ストレージライブマイグレーションの機能を実装した。運用決定モジュールは、複数の仮想クラスタの CPU 利用効率を最大化するサーバ割り当てを GA（遺伝的アルゴリズム）により実装した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】省エネ、データセンター、仮想化技術

【研究題目】音楽デザイン転写・音響信号理解に基づくインタフェース

【研究代表者】後藤 真孝（情報技術研究部門）

【研究担当者】後藤 真孝、吉井 和佳、藤原 弘将、栗原 一貴、齋藤 毅、中野 倫靖（常勤職員4名、他2名）

【研究内容】

本研究では、音楽デザイン転写と音響信号の分析・理解に関する研究を実施すると共に、それらの研究成果に基づいて具体的な音インタフェースの事例を提案し、ユーザが実際に操作可能なインタフェースシステムを研究開発する。平成20年度は、「歌唱デザイン」に関する研究に注力し、歌声や歌詞を対象とする研究領域を、学会誌解説記事において我々が新たに「歌声情報処理」と名付けて、様々な研究開発を実施した。その具体的な成果として、例えば、混合音中のボーカルパートに対する音高推定・モデリング手法や、複数の楽曲の歌詞中に共通して登場するフレーズ間へのリンク作成手法、ユーザ歌唱を真似る歌声合成パラメータを自動推定するシステム、話声を歌声に変換するシステム等を実現した。さらに基

礎研究として、歌声に含まれる個人性知覚に寄与する音響特徴や、歌唱力評価に寄与する音響特徴を明らかにするための検討も進めた。さらに、前年度に引き続き、音楽家でないエンドユーザが容易に能動的な音楽の聞き方を体験できる「能動的音楽鑑賞インタフェース」の研究開発も進め、我々の研究アプローチの重要性と主要な成果に対する対外的認知度を招待講演等によって高めた。他にも、音響的特徴に基づく楽曲のサムネイル画像生成手法の研究や、楽器音イコライザによる音色の類似度に基づく楽曲検索システムの研究等に取り組んだ。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】音楽情報処理、音響信号理解、音楽インタフェース

【研究題目】シミュレーションコードのグリッド化

【研究代表者】田中 良夫（情報技術研究部門）

【研究担当者】田中 良夫、谷村 勇輔、宋 応文（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

グリッド上で大規模アプリケーションを長時間実行するためには、動的に変わる資源の利用可能性や障害に対してアプリケーションの実行を動的に対応させるフレームワークの確立が必要である。本研究においては、本プロジェクトの参画機関である名工大グループにより開発された材料シミュレーションのナノスケール用およびマイクロ・メゾスケール用ハイブリッドコードのグリッド化を行ない、複数の高性能計算機が高速ネットワークで接続されたグリッド環境上で大規模ハイブリッドシミュレーションを長時間実行するための技術開発を行う。平成20年度は、ハイブリッドコード開発グループが作成したナノ・マイクロスケールでの同時並列型ハイブリッド手法により実装された Nudged Elastic Band (NEB) 法によるシミュレーションコードについて、グリッド化およびそれをグリッド上で長時間安定稼働させるための実現フレームワークを確立した。本フレームワークは、(1) GridRPC と MPI を組み合わせたプログラミングモデル、(2) 最適な資源割り当てを行う GRPLib (Grid Resource Provisioning Library)、(3) 障害発生や予約期限切れなどによりリソースの利用可能性が変わった場合に対処する AITS (Application Internal Task Scheduler) により構成される。日米6台のクラスタを用いて行なった実証実験において、GridRPC と MPI を用いて実装した NEB 法によるシミュレーションコードを用いて化学反応のシミュレーションを行った。その結果、今回開発した GRPLib および AITS の機能により、リソース管理のロジックをアプリケーションから分離し、容易にアプリケーションを実装・実行できることが確認できた。本実証実験により、本フレームワークが大規模計算におけるリソースの確保、障害発生時の対処、ロードバランスの改良等に有効であることが確認された。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス  
 〔キーワード〕 グリッド、GridRPC、連成シミュレーション

〔研究題目〕 直感的インタフェースと市民芸術創造 SNS の研究・開発

〔研究代表者〕 西村 拓一（情報技術研究部門）  
 〔研究担当者〕 西村 拓一、中村 嘉志、濱崎 雅弘、Thomas Hope、久保田 秀和、草地 映介、江渡 浩一郎（常勤職員4名、他3名）

〔研究内容〕

目的：

昨今の情報技術の発展により市民が経験や作品を公開するなど、地球規模の協働創造活動が活発になってきた。しかし、適切なメディアと市民活動のデザインがあれば、現状に比べてより深い喜びや感動を享受できると考えている。そのために、本研究では、研究代表者である多摩美術大学須永教授他4グループで、メディア論と情報デザインをベースにした市民芸術創出プラットフォームの構築を目指す。産総研グループは、市民芸術創造 SNS および直感的インタフェースの研究を進める

目標：

直感的インタフェースの研究では、ワークショップの場において、気軽に積極的に自己表現・協調創造活動を行うための情報記録、認識、閲覧、共有環境の技術を開発する。市民芸術創造 SNS の研究では、ユーザが発信した作品をインターネット上で共有し、知識の動的再構成支援システムによる作品群の可視化や検索を行う環境を提供するとともに、ユーザ間の遠隔協調創造活動支援や熟練者による遠隔教育、作品への評価やオンライン展覧会による創造意欲支援技術を研究する。

平成20年度は、直感的インタフェースの研究として、市民芸術が創造されるワークショップの場において参加者のおよその位置と向きを音響信号解析により推定する技術の提案と、ワークショップを振り返るために、各参加者が撮影した写真、ビデオを時間順およびシーン単位で閲覧し、コメントを付加することができるシステムの構築を目標とした。結果として、創造活動現場の状況を把握し、国際ワークショップを主催して研究活動を推進することで、目標通りの技術提案とシステム構築を達成した。この結果、ワークショップの記録や振り返りに有用なシステム構築の目処が立った。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス  
 〔キーワード〕 創造活動支援、市民芸術、直感的インタフェース、音響信号解析、Web マイニング

〔研究題目〕 利用者指向ディペンダビリティの研究  
 〔研究代表者〕 木下 佳樹

（システム検証研究センター）

〔研究担当者〕 木下 佳樹、渡邊 宏、武山 誠、高村 博紀、松野 裕、高井 利憲、松岡 聡、水口 大知（常勤職員5名、他3名）

〔研究内容〕

本プロジェクトの目的は、情報処理システムのディペンダビリティ評価の手法を確立することである。DEOS 研究領域全体で開発するオペレーティングシステムのディペンダビリティを、この手法によって評価し、どのような意味で「ディペンダブル」なオペレーティングシステムを提供しようとしているのかを明確にすることにより、新たな価値を付加することを狙う。以下の4つのサブゴールを設け、プロジェクトを遂行している。

1. 「利用者指向ディペンダビリティ」の概念規定
2. 上の概念に基づいた国際規格策定
3. この規格に対する適合性評価技術の研究
4. この規格に適合したシステムライフサイクルを実現するシステムライフサイクル技術の研究

本プロジェクトは平成20年10月に開始された。

六ヶ月の活動によって

1. 概念規定と用語確定に関しては古典的論文の分析
2. de jure 規格活動に関しては JTC1/SC7への参加
3. 適合性評価に関しては assurance cases の国際作業グループへの参画
4. ライフサイクル技術に関しては産総研でこれまで続けてきた包括フレームワークを保守・更新・廃棄の全ライフサイクルに適用できるように拡張する

など、四つのサブテーマの進め方に見通しが得られた。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス  
 〔キーワード〕 ディペンダブルシステム、認証、assurance case

〔研究題目〕 強磁性金属／半導体界面制御によるスピントランジスタの創製（さきがけ）

〔研究代表者〕 齋藤 秀和（エレクトロニクス研究部門）

〔研究担当者〕 齋藤 秀和（常勤職員1名）

〔研究内容〕

現在、将来の情報通信技術の核となる高速・大容量不揮発性メモリをターゲットとし、この新技術を利用した「スピントランジスタ」と呼ばれる不揮発性トランジスタの実現を目指した基礎研究が世界規模で行われている。スピントランジスタの実現には、金属強磁性体と半導体間のより高度な界面制御技術と革新的なデバイス構造が必要である。本研究は、独自の金属強磁性／半導体ハイブリッド構造を有するスピンバイポーラトランジスタを作製し、世界初の不揮発機能を実証することを目標とする。本年度は以下の研究を行った。

- (1) 狭ギャップ強磁性半導体 (In, Mn) As を用いたトンネル磁気抵抗素子の作製

狭ギャップ強磁性半導体 (In, Mn) As を用いた Fe/ZnSe/ (In, Mn) As 磁気トンネルダイオード素子の開発に取り組み、狭ギャップ磁性半導体を用いた素子として世界で初めてトンネル磁気抵抗効果の観測に成功した。さらに、同素子を用いて、(In, Mn) As のスピン依存電子状態を調べた。その結果、同物質の伝導帯中の電子は Mn スピンと反強磁性的に結合していることが明らかになった。

- (2) Fe/ZnSe/p-InAs/n-InAs から構成される3端子素子の作製

非磁性半導体から構成されるトンネルバイポーラ素子の作製を試みた。ところが、用いた InAs 基板に問題があり、良好な pn 接合特性が得られないことが判明した。現在、InAs 基板に換えて GaAs 基板や InP 基板を用いることを検討し、作製方法の最適化を行っている。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 トンネル磁気抵抗効果、強磁性半導体、スピントランジスタ

【研究題目】 金属ナノギャップによる抵抗スイッチ効果の発生メカニズム解明

【研究代表者】 内藤 泰久

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 内藤 泰久 (常勤職員1名)

【研究内容】

研究目標

外部から電気信号を印加することにより、ナノギャップ電極の電気抵抗を制御できる現象を発見した。この現象をナノギャップスイッチ効果 (以下 NGS 効果) と命名した。NGS 効果は不揮発な抵抗変化で構造も非常にシンプルなため、次世代の不揮発性メモリとして応用が期待できる。本研究課題は、この NGS 効果をさまざまな材質の試料やさまざまな環境下で動作させることにより、この現象自身の発生メカニズムは探求することを目標としている。

研究計画

本年度は目標に対して、

- (1) ナノギャップ電極を構成する電極材料の変更
- (2) 試料を取り囲むガス雰囲気制御

以上、2点について特に検討を行った。

年度進捗状況

- (1) これまでナノギャップ電極の電極材質は、金属結合で構成された金属によるものであった。そこで本年度は、それぞれ共有結合・分子間力で構成されるシリコン・有機分子内包カーボンナノチューブを用いた。その結果、金属結合でなくても NGS 効果は発現し、ナノギャップ構造こそが重要であることがわかった。ま

た、ナノチューブのサイズでも効果が発揮し、NGS 効果はそのサイズまで微細化可能であることがわかった。

- (2) これまで NGS 効果は真空下もしくは不活性ガス中で動作が確認されていた。すなわち種類によって動作しないガス種が存在し、それらの依存性を検討することにより、メカニズムへの知見を見出した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 不揮発性メモリ、ナノギャップ電極、ナノギャップスイッチ効果

【研究題目】 位相制御光による量子的分子操作と極限計測技術への展開

【研究代表者】 大村 英樹

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 大村 英樹 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究では、フェムト秒パルスの位相を精密に制御した位相制御光による分子操作技術を開発する。位相制御光は従来の光とは本質的に異なった性質を持っているため、光の位相に依存した新しい量子現象の観測、さらに分子制御の新しい方法論を提示できる可能性がある。光による高度な分子操作技術の基礎研究から計測装置の開発まで連続的な研究を行い、日本発の革新的な計測装置の開発を目指す。

本研究の第一の目的は、位相制御光と分子との相互作用によって引き起こされる量子現象を系統的に探索・分類し理解することである。具体的には、(1) 位相制御光による動的分子配向 (2) 位相制御光の位相に強く依存した分子の光トンネルイオン化、この2つの現象の寄与を定量的に明らかにすることである。

平成20年度では、光トンネルイオン化による配向分子選択イオン化の理解を深めるために、これまでよりも精密な実験を行った。これまでは、光トンネルイオン化によって光解離が誘起され、その光解離生成物イオンの放出角度分布の観測することによって分子の配向に関する情報を得ていた。さらに光トンネルイオン化に関する理解を深めるためには、光解離生成物イオンだけでなくイオン化電子の放出角度分布を観測することが必要となる。平成19年度にイオンと電子の放出角度分布を同時に観測するための真空チャンバーの作製を行い、その性能評価を行ってきた。平成20年度はこの真空チャンバーを用いてイオン電子同時検出の実験を行い、イオン・電子同時2次元画像検出に成功した。その結果、イオン化電子は、異方的光トンネルイオン化で予想される方向とは逆方向に放出されていることが判明した。この実験結果を説明するためには、イオン化電子は親分子イオンのプラス電荷によって引き戻されることを考慮しなければならないことがわかった。強いレーザー場中のイオン化電子の運動は、高次高調波およびアト秒パルスの発生において重

要な役割をしているため、精力的に研究が進められている。そこでは、親分子イオンのクーロン力は無視して取り扱いがされてきた。今回の測定結果は、イオン化電子の量子ダイナミクスに親分子イオンのクーロン場は無視することのできない重要な役割な役割を果たしていることが示唆される。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 量子制御、コヒーレント制御、位相制御  
レーザーパルス、光トンネルイオン化、  
分子配向制御

【研究題目】 センダイウイルスの持続感染機構の解析  
と遺伝子治療用ベクターへの応用

【研究代表者】 西村 健 (バイオセラピューティック研  
究ラボ)

【研究担当者】 中西 真人、瀬川 宏知、佐野 将之、  
大高 真奈美、酒井 菜絵子、  
梅村 洋子 (常勤職員3名、他4名)

【研究内容】

遺伝子治療・再生医療など、遺伝情報を使った先端医療の実用化のためには、(1)組織細胞への遺伝情報の導入効率が高い：(2)遺伝情報の発現が持続する：(3)宿主の細胞への障害や遺伝毒性が無い、といったさまざまな性質を併せ持つ遺伝情報導入・発現系の開発が必要となる。このうち導入効率の向上については、細胞内部と外部環境との境である細胞膜や、核と細胞質の境界である核膜が大きな障壁であることが知られている。また、持続的な遺伝情報の発現はレトロウイルスのような染色体に挿入されるタイプのベクターを使うことにより可能であるが、その反面、染色体への外来遺伝子の挿入は細胞のがん化という副作用をもたらすことが臨床試験の結果から明らかになってきた。

細胞質で遺伝子発現を行う系としては、マウス・パラミキソウイルス1型として知られるセンダイウイルスを使ったベクターがあるが、これまでのセンダイウイルスベクターは細胞傷害性が強く、持続性のある遺伝子発現はできなかった。本研究では、産総研でセンダイウイルス持続発現変異株 Cl. 151を基に開発した、長期間持続的に高い遺伝子発現を行える新しい遺伝子発現系 (Nishimura, et al., *J. Biol. Chem.*, 2007) のさらなる改良に取り組んだ。本年度は、センダイウイルスの形態形成に関わる3つのタンパク質をコードする遺伝子 (M, F, HN) を完全に欠失させその部位に外来遺伝子を挿入することで、細胞傷害性と感染性粒子の放出をほぼ完全に抑えることに成功した。また細胞傷害性の原因となるインターフェロン誘導をさらに減弱するための変異も導入した。さらに以上のような改良を施したベクターにiPS細胞を作成するための細胞初期化遺伝子を搭載したベクターの作成を行った。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 バイオ医薬品、センダイウイルス、  
RNA ウイルスベクター

【研究題目】 高圧二酸化炭素によるポリマー微粉化プロセスの開発

【研究代表者】 鈴木 明 (コンパクト化学プロセス研究  
センター)

【研究担当者】 鈴木 明、川崎 慎一郎、  
大川原 竜人、伊藤 一  
(常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

粒径100  $\mu\text{m}$  以下のポリマー微粒子は電子材料用フィルターやトナー材など多用途での利用が期待されているが、その製造は粒径制御の課題や環境への負荷等多くの問題点を抱えている。それに対し高圧二酸化炭素による微粉化プロセスは、溶融樹脂中に二酸化炭素を溶解させて低粘度化し微細な液滴状に噴霧することで小粒径ポリマー粒子を製造する技術であり、上記の問題点を解決できる技術として期待されている。本研究では、極めて高粘性な溶融樹脂に二酸化炭素を迅速・完全に溶解させる混合器や高粘性用噴霧ノズルの開発を目的とする。

本年度は、溶融ポリマーと高圧二酸化炭素を迅速にかつ完全に混合・溶解させる高粘性流体用高温高圧マイクロ混合器の開発を中心に実施した。マイクロ混合器は、混合原理・機構の異なる複数のミキサーを試作し、ポリマーとしてポリエチレングリコールを用いてプロセスの安定操作性を検討した。その結果、1つのミキサーでのみ安定的な操作が可能であることなどが明らかとなった。次年度では、ミキサー種類の影響と安定性、溶解度、粘度低下の関係を詳細に検討するとともに、高粘性用噴霧ノズルの開発を中心に行い、微粒化プロセスとしての確立を目指す。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 二酸化炭素、ポリマー、微粒化 (微粒化)

【研究題目】 テーラーメイドクラスターイオン源の研究開発

【研究代表者】 金山 敏彦  
(ナノ電子デバイス研究センター)

【研究担当者】 金山 敏彦、多田 哲也、内田 紀行  
(常勤職員2、他1名)  
芳賀沼 哲夫、古山 一穂、  
芳賀沼 俊介、芳賀 沼龍  
(株) オメガトロン)

【研究内容】

本研究は、イオントラップ内で金属蒸気を冷却することにより、サイズがきちんと制御された金属クラスターを製造する装置を開発することを目的とする。

本年度は、高周波誘導加熱を利用した原子状金属供給

装置の基本設計・組み立てを行なった。従来、金属材料等を真空蒸着するための高周波誘導加熱装置は存在するが、コンフラットフランジにマウントできるような、研究開発用途のコンパクトな製品はあまり存在しない。そこで、本研究のパートナー企業であるオメガトロン社と共同で、超高真空対応のコンフラットフランジにマウントする高周波誘導加熱型蒸発源を開発した。今後は、作製した原子状金属供給装置（高周波誘導加熱型蒸発源）を試験し、制御条件等を探索中である。

次に、原子状金属供給装置を、多重極イオントラップを用いた金属クラスターイオン源に搭載するための構造設計・組み立てを行なった。そして、イオントラップで金属クラスターを製造する上で必要な、He、H<sub>2</sub>ガスの供給ラインの整備を行なった。これらのガスは、マスフローメータを搭載した供給システムによって、流量、圧力を厳密に管理し、イオントラップ内で金属蒸気を冷却することにより、クラスターを合成する目的で導入される。今後は、原子状金属供給装置を搭載したイオントラップを使用し、金属クラスターイオンの合成を実証する予定である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 金属クラスター、原子状金属供給装置、イオントラップ

【研究題目】 プリズムペア干渉法による光学ガラス屈折率と光源波長の精密同時校正技術の開発

【研究代表者】 平井 亜紀子（計測標準研究部門）

【研究担当者】 平井 亜紀子、美濃島 薫、堀 泰明（常勤職員3名）

【研究内容】

光学ガラスの屈折率は光学素子の設計・製造において重要な基礎特性値であり、近年の光学機器の技術進歩に伴って、高精度な屈折率測定への要求が高まっており、固体屈折率標準の重要度も増している。光学産業界における屈折率測定は、長い歴史の蓄積があるスペクトルランプ波長に対するものが主であり、スペクトルランプ波長における固体屈折率標準への需要が大きい。本研究では、レーザー波長（633 nm、543 nm）における固体屈折率測定で不確かさ $2.5 \times 10^{-6}$ を達成しているプリズムペア干渉法を用いて、水銀ランプ e 線（546 nm）における固体屈折率測定法の開発を目的としている。目標とする不確かさは $1 \times 10^{-5}$ である。

2008年度は擬似ランプ（He-Ne レーザー光（543 nm）を拡散板に通して空間コヒーレンスを低下させたもの）を光源として使用し、開発したランプ光源用のプリズムペア干渉計の基礎評価を行った。ランプ波長のトレーサビリティを確保する目的で、プリズムペア干渉計と一部を共有している波長計の基礎評価を行った結果、相対不確かさ $2.7 \times 10^{-5}$ が得られた。この結果は、

目標とする固体屈折率測定に大きな影響を与えない不確かさでランプ波長が校正できることを示している。また、プリズム試料（材質：BSL7Y）の屈折率測定を行い、その結果から $5.1 \times 10^{-6}$ の測定不確かさが得られた。今後は、ランプ光源を使用した場合の時間コヒーレンスの低下や強度揺らぎへの対応に取り組む。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 固体屈折率、干渉法、ランプ光源

【研究題目】 電極を用いない光学的手法による InGaAs 電子デバイス用結晶評価技術の開発

【研究代表者】 板谷 太郎

（エレクトロニクス研究部門）

【研究担当者】 板谷 太郎（常勤職員1名）

【研究内容】

研究目的は、光学的な半導体ウェーハの評価と電気的な評価の対応をとることである。研究手段としては、評価用デバイスを産総研が試作し、埼玉大学で光学測定を、産総研が電気測定を担当した。産総研ではホール素子と HEMT 素子の試作と、電気特性の計測を実施。特に、HEMT 素子に関しては、高周波計測を行うとともに、等価回路モデルの割り出し評価を行った。本年度の実施内容としては、素子の高周波特性の評価と回路モデルとの比較検討を実施し、ウェーハの設計データと高周波特性の測定結果の比較検討を行い、以下の結果を得た。高周波特性としては、利得遮断周波数として30 GHz 以上の結果が得られている。これは、パーソナル無線で用いる周波数をカバーすることから、民生用無線応用としては十分高い周波数が得られえており、評価用デバイスとして十分な性能であることが示された。一方、ウェーハの光学計測結果を電子システムにおける設計データへ反映させるためには、回路モデルの抽出が必要不可欠であることが明らかになった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 化合物半導体、蛍光観察、非接触、評価

【研究題目】 自動車動力系利用のための高温動作光素子開発

【研究代表者】 小倉 政彦

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 谷本 智、小倉 政彦、桐谷 範彦、山崎 聡、加藤 宙光

（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

地球温暖化防止・環境対策のため、自動車動力系での紫外線半導体光素子の利用を目指している。本研究グループでは、高密度励起子状態を利用した新しい原理のダイヤモンド深紫外線（波長235 nm）発光ダイオード（LED）を既に実現している。これは燃料を直接励起

できる波長を初めて半導体光素子で実現したものであり、さらに高温動作と時間変調動作を実現できれば、光素子の動力系利用という大きなイノベーションの可能性が広がる。本研究の目的はダイヤモンド深紫外線発光デバイスの成功をシーズ候補として、高温動作・時間変調動作を実現することにより自動車動力系利用光素子のシーズとして顕在化させることにある。具体的には「高温発光可能なダイヤモンド励起子 LED の開発」「ダイヤモンド励起子 LED の時間変調動作の確認」「周辺材の高温高信頼化の研究」という3課題に取り組んだ。

その結果、他の半導体材料では動作し得ない510℃という高温でもダイヤモンド pn 接合ダイオードが深紫外線発光し（励起子による、波長約235 nm）、さらには室温に比べて強度が増大することが示された。また、周期的電流注入環境下では250 Hz でも強度を下げることなく深紫外線発光し、タイミング制御が確実に出来ることが明らかになった。深紫外線発光自体は YAG レーザやエキシマレーザでも可能だが、LED 以外では小型化が難しく、自動車エンジン付近への配置は不可能に近い。ダイヤモンド LED の高温動作、及び100 Hz を超える周波数での周期的変調動作を確認したことは、深紫外線発光素子の自動車エンジン応用に向けた大きな一歩になる。

一方、ダイヤモンドデバイスを高温（500℃超）で試験すると電極等の周辺材の劣化が起り、ダイヤモンド固有の真性劣化現象が隠蔽される事態が懸念される。そこで、周辺材を備えた現行ダイヤモンド深紫外発光ダイオードが、pn 接合の純粋な劣化を正當に評価できるレベル（500℃、100時間）まで耐えられるか実験的に評価し、現行周辺材に上記問題がある場合はその寿命を向上させる指針を提示することを目的として研究を行った。その結果以下の成果が得られた。

- 1) 100時間のレンジでダイヤモンド pn 接合の高温真性劣化過程を観察する方法を開発した。
- 2) 500℃、100時間のレンジではダイヤモンド pn 接合は安定で、劣化は起きないことが判明した。
- 3) さらに長時間レンジでは Ti/Pt/Au 電極の劣化が起り、駆動電流が減少する。
- 4) この問題を解決するための指針を明らかにするとともに、同指針の妥当性を実験的に検証した。

以上により、自動車動力系利用光素子のシーズとして、高密度励起子状態を利用した新しい原理のダイヤモンド深紫外線（波長235 nm）発光ダイオード（LED）デバイスを、その510℃に於ける高温動作・100 Hz を超える時間変調動作を確認することにより、また高温長時間での電極など周辺材の安定化への指針を得ることにより、顕在化した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 紫外線発光素子、ダイヤモンド、高温動作、オーム性接触、半導体、自動車動力

系

【研究題目】 メチルアルミノキサン合成用マイクロリアクターの実用化研究

【研究代表者】 宮沢 哲（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】 宮沢 哲、萩原 英昭（環境化学技術研究部門）、堀内 伸（ナノテクノロジー研究部門）（常勤職員3名）

【研究内容】

メタロセン類を触媒として用いるオレフィン重合の助触媒であるメチルアルミノキサン合成は、トリメチルアルミニウムと水の激しい反応を如何に制御するかにかかっている。本研究では、高速・均一混合能および精密温度制御能を有するマイクロリアクター技術を応用した実用的なメチルアルミノキサン合成プロセスを構築し、副生物の少ない良質なメチルアルミノキサン製造法の開発を目指している。

水とトルエンから安定なスラグ流を形成するための Y 字型マイクロリアクターの流路構造を流体シミュレーションにより最適化した。この結果を基に、ステンレス基板上に幅、深さ200ミクロンで微細加工したマイクロリアクターを試作した。次に本マイクロリアクターと熱交換用ジャケットを有する多重管型マイクロリアクターを連結したマイクロフローシステムを構築し、トリメチルアルミニウムと水を安全に通液・接触させることに成功しメチルアルミノキサンの連続合成が可能になった。本マイクロフロー法によれば、従来のバッチ式合成法と比較して原料転化率が高く、副生物の少ない良質なメチルアルミノキサンの合成が可能である。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 マイクロリアクター、メチルアルミノキサン、重合助触媒、機能性ポリオレフィン

【研究題目】 スラッシュ窒素を用いた超伝導機器の先進的冷却技術に関する研究

【研究代表者】 淵野 修一郎

（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 淵野 修一郎、古瀬 充穂、名取 尚武（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

電力機器の高温超電導化は高効率化、小型化が可能となり、省エネや温室効果ガス排出削減に寄与する。従来、高温超電導機器の冷媒として液体窒素あるいはサブクール窒素が用いられている。しかし、液体窒素は蒸発潜熱が利用できるため冷却特性に優れているが、気化した場合に電気絶縁特性の劣化が懸念される。一方、サブクール窒素は基本的には気化することがほとんど無いため電気絶縁の観点からは優れているが、顕熱のみの利用のため冷却特性に関しては劣る。そこで本研究では、液体窒

素中に微細な固体窒素を分散させたスラッシュ窒素を、超電導電力機器用の冷媒として使用することにより、サブクール窒素の利点と固体窒素の融解熱の利用による冷却特性の向上を目的とし、先ず電力機器に重要な電気絶縁特性を明らかにすることにより、超電導電力応用機器の冷媒としての有用性を検証した。

スラッシュ窒素における電気絶縁特性を固相率（固体の割合）のパラメータとして測定したが、解析結果で予想されたとおり、液体窒素と比べて、絶縁特性に問題は無いということが明らかになった。統計的なデータ処理をまだ行っていないが、固相率が高いほど、絶縁特性にばらつきが少ないと思われる。また、固体窒素が均一に分布しておらず、凝集しているような解析モデルにおいても、特に劣化が生じることはないことが明らかになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】超電導電力機器、冷却特性、スラッシュ窒素、電気絶縁特性

【研究題目】調音的特徴に基づく雑音に頑健な音声コマンド認識システムの研究開発

【研究代表者】児島 宏明（情報技術研究部門）

【研究担当者】児島 宏明、佐宗 晃、吉川 雅博、橋本 泰治（常勤職員2名、他2名）

【研究内容】

これまでに開発した高精度な音響分析や調音的特徴に基づく発音判定などの技術をシーズとして、企業との共同研究により、工場など雑音の多い環境で有効に利用可能な音声コマンド認識装置の実現を目指している。そのために、コマンドの語彙数は少なくとも、雑音環境下で頑健に動作する手法の研究を進めている。平成20年度は、認識に有効な特徴量の決定と特徴抽出手法の開発を行うとともに、認識手法の全体構成の設計と基本部分の開発を終えた。また、雑音環境での音声認識性能を評価するための評価実験環境の整備を行った。特徴量については、ケプストラムのような音声認識で一般的に用いられる特徴量ではなく、調音音声学的な体系を反映した特徴量を採用し、高精度なピッチ抽出やフォルマント抽出技術を利用して特徴抽出を行う手法を開発した。認識手法については、上記の特徴量を用いて、雑音の影響を受けにくい大局的な変化パターンに関するマッチングを行う手法を開発した。認識性能の評価については、雑音環境での音声認識性能の評価用に広く用いられているCENSREC3などの共通データを利用するために、音声データや特徴量を話者や雑音条件ごとに整理して表示するツールなど、実験環境を整備した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】音声認識、雑音

【研究題目】虐待などの意図的傷害予防のための情報

収集技術及び活用技術

【研究代表者】山中 龍宏

（デジタルヒューマン研究センター）

【研究担当者】山中 龍宏、西田 佳史、本村 陽一、北村 光司（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

本課題の目的は、「犯罪」を子どもの健康被害と位置づけ、個人の個別的な問題ではなく、環境および社会システムの問題としてとらえ、子どもが受ける意図的な傷害行為（intentional injury）を予防するための科学的なアプローチを実施することにある。具体的には、従来、経験に基づいて判断し行動してきた、子どもと接する各種の専門家に判断・行動のための適切な材料を提供し、現場での負担の軽減に寄与するものとする。そのために、医療機関を中心に情報を収集・解析し、現場で使用できる形に加工し、また、社会実装のツールを開発し、その検証を行う。さらに、意図的な傷害を未然に防ぐために、保護者の健全な子育てを支援するためのコンテンツを開発し、社会への普及を図る。平成20年度は、研究開発目標で掲げた項目のうち、平成21年度以降のベースとなる、以下の2つの研究開発項目を実施した。1) 病院における意図的傷害事例の調査を行い、意図的傷害発生の現状を把握すること。2) 身体内部の傷害情報の収集技術を開発する。意図的傷害を識別するための生体力学的シミュレーション技術を開発すること。このうち、産業技術総合研究所は、プロジェクトの統括と2)の身体内部の傷害情報の収集技術を担当した。

身体内部の傷害情報の収集技術として、産業技術総合研究所が保有する身体地図情報システムを拡張し、歯科外傷データを入力できる機能を開発した。さらに、長崎大学の協力を得て、このソフトウェアを用いて、90件の歯科外傷データの入力を行うことで、ソフトウェアの動作を確認した。また、これまで収集した傷害データを利用して、不慮の事故による傷害が起こりにくい部位の解析を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】デジタルヒューマン、データベース、統計数理、傷害予防、傷害サーベイランス技術、インパクトバイオメカニクス（生体衝突工学）

【研究題目】3次元映像の解析

【研究代表者】依田 育士（情報技術研究部門）

【研究担当者】依田 育士、大西 正輝、浅野 由紀子、廣瀬 隆昌、佐藤 信彦、本田 祐美子、桑田 純哉、下寄 ゆり、渡邊 将博（常勤職員2名、他7名）

【研究内容】

本研究は、医療を「医療従事者だけでなく一般市民も主体として取りこんだ医療の共有を実現することを目指



とする。具体的には、救急診療等を例に取り病院・医院外の公共の場で、AED（自動体外式除細動器）を用いた一般人（医師以外）による医療行為のリスクを軽減するような問題を扱う。本研究は、研究実施場所である東京医科大、その3次元的な医療行為の解析を行う産総研、医療建築の研究を分担する工学院大学（平成21年度から参加予定）といった医学、工学、社会学の異分野連携の共同研究である。

本研究で産総研が担当する3次元映像情報技術の研究では、救命救急センター内の初療室（ER）において、3次元ビジョン技術により ER 内の救命活動時の人の動線（移動軌跡）を中心とした、「動きの自動的な記録」に関する研究を実施する。このような動線情報と、さらには社会学者によって分析された会話分析を組み合わせることにより、ER 内におけるチーム医療行為の解析を可能とする。このチーム医療行為の解析結果を、診療チームの検討、研修医教育、診療の標準化の基本資料として利用することを目標とする。同時に、患者や家族への説明の際の画像情報を利用した説明方法に関して検討を進める。

平成20年度は研究開始初年度であり、初年度6ヶ月の間に、ER 内において医療者の動線取得を可能にするため、4台のステレオカメラを ER 内のベッドを取り囲むような配置での設置を実施した。この4台のステレオビジョンからなるユビキタスステレオビジョンの基本システムを用いて、ベッドを中心とした ER 空間内の医療者の動線情報を取得した。また、取得されたデータを分析可能なベクトル形式でのデータへと変換し、来年度以降の分析の準備を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】チーム医療の解析、ステレオビジョン、救命救急、画像処理

【研究題目】新規バイオマーカーを用いた非アルコール性肝障害の早期診断法の開発

【研究代表者】吉田 康一（健康工学研究センター）

【研究担当者】吉田 康一、伊藤 奈々子  
（常勤職員2名）

【研究内容】

非アルコール性肝障害に注目して、バイオマーカーとして提案しているヒドロキシリノール酸およびヒドロキシコレステロールの有用性検証試験を行った。目標とする患者サンプルの分析を達成し、患者血漿サンプルにおいて特にヒドロキシリノール酸が健常者群に比べて高いことが判明した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】非アルコール性肝障害、バイオマーカー、酸化ストレス

【研究題目】骨導超音波知覚を利用した最重度難聴者

のための耳鳴遮蔽装置の開発

【研究代表者】中川 誠司（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】中川 誠司、大久保 裕子、神原文  
（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

多くの難聴には耳鳴が伴うが、決定的な治療方法は存在しない。しかしながら、耳鳴を少なくとも一時的に低減させる有効な手段として、強大雑音を聴取させることで耳鳴を抑えるマスキング法がある。しかし、通常の補聴器を使用しても音を知覚できない重度難聴者にはマスキング法が使用できない。一方、骨導で呈示された周波数 20 kHz 以上の超音波であれば、重度難聴者であっても知覚することができるため、重度難聴者の耳鳴低減に有効であると考えられる。本研究提案では、骨導超音波を利用した耳鳴遮蔽装置（耳鳴マスキング）の開発を目指した検討に取り組んだ。

1. 骨導超音波のピッチマッチテスト

骨導超音波をマスキングとして利用するためには、その知覚特性の把握が必要である。恒常法と最尤推定を用いて、骨導超音波ピッチの正確な同定を試みた。骨導超音波のピッチは13-17 kHz に分布しており、被験者によるある程度のバラツキがあることが明らかになった。

2. 耳鳴発生状況の調査

骨導超音波を知覚できた重度難聴者二名を対象として、骨導超音波聴取による耳鳴症状の改善の度合いを調べた。Visual Analogue Scale 法（視覚的に呈示されたスケールバーを利用して耳鳴りの大きさ、頻度を主観的・定量的に記述させる方法）、Tinnitus Handicap Inventory（20-30項目の設問から構成された問診票検査）による調査の結果、耳鳴改善にある程度有効であることが示された。

3. 骨導超音波耳鳴マスキングの試作と評価

得られた知見をもとに、携帯可能な骨導超音波耳鳴マスキングの試作に取り組んだ。現在、試作した骨導超音波耳鳴マスキングの実用性評価試験を実施中である。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】重度難聴、骨導超音波、耳鳴

【研究題目】自己励起蛍光タンパク質（BAF）を利用した新規発光分析試薬の開発

【研究代表者】星野 英人

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】星野 英人（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

自己励起蛍光タンパク質（BRET-based Auto-illuminated Fluorescent-protein、BAF）を用いたプロテアーゼ感受性の一分子 BRET タンパク質を創製し、新しい高輝度発光分析試薬を開発することを目標とした。

研究計画：

新しい高輝度発光分析試薬として有効と考えられる分子の設計、発現ベクターの構築、タンパク質発現の確認、発光分析などを行い、高輝度分子を同定する。

年度進捗状況：

本件は知財化を予定する内容を含むために現段階では具体的な説明が出来ず、概要の説明に止める。本年度は、目標を達成するために、BAF 融合タンパク質の大腸菌発現プラスミドライブラリを構築し、これを大腸菌に発現させ、個別のタンパク質の発現の有無を確認するスクリーニングを行った。大腸菌レベルで延べ10,000の一次陽性クローンを精査することにより、168個の二次陽性候補クローンを得た。これらの大部分について、大腸菌から回収したプラスミドの該当塩基配列を決定して、対応するアミノ酸配列を同定した。現在、当該クローンを有する大腸菌からのタンパク質精製並びにプロテアーゼ感受性テストを検討し、早期の知的財産化を目指している。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 自己励起蛍光タンパク質、生物発光、分析試薬

【研究 題目】 高溶接強度実現のための新規マグネシウム高強度溶加材の開発

【研究代表者】 佐藤 富雄

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 佐藤 富雄 (常勤職員1名)

【研究 内容】

現在、マグネシウム合金展伸材のアーキ溶接における継ぎ手効率は60~70%と言われている。高い溶接強度を得るためには溶接技術の確立とともに、溶接時に用いられる溶加材の高強度化を図ることが重要である。そこで本研究では粉末冶金プロセスによる新規組成の高強度溶加材の創製を主な目的とした。先ず溶加材作製の出発原料となる難燃性 Mg 合金粉末の調製技術について検討した。難燃性 Mg 合金鋳造材切削チップへの添加物16種を選定し、切削チップの微粉化と添加物の均質複合化を同時に図る技術について検討し、98~99%の高歩留まりの下でそれらを達成できた。

調製された粉末の固化成形技術 (パルス通電焼結、次いで熱間押し出し加工) について検討し、これらの条件の最適化を図った。その結果、添加物が無い状態におけるパルス通電焼結体の「割裂引張強度」は、従来法による溶解鋳造材やその押し出し材の2倍と1.4倍を有することが分かった。また、その焼結体へ押し出し加工を施すと機械的性質は更に向上し、引張強度は鋳造材やその押し出し材の3倍と1.5倍であり、延性も各々約8倍と1.3倍を示した。このように粉末プロセスを用いることによって強度・延性のいずれも向上させ得る。創製した新規組成の粉末押し出し材を Mg 板材のアーキ溶接時の溶加材として用いる

と、90~96%の継ぎ手効率を得ることができた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 アーク溶接、溶加材、難燃性マグネシウム合金、粉末冶金法

【研究 題目】 タンパク質をゴルジ体に局在化させるための技術開発

【研究代表者】 横尾 岳彦 (糖鎖医工学研究センター)

【研究担当者】 横尾 岳彦 (常勤職員1名)

【研究 内容】

1. 研究計画

酵母細胞に有用な糖タンパク質を効率よく作らせるための技術開発の一環として、哺乳類の糖転移酵素を酵母の糖転移酵素に融合させて効率よくゴルジ体に局在化させる技術が不可欠である。これを実現するための技術開発として、糖転移酵素のゴルジ体への局在の高効率化を目指す。

2. 研究期間において実施した内容

Och1p がゴルジ体に局在するためには、機能未知の遺伝子 ERD1が必要であることがこれまでに示されているが、そのメカニズムは明らかではなかった。ERD1遺伝子の糖転移酵素の局在への影響を知るため、O-結合型糖鎖のマンノース転移酵素 Kre2p の局在を調べる系の構築を行った。その結果、蛍光タンパク質 EGFP および mRFP を Kre2p の C 末端側に接続することで、Kre2p の局在を蛍光顕微鏡下で観察することに成功した。この系を用いて erd1破壊株で Kre2p の局在を調べたところ、局在変化は見られなかったため、ERD1遺伝子の影響は Och1p に特異的であることが明らかになった。

いっぽう、GPI アンカー型タンパク質がゴルジ体の構造形成に重要であることが、別の研究グループより示された。そこで、糖転移酵素のゴルジ体への局在化と GPI アンカー型タンパク質との関係を調べるため、よりゴルジ体に近い GPI 生合成の後期過程に注目して研究を進めた。その結果、in vitro で GPI アンカー型タンパク質 Gas1p の脂質部分の変換を測定する系の構築に成功し、これを用いて、CWH43遺伝子が GPI の脂質部分をセラミドに変換するために直接的に関与していることを明らかにした。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 糖転移酵素、ゴルジ体、GPI アンカー

【研究 題目】 中性子線量計校正に用いる中性子検出器の小型軽量化技術

【研究代表者】 原野 英樹 (計測標準研究部門)

【研究担当者】 松本 哲郎、西山 潤  
(常勤職員1名、他1名)

【研究 内容】

校正に用いる基準中性子検出器は広い範囲の中性子エ

エネルギー (keV~MeV) 領域で一様な感度を有する必要がある、一般には、据え置き型のロングカウンタ方式が用いられる。しかしながら、大型の減速材 (50~100kg) を使用するため移動や運搬に難があり、可搬型の校正装置の開発が関連業界より強く要請されている。本研究グループでは、数値シミュレーションによって円柱形のポリエチレン減速材中の中心軸上の2点に小型球形の中性子検出器を配置すれば、感度の一様性を保持しつつ減速材を従来の半分以下に小型軽量化できることを見出した。そこで、本研究ではシミュレーション精度をさらに高め、検出器の最適化を行う。検出器の試作を行い、10 kg 以下の重量を実現した。中性子検出器として 0.144 atm と 8.8 atm の<sup>3</sup>He 比例計数管を用いて、産総研が所有する中性子国家標準場において144 keV、565 keV、5.0 MeV、14.8 MeV の単色エネルギー点で性能試験を行い、感度の一様性も保持していることを実験的に証明した。本件について、特許申請も行った。今後は、実用化に向けた取り組みを行う予定である。

【分野名】標準・計測

【キーワード】中性子標準、線量、校正、放射線防護、中性子検出器、中性子フルエンス、シミュレーション

【研究題目】球面加減速機構の開発

【研究代表者】矢野 智昭 (知能システム研究部門)

【研究担当者】矢野 智昭 (常勤職員1名)

【研究内容】

ロボットをはじめとする多自由度システムの駆動は、現在1軸のモータを多数組み合わせることで実現している。1軸のモータ3台を、球面モータと球面加減速機構の組み合わせで置き換えると、多自由度システムのモータの個数が1/3に減少し、システムの小型・軽量・高性能化が達成でき、システムの消費エネルギーを1/3以下に大幅に減少させることが可能となる。本研究では球面モータと組み合わせる出力トルクが球面モータの2倍以上となる球面加減速機構の開発を目標にした。球面モータのロータ、ロータに接触する小型の球、小型の球に接触しトルクを増幅するアクリル球からなる球面加減速機構を設計・試作した。それぞれの球体の支持は球体ベアリングを圧縮空気で浮かせる構造を採用した。フォースゲージを用いて入力トルクおよび出力トルクの測定を行った。摩擦トルクは0.0036 Nm 以下であった。球面加減速機構において小型の球の材質をゴムにした場合にロータのトルク0.03 Nm が0.06 Nm に増加することを確認した。

一方、開発した球面加減速機構は半径の三乗で出力軸を取り付けた球体の体積が増加するため、トルクの増加率を大きくすると機構が巨大になるという問題があることがわかった。本課題で試作した球面加減速機構と球面モータの組み合わせにより、広範な多自由度システムの駆動をコンパクトに実現できる。したがって、モータの

個数を減らし、省エネルギー・省資源・小型軽量高性能システムを実現できる。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】球面モータ、加減速機構、トルク増幅

【研究題目】エンド/エキソヌクレアーゼ活性を用いる DNA 修復法の開発と PCR 反応への応用

【研究代表者】松井 郁夫

【研究担当者】松井 郁夫、松井 えり子  
(常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

我々は既に、大小サブユニットから構成される phPolD の3'-5'エキソヌクレアーゼ活性は小サブユニットに乗っており、それが Mre11 (真核生物の二本鎖 DNA 切断後の DNA 組み換え修復に必須な酵素) 様の新規な酵素であることを報告した。しかし、その3'端の修飾塩基損傷等に対する基質特異性は未だ詳細には解析されていない。そこで、本試験研究ではまず修飾塩基を含めたより複雑な損傷構造を有する DNA 基質を調整し、PolD の Mre11様の3'-5'エキソヌクレアーゼ活性の基質特異性を明らかにした。またその成果を活用し、特許「DNA 3'末端の修飾基除去用酵素試薬」を本年度末に出願した。

本発明は、DNA ポリメラーゼが、DNA 3'末端ヌクレオチド3' 位に結合した遊離または修飾リン酸エステルを切断し、その3'末端ヌクレオチド3' 位に結合した遊離または修飾リン酸エステルを有する DNA が、テンプレート DNA とハイブリダイズしたとき該配列に対応する相補鎖伸長作用を有し、しかも、その基質特性は極めて低いことを見いだしてなされたものであり、DNA 3'末端に蛍光、ビオチン、酵素等の標識リン酸エステル基あるいは他の修飾リン酸エステル基を有していても、そのほとんどを切除し、3'末端からの相補鎖伸長が可能となる。このような DNA ポリメラーゼの基質特異性の低い修飾リン酸エステルの切断活性およびその後の相補鎖伸長活性を利用することにより、例えば PCR による遺伝子増幅法あるいは古代生物の損傷遺伝子の修復、増幅が極めて簡便に行えるようになった。

例えば、PCR において、蛍光色素等で標識リン酸エステルを3'末端に有する DNA をプライマーとして使用すれば、該プライマーはプローブを兼用させることできるから、従来のようにプライマーとプローブを別途合成する必要がなくなるほか、実験操作も簡便化できることを明らかにした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】DNA ポリメラーゼ、ホスホエステラーゼ/ヌクレアーゼ、PCR

【研究題目】高効率紫外赤外線遮蔽用ポリマーナノコ

### ンポジット膜の開発

〔研究代表者〕 越崎 直人

(ナノテクノロジー研究部門)

〔研究担当者〕 越崎 直人、佐々木 毅

(常勤職員2名、他1名)

#### 〔研究内容〕

液相レーザーアブレーション法により調製した平均粒径3 nm のインジウムスズ酸化物 (ITO) ナノ粒子は極めて優れた赤外線反射特性を有している。そこでこのナノ粒子をポリマーマトリックス中に孤立・均一分散させる手法を開発することにより、現在市販されているフィルムやコーティング液に比較して希少金属であるインジウムの使用量を大幅に削減させた高効率紫外赤外線遮蔽用ポリマーナノコンポジット膜の開発を進めた。ITO 粒子を純水中に分散し、これに3倍波の Nd:YAG レーザー光を3時間照射してナノ粒子化させたあと、これと PVA と混合させ、キャスト・乾燥後にフィルムを得た。市販のコーティング剤から得たフィルムが粒子を50%含有するのに比較して、ポリマー中の ITO 含有率は0.5%と小さくすることができた。得られたフィルムは透明であり、赤外光の透過率はレーザー光未照射の ITO 粒子から得られたフィルムと比較して75%から25%に低下した。レーザー照射したものは、計算上未照射 ITO ナノ粒子の4倍の塗布量に相当することがわかった。この意味でも、少ない ITO ナノ粒子で大きな赤外線反射特性が得られることが明らかとなった。また、ポリマーとして PMMA を利用するために、酢酸エチルに ITO 粒子を分散させて実験を行った、この場合は、水に比較して短時間でナノ粒子化が進行し PMMA を用いたフィルムについても大きな赤外線反射特性が得られることも明らかとなった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 液相レーザーアブレーション法、ポリマーナノコンポジット膜、ITO ナノ粒子

### 〔研究題目〕 マイクロ・ナノバルブ技術を活用した半導体ウェハ、治工具の洗浄技術開発

〔研究代表者〕 高橋 正好 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 高橋 正好 (常勤職員1名)

#### 〔研究内容〕

環境に優しい半導体の洗浄技術に対しては大きなニーズがある。本研究では蒸留水をベースとしてオゾンマイクロバブルの酸化能力を利用した洗浄試験を実施した。マイクロバブルとは直径が50 μm 以下の微小気泡であり、水中での消滅時にフリーラジカルを発生する特徴がある。試験の結果、同程度の濃度のオゾン水に比べて5倍以上の高い洗浄能力を発揮できることが明らかになった。また、洗浄に利用した水を液体クロマトグラフで測定したところ、レジストの分解過程における中間生成物の存在も確認できなかった。通常のオゾン水処理では無

機化が十分に進まないためハイドロキノンやベンゾキノンなどが残存すると言われている。しかし、オゾンマイクロバブルの場合には酸化能力が高いため、カルボン酸類や水と二酸化炭素まで分解が進行したと考えられる。このことも後段の排水処理を進める上に置いて非常に優れた特徴といえる。また、製造工場ではウェハの他に治工具の洗浄に対する要求も大きい。そこで作業工程の中でレジストに汚染された治工具を対象としてオゾンマイクロバブルによる洗浄試験を実施した。その結果、付着量が多いため処理に時間がかかるが、優れた洗浄能力を確認できた。現在はシンナーなどを利用して手作業で洗浄がなされているが、オゾンマイクロバブル水中に放置しておくだけで洗浄が進むため、半導体製造工程における労働環境を改善する上でも非常に有効な方法と考えられる。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 半導体洗浄、マイクロバブル、オゾン、フォトレジスト

### 〔研究題目〕 量産化可能なリサイクル型新規ナノサイズ触媒の開発

〔研究代表者〕 藤田 賢一 (環境化学技術研究部門)

〔研究担当者〕 藤田 賢一 (常勤職員1名)

#### 〔研究内容〕

錯体触媒のナノサイズへの拡張により、酵素同様にナノフィルターでの膜分離が可能となり、高価な貴金属触媒のリサイクルが達成される。本研究ではデンドロンユニットを有する水溶性ナノサイズ配位子を新規設計することにより、量産化可能な高活性ナノサイズ触媒を開発し、酵素を用いたバイオプロセス同様に均一系触媒プロセスの効率的なリサイクルの実現可能性を検証した。

ポリ (アリルアミン) とデンドロンを原料とし、ポリ (アリルアミン) を主鎖としデンドロンユニットを側鎖に有する新規水溶性ナノサイズ支持体を設計した。ポリ (アリルアミン) を主鎖としているので水溶性が期待されるが、導入するデンドロンユニットの割合により溶解性が異なるので、まずデンドロンユニットの割合と溶解性の相関を明らかにすべく、ポリ (アリルアミン) の側鎖にデンドロンを四級アンモニウム塩骨格で導入したナノサイズ支持体やホスフィン骨格を有するナノサイズ支持体を合成した。

デンドロンの導入率は5、10、15、20%とし、それぞれの溶解性を検討した結果、デンドロン導入率が大きくなるに従い溶解性は低下し、導入率が5%10%のものは溶解し、一方第2世代以上の導入では溶解性の低下が見られ、デンドロンの疎水的性質の影響が大きいことがわかった。またナノサイズ触媒は、助触媒としてトリフルオロメタンスルホン酸存在下水和反応を大きく促進し、種々のアセチレン類の水和体が収率よく得られ、膜分離により触媒のリサイクルも達成された。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 触媒、触媒プロセス、リサイクル

〔研究題目〕 新規遺伝子発現系を使ったバイオ医薬品製造法の開発

〔研究代表者〕 中西 真人

(バイオセラピューティック研究ラボ)

〔研究担当者〕 瀬川 宏知、大高 真奈美

(常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

抗体医薬や酵素医薬などのバイオ医薬品の生産には、動物培養細胞による遺伝子発現系が欠かせない。特に、前臨床試験における動物実験においては、多品種中規模生産が必要となるが、現在のハムスター由来 CHO-DG44細胞をプラットフォームとした方法では効率が悪く多大な労力を必要とする。本研究では、産総研でセンダイウイルス持続発現変異株 Cl. 151を基に開発した、長期間持続的に高い遺伝子発現を行える新しい遺伝子発現系を使い、ヒト・ライソゾーム酵素の生産を試みた。この遺伝子発現系は細胞質で安定に存在できる RNA ゲノムをプラットフォームとして使うもので、外来遺伝子を染色体に挿入することなく安定化でき、かつゲノム RNA のコピー数が細胞あたり40,000と非常に多いので、高い遺伝子発現が長期間持続することが期待できる。

ライソゾーム酵素は、遺伝性代謝疾患であるライソゾーム病患者において欠損しているタンパク質である。この酵素を遺伝的に欠損した細胞の培地中に加えるとマンノース6リン酸レセプターを介して取り込まれライソゾームの機能が回復するため、患者数が多い5つの疾患においては精製酵素を使った補充療法が実施されている。しかし、その他の30以上のライソゾーム病においては患者数が少ないため医薬品開発が行われていない。

本年度は、医薬品として使われる可能性があるタンパク質として3種のヒト・ライソゾーム酵素 ( $\alpha$ -Galactosidase,  $\beta$ -Glucuronidase, Arylsulfatase A) を選び、持続発現型センダイウイルスベクターを使った生産効率や細胞特異性を無血清培地を使って評価した。その結果、既に市販されている  $\alpha$ -Galactosidase については生産に使用されている遺伝子増幅した CHO-DG44細胞と遜色ないレベルで発現が可能であること、 $\beta$ -Glucuronidase は強い発現系として知られているアデノウイルスベクターよりも発現・持続性の両面で優れていること、Formylglycine Generating Enzyme (FGE) による修飾が必要な Arylsulfatase A では FGE 遺伝子を同一のベクターに搭載することにより活性のあるタンパク質を大量発現できることなど、実際にヒト細胞を使った酵素の産生に適応していることが確認できた。また生産した酵素はライソゾーム病患者由来の皮膚線維芽細胞に効率取り込まれ、酵素活性だけでなく生物活性を保持していることが確認できた。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 バイオ医薬品、センダイウイルス、RNA ウイルスベクター

〔研究題目〕 オゾンマイクロバブルを用いる高 BOD 廃液処理技術の開発

〔研究代表者〕 高橋 正好 (環境管理技術研究部門)

〔研究担当者〕 高橋 正好 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

生分解性に乏しいコンデンス水に対してオゾンマイクロバブルを利用することにより BOD 成分の低減と生分解性の向上をさせる排水処理技術を検討した。本研究で処理したコンデンス水は強い酸性条件を呈しており、通常のオゾン処理では酸性条件化での処理は禁物であるが、オゾンマイクロバブルの場合には気泡消滅時にオゾンを強制的に分解してヒドロキシルラジカルを発生させているため、処理が可能であった。しかし、本研究で処理した排水については中性条件として処理を行ったほうが効率的な処理につながった。中性にするための薬剤としては、水酸化ナトリウムとアンモニア水の両者により実施した。後処理としての生物処理を考えた場合、コンデンス水には窒素分がほとんど含まれていないため、中和薬剤としてはアンモニア水のほうが好ましい。しかし、オゾンマイクロバブル処理実験の結果、有機物の観点からはアンモニア水の添加は非効率であった。これは、アンモニア自体が処理の対象となり、オゾンを消費してしまうためと考えられる。したがって、オゾンマイクロバブルによるコンデンス水の浄化には、水酸化ナトリウムによる前処理を行うことが最適条件だと考えられる。しかし、水酸化ナトリウムを前処理として用いた場合、後段の生物処理において pH が高くなる。この pH 上昇の原因は、有機酸が微生物により消費されたためである。pH の上昇は微生物の死滅につながるため、後段の生物処理においては pH を自動的に制御する装置が不可欠である。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 マイクロバブル、オゾン、排水処理、コンデンス水、BOD

〔研究題目〕 タンパク質超高感度質量分析のための次世代微量サンプル導入システム

〔研究代表者〕 夏目 徹 (バイオメディシナル情報研究センター)

〔研究担当者〕 夏目 徹 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

平成16~19年度に実施した要素技術プログラムにおいて、タンパク質の質量分析のサンプル導入技術を扱い、精密電鍍加工法と無発塵精密ロボット技術を組み合わせることによって、質量分析の感度と S/N 比を飛躍的に向上させることに成功した。本プログラムでは、この前

プログラムでの要素技術をさらに発展させ、次世代微量サンプル導入システムを普及・一般化するための機器開発を行うことを目標としている。

平成17～20年度の要素技術プログラムで開発したプロトタイプは、クリーンルーム内で使用することを前提としている。これは、ミクロンレベルの流路が空気中のエアロゾル粒子により閉塞し、通常の実験室環境では稼働させることが出来ないためである。また、環境由来の極微量の異物質によるノイズ、あるいはイオン化を阻害する物質の除去のためにもクリーンルームが必須である。しかし、半導体工場なみのスーパークリーンルームを備えることは限られた研究施設でしか行えない。このことは、前プログラムでの要素技術の普及・一般化を図るための大きな障害となる。

そこで、本プログラムでは、システムをクリーンボックスに収納し、かつ無発塵で溶媒を接続するシステム等を開発し、通常環境での超高感度質量分析を可能とする機器開発を行う。それとともにメンテナンス性や電鍍マイクロ流路の耐久性を向上も図り、普及・一般化を目指すプロトタイプを製作する。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】質量分析、微量解析、タンパク質、クリーンルーム

【研究題目】AFM 探針形状評価技術の開発

【研究代表者】一村 信吾

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】井藤 浩志、藤本 俊幸、  
三隅 伊知子、高木 秀樹

(常勤職員5名)

【研究内容】

原子間力顕微鏡 (AFM) により測定した画像情報は、高い分解能を持ち、ナノテクノロジー分野での標準的なツールとして使われている。しかしながら、その絶対値の信頼性については、探針の影響を強く受けるため、必ずしも高いとはいえない。特に100 nm 以下の形状を測定する場合には、測定画像が探針形状との畳み込みになり、探針形状を考慮することが必須となる。最新のAFM 探針は、先端曲率半径10 nm 以下のものが供給されており、これに対応するためには、AFM 探針の先端曲率半径に比べて同等いかの、高精度の探針評価用ナノ構造が必要である。これを実現するために、化合物半導体超格子断面をエッチングする方法を開発した。この方法では、仕上がり線幅が成膜された膜厚に対応することを利用して、線幅を2 nm 以下の精度で作成可能である。この方法の限界を探索し、線幅4 nm、高さ120 nm、エッジ曲率1.5 nm、アスペクト比30のナノ構造が作成可能なことを実証した。さらに、実用上重要なシリコンとシリコン酸化膜の多層膜を利用したキャラクタライザを開発し、5 nm までの線幅・線間隔を作成可能なプロセ

スを実現した。この標準試料を用いて評価した探針形状を基に、NIST トレーサブルな45 nm 線幅スタンダードの線幅を計測し、1 nm の精度で、ナノ構造の形状計測に利用可能なことを示した。

【分野名】標準・計測

【キーワード】原子間力顕微鏡、探針、カンチレバー、プローブ、チップキャラクタライザ

【研究題目】質量分析用超高感度粒子検出技術

【研究代表者】大久保 雅隆

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】浮辺 雅宏、志岐 成友、陳 益鋼、  
陳 銀兒、鈴木 宏治、千葉 薫、  
全 伸幸 (常勤職員3名、他4名)

【研究内容】

ライフサイエンスや医療分野の基幹的分析技術の1つである質量分析技術において、超伝導現象に基づく粒子検出技術を開発する。イオン源から放出されたイオンを、飛行時間型質量分析法 (TOF-MS) にて、イオン、粒子 (中性粒子を含む) 毎に飛行時間と粒子の運動エネルギーを、1,000,000 Da 以上の巨大分子まで数え落としなく検出 (検出効率100%) する。飛行時間、運動エネルギー、粒子カウントの3次元質量分析を実現する。これを実現するために、センサー開発、極低温実装、アナログデジタルデータ処理装置の開発を行う。

従来型質量分析は、以下のような限界があった。1. 巨大分子に対する感度がほとんどない。2. 実際に測定しているのは分子の質量ではなく、分子量をイオンの電荷数で割った値である。3. 原理的に、中性の分子は分離分析できない。以上の限界を打ち破る性能として以下を実現した。1. 1,000,000 Da 以上まで100%の検出感度を達成した。2. イオンの運動エネルギー測定から電荷数を決定し、分子量を直接評価可能な真の質量分析を実現した。3. タンデム質量分析において中性フラグメント分子を直接分析することに成功した。これらの性能を活用して、抗体医療で注目されている免疫グロブリン試料中に含まれるフラグメントの同定を行った。

【分野名】標準・計測

【キーワード】先端計測分析機器、超伝導デバイス、質量分析、TOF MS、生体高分子

【研究題目】エピタキシャル相変化材料の合成と時間分解構造解析

【研究代表者】Fons Paul

(近接場光応用工学研究センター)

【研究担当者】Fons Paul、Alexander Kolobov、  
Simpson Robert (職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究は相変化メモリ材料のエピタキシャル結晶成長膜をとおしてその様々な光学特性に関する実験データを

取得し、これらの材料の三次元的な物性を理解し、応用目的に即した最適材料特性を導き出すことを目的とする。産総研は相変化メモリについて広範囲なデータの蓄積、ノウハウを有し、また、サブナノ秒という高速時間内の動的および静的な結晶構造解析技術を保有している。一方、ドイツ側では軌道放射光を導入しながら GeSbTe 合金薄膜をエピタキシャル成長させることが可能な世界で一台しかない真空成膜装置を保有している。双方の保有する装置及び技術を融合し、知識を共有することで、不揮発性相変化メモリの物性を詳細に把握し、将来応用に向けた幅広い材料の知見を得る。

平成20年度は日本側では相変化材料の構造解析、薄膜の物性測定などを行う他、レーザーを用いた特性評価技術に関する知見をドイツ側に提供し、時間分解実験の経験を積ませる。

ドイツ側では提案したレーザーシステムの構築を行う。また、相変化材料のエピタキシャル成長を行い、サンプルを双方において検討する。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 材料基礎特性、相変化メモリ

【研究題目】 暗号と理論：計算機によって検証された安全性証明

【研究代表者】 今井 秀樹

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 今井 秀樹、花岡 悟一郎、大塚 玲、Reynald Affeldt、David Nowak、古原 和邦、渡邊 創(常勤職員7名)

【研究内容】

本研究はセキュリティプロトコルの自動安全性証明法の研究および開発を、日仏の研究者の交流によって達成することを目的とする。具体的には日本側の暗号理論に基づくセキュリティ科学技術と、フランス側の論理学に基づいた計算機科学技術を組み合わせ、計算量理論上で厳密に定義された仮定に基づいて記号レベルで安全性証明を行うための、理論構築と技術開発を行う。

初年度よりフランス側の研究員とのメールによる交流、両国での打合せなどを積極的に進めてきたが、3年計画の2年目に入った今年度は、フランス側メンバーとは互いの研究成果を紹介しあい、今後の連携についてディスカッションを適宜行うなど、更に日仏研究の連携が強化された。1年目と同様、引き続き国際研究会・集会等に参加し、関連する研究分野の最新動向について調査を行った。また日本とフランスを中心に、本分野の著名な研究者を世界中から招待し、Spring School 形式のワークショップ(暗号の計算論的・記号的安全性証明に関するスプリングスクール)を次年度早々の4月に主催することを計画し、その開催準備を行った。安全性証明の健全性の枠組みを提示した論文など、日仏の共著論文が13件、日本国内での他機関との共著論文も2件発表した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 暗号、形式検証

【研究題目】 安全で効率的なデータアクセス制御システムの設計及びそれに適した新たな暗号技術の創出に関する研究

【研究代表者】 花岡 悟一郎

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 花岡 悟一郎、今井 秀樹、渡邊 創、古原 和邦、大塚 玲、北川 隆、萩原 学、Rui Zhang、

Nuttapong Attrapadung、Yang Cui

(常勤職員8名、他2名)

【研究内容】

2005年6月に起きたクレジットカード会社からの大量の顧客情報の漏洩事件等、現在企業などからの個人情報漏洩が、世界的に大きな社会問題となっている。そのため以前にも増して、より安全なデータアクセス制御技術の重要性が高まっている。このような技術において、安全性と効率性は密接なトレードオフの関係にあることが多く、高度な安全性と効率性を同時に達成することは容易ではないことがよく知られている。本研究においては、コロンビア大学の協力のもとにより、これまでになかった高度な安全性と効率性を同時に実現するデータアクセス制御技術、およびその要素技術を創出することを目的としている。

たとえば、コロンビア大学側では、すでに Dual Receiver 暗号方式と名付けられた独自の技術を開発し、それが安全で効率的なデータアクセス制御に有用であることを示している。それに対し本研究の成果の一つとして、Dual Receiver 暗号方式の一般的構成方法を提案し、これを権威ある国際会議である ACM-ASIACCS'09において発表を行ったが、これは、コロンビア大の上記研究成果を大きく前進させるものであり、研究の過程においてコロンビア大側の助言が顕著に活かされたものとなっている。

提案した一般的構成方法を用いることで、任意の ID ベース鍵カプセル化メカニズム (ID ベース KEM) を Dual Receiver 暗号に変換することができるため、基盤とする ID ベース KEM によってさまざまな性質をもつ Dual Receiver 暗号を構成することが可能となる。たとえば、ランダムオラクルに依存しない方式や、素因数分解タイプの数学的問題に基づく方式も構成できる。その他、Dual Receiver 暗号の効率的設計を追求するにあたり、その基盤となる理論の整理も併せて行っており、多数の有益な成果を得ている。これらの成果により、The Wilkes Award (英国計算機学会) および電子情報通信学会論文誌論文賞を受賞している。また、平成17、18、20年度において、ワークショップを開催し、いずれの年も企業・大学から約70名の参加者を集めており、本研究

によって得られた研究成果等を広く周知させている。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 データアクセス制御、公開鍵暗号、ID  
ベース暗号

【研究 題目】 RFID とセンサネットワーク向け暗号基  
礎技術とそれを用いた構成要素の設計お  
よび安全性評価

【研究代表者】 渡邊 創

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 渡邊 創、古原 和邦、萩原 学、  
辛 星漢、Miodrag Mihaljevic

(常勤職員4名、他1名)

【研究 内容】

本研究は、特に RFID などの単純なハードウェアのみの利用や、低電力消費といった要求条件おいての実現を、日印の研究者の交流を通じて行うことを目指している。プロジェクトの最終目標は、このような制限された環境において用いることのできる、基礎暗号技術や汎用部品の設計、およびにその安全性の評価を行うことである。

本テーマは年度終了間近に開始されたため、日本側研究担当者がインド側の研究担当者を訪問するだけにとどまった。訪問では、インド側3名の研究者の所属する3大学で本プロジェクトの紹介を行い、また日印双方の担当する研究の現状紹介、今後の研究交流計画、他の日印交流課題の中で関連の深いテーマとの連携、公開ワークショップ開催の予定、相互訪問の日程調整等について合意を得ることができた。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 RFID、センサネットワーク、暗号、認  
証

【研究 題目】 グリッドコンピューティング環境による  
生体高分子複合体の認識メカニズム研究

【研究代表者】 浅井 潔 (生命情報工学研究センター)

【研究担当者】 浅井 潔、福井 一彦、  
グロミハ マイケル、清水 佳奈  
(常勤職員3名、他1名)

【研究 内容】

本研究は、情報通信技術を利用した生命情報研究であり、日本とインドの研究拠点(産業技術総合研究所 生命情報工学研究センター(CBRC)、インド工科大学デリー校(IITD)、バラディダーゼン大学(BARD))をグリッド技術により繋ぐことで、これまで各々推進してきた生命情報に関する研究を二国間の特徴を活かし、協力・共同し国際交流を通して促進させていくことを目的とする。具体的には、グリッドコンピューティング環境を整備したうえで、生体高分子複合体解析ソフトウェアの開発や大規模複合体シミュレーションを実施し、生体

高分子複合体の認識メカニズムに関する研究を推進する。

平成20年度はグリッド環境を利用することで、これまで開発したタンパク質複合体に関するソフトウェア・プログラムをシームレスに使用しタンパク質複合体解析に向けた環境構築を行った。この研究では、タンパク質-タンパク質相互作用に着眼することとし、両国間のこれまでの研究経緯を考慮して、配列解析や二次構造予測を行い立体構造解析、分子シミュレーション、残基間相互作用ネットワークやタンパク質間相互作用ネットワーク解析へと発展させる計画である。またより効率よく両国間での情報共有を推進するため、実験や計算結果をもとにタンパク質-タンパク質相互作用やタンパク質間ネットワーク解析に利用できるタンパク質複合体に関するBio-Complex データベースの構築に着手している。

国際交流としては平成20年8月下旬に CBRC (福井チーム長、グロミハ研究員、清水研究員、根本研究員)から4名がインドに渡航し IITD と BARD の両校を訪れ研究議論を行った。

グリッド関連では平成20年10月に IITD より Shekhar 研究員が CBRC を訪れ、当センターが所有するコンピュータリソースをどの様な計算のために利用するかという点についても話し合い、グリッドコンピューティング環境の整備の意見交換を行っている。両国間交流のイベントとして平成20年11月6日に、インド側 IITD の Jayaram 教授や BARD の Selvaraj 博士を招き、第一回日印シンポジウムを産総研(お台場)にて開催し CBRC から本プロジェクトに参加している全員が口頭発表もしくはポスター発表を行い、産総研関係者及び一般参加者を招き活発なシンポジウムを開くことができた。

【分 野 名】 ライフサイエンス

【キーワード】 グリッド、タンパク質複合体、認識メカ  
ニズム、国際研究者交流

【研究 題目】 エイコサノイドとグルタチオン代謝を行  
う膜タンパク質の構造学的研究

【研究代表者】 光岡 薫 (バイオメディカル情報研究  
センター)

【研究担当者】 光岡 薫 (常勤職員1名)

【研究 内容】

我々は、試料を液体ヘリウム温度で冷やすことができ極低温電子顕微鏡を用いて、膜タンパク質の二次元結晶からの電子線結晶構造解析により、原子モデルが得られるような分解能での構造解析を行っている。MAPEGファミリーと言われる、主にエイコサノイドとグルタチオン代謝を行う膜タンパク質をメンバーに含むファミリーについて電子線結晶構造解析を適用し、以前、その1つであるマイクロソーム型グルタチオン転移酵素1(MGST1)の原子モデルを得た。

そこで、同じく MAPEG ファミリーの一因である、マイクロソーム型プロスタグランジン E 合成酵素1



(MPGES1) について、二次元結晶を作製し、その結晶構造解析を行った。この MPGES1は、痛みや発熱、炎症のメディエーターであるプロスタグランジンの生合成カスケードで、発現が誘導される終端酵素であるので、医薬的に特に重要と考えられる。そこで、そのような医学的な応用も見込める膜タンパク質の結晶構造を得ることで、電子線結晶構造解析の創薬などへの応用を促進することを目指した。

非傾斜の試料からの電子回折図形を選別に用いることで、高分解能の構造解析に適したデータを判別して、データ収集を行えることが明らかになった。その成果を用いて、MPGES1の電子線結晶構造解析を行い、その原子モデルを得ることができた。この MPGES1の構造と、以前に得られた MGST1の構造や、他のグループから報告された MAPEG ファミリーのタンパク質の結晶構造を比較することで、多様な基質に対して反応を行うことができる MGST1と、特異的な基質のみに酵素反応を行う MPGES1の基質特異性の違いを実現する構造学的な機構を提案することができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 電子線結晶構造解析、膜タンパク質、グルタチオン、プロスタグランジン、酵素

【研究題目】 実環境のオンライン情報構造化を用いたロボットの運動計画および実行に関する研究

【研究代表者】 吉田 英一 (知能システム研究部門)

【研究担当者】 横井 一仁、金子 健二、原田 研介、金広 文男、喜多 伸之、阪口 健、有隅 仁、Neo Ee Sian (常勤職員8名、他12名)

【研究内容】

本研究の目的は、ロボットに複雑な実環境でダイナミックな動作能力を与えるため、センサ情報処理と環境情報の抽出を実時間で実行、ロボットの運動を計画し実行する手法を構築することである。この目的のため、研究交流を通じて、日本側はロボット実装、ダイナミックな制御、物体認識等を、フランス側は3次元ロボット運動計画、環境認識等の開発を担当し、相互補完的な共同研究を行った。

2008年は、日本側からは、4~7月にかけて金広主任研究員、9~10月にかけて原田主任研究員、1~3月にかけて吉田がフランス LAAS-CNRS を訪問した。

まず、ダイナミクスを含む全身・障害物回避運動計画手法の検討と実装を行った。新たに考案した手法は、(1)全身を用いて干渉を回避する動作のパスを計算するフェーズ、(2)算出されたパスを動力学的に安定な軌道へと変換するフェーズの2段階からなるものである。これらを共通ソフトウェア開発環境の上に実装し、主にシミュレーションによりその有効性を確認した。

さらに、障害物との干渉を回避しながら物体を拾ったりするための運動を実現するため、センサから得られた実世界の環境情報にこの手法を適用するための共同研究を行った。さらに、ロボットの動作計画の別の手法として、人のモーションキャプチャに基づく手法に注目した。そこでモーションキャプチャに関する研究動向の調査を行い、フランス側チームと研究ディスカッションを行った。実世界での人間の動作をロボットの動作に活用するため、投擲動作を例にとりて実際の人間の動作をモーションキャプチャシステムで計測し、人間らしいダイナミックな動作のロボットへの移植に関して解析した。

フランス側からは、2008年12月には、学生参加者の Alireza Nakhai 氏が産総研を訪問し、在外研究員として産総研に滞在している Florent Lamiroux 研究員とともに、ロボットが実世界において探索を行いながら、環境情報を構築しつつ安全な経路を計画・実行する手法について研究を行った。

2009年2~3月には、Anthony Mallet 研究員と学生参加者の Mathieu Poirier 氏が産総研を訪問し、それぞれ共通ソフトウェア開発環境やアーキテクチャの構築と、実世界における物体操作について共同研究を行った。3月にはフランス側の当プロジェクトの代表 Jean-Paul Laumond 主任研究員が日本を訪問し、今後の研究展開について産総研側チームと議論を行った。

さらに、2008年は、9月29、30日にフランス・LAAS-CNRS にて、「実ヒューマノイドに関するワークショップ (Humanoid Robots: State of the Art from Real Platforms)」シンポジウムを開催した。産総研知能システム研究部門をはじめ、ホンダ・トヨタなど企業や、Stanford 大学、Carnegie Mellon 大学、スイス EPFL、ドイツ DLR、東京大学など、全世界から先端研究を行っている20以上の研究機関が参加し、日本からもほとんどの HRP-2を使用する研究機関が参加した。

本研究に参加している吉田、横井、金広、原田の各主任研究員、またフランス側チームの Laumond、Lamiroux、Souères、Alami の各研究員らも参加し、実世界で動作するロボットの実装、またその行動・運動の生成方法について紹介した。各研究所からもさまざまな実例が紹介され、最先端の研究の現状を相互に共有するとともに、今後の展開に関しても活発に議論が行われた。さらに、人間協調・共存型ロボットシステムプロジェクト (HRP) プロジェクトリーダーであり、井上博允東京大学名誉教授 (現・日本学術振興会監事) に基調講演を依頼し、今後のロボット研究一般におけるプラットフォームの役割や、本研究でも取り組んでいるロボット研究における「Reality」の重要性などについて示唆に富む提言をいただいた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 運動計画、行動計画、ロボット、オンライン情報構造化

**〔研究題目〕** 多重秩序材料の情報通信技術への応用探索

**〔研究代表者〕** 田中 康資

(エレクトロニクス研究部門)

**〔研究担当者〕** 田中 康資、伊豫 彰 (常勤職員2名)

**〔研究内容〕**

本研究は、次世代の情報通信技術の基盤となる、多重秩序超伝導、マルチフェロイック材料の開発を軸とした理論研究、材料開発を推進するものである。

具体的には、日印協力して新しいマルチフェロイック材料を開発する。(インド側研究機関：ジャワハルラル・ネルー 先端科学研究所 (JNCASR)、インド側ファンディングエージェンシー：Department of Science and Technology, Ministry of Science and Technology (DST)、日本側研究協力機関：鹿児島大学、東京理科大学) 日本側はさらに、渦糸状態を使った、多重秩序状態の統一的物理概念を構築する。コンピューターの元となる論理を考え、それに適した薄膜材料の開発が可能かどうか検討する。インド側は新材料の構造解析、誘電率の測定、誘電的性質と磁氣的性質の関連を測定する。

革新的デバイスへの展望が開ける今までにない巨視的量子状態を発現できる新しい材料の開発が期待される。平成20年度は、19年度に開発した新材料の物性測定をインド側で進めるとともに、新材料の開発を日本側インド側協力して行った。日本側はさらに、非整数磁束量子を持つ渦糸の量子統計性に関する理論研究や、渦糸分子格子の相図に関する実験的研究を推進した。

マルチフェロイック材料開発では、 $\text{BiMnO}_3$ の合成をさらにすすめ、他の新マルチフェロイック材料の開発に取り組んだ。

インド研究者と以前申請した、多成分超伝導を使った量子コンピューターの基本特許の米国特許成立、多成分超伝導の渦糸の量子統計が、ボーズアインシュタイン統計、エニオン統計の二面性を持つという理論的発見、渦糸分子の多様な渦糸格子に関する理論 (いずれも誌上発表) など、大きな進展があった

**〔分野名〕** 情報通信・エレクトロニクス

**〔キーワード〕** 超伝導エレクトロニクス、ソリトン、超伝導薄膜材料、マルチフェロイック、多バンド超伝導

**〔研究題目〕** ハイパフォーマンス計算環境における単粒子画像3次元解析ソフトウェアの開発

**〔研究代表者〕** 上野 豊 (脳神経情報研究部門)

**〔研究担当者〕** 梅山 伸二、佐藤 主税、川田 正晃 (グリッド研究センター)、川崎 一則、中村 努 (セルエンジニアリング研究部門)、古明地 勇人 (計算化学研究部門) (常勤職員6名)

**〔研究内容〕**

本課題は、フランス IGBMC 研究所のグループとの共同研究を推進するために独立行政法人科学技術振興機構より戦略的国際科学技術協力推進事業に採択された課題である。電子顕微鏡によってナノスケールの分子構造を決定する単粒子解析のための高速なソフトウェアを開発することを目的としている。具体的には、日本のグループの提案する新しいアルゴリズムを適用した計算プログラムを構築し、フランスのグループは標準分子を用いて実際に極低温電子顕微鏡で画像を収集し、新規解析手法の有効性を実証する。最終年度における成果として、これまでに開発した解析ソフトウェアを公開にむけて改良し、マニュアルを作成して web サイトより公開した。処理データを分割して実行するデータ並列型のプログラムを効率化するため、MPI 環境だけでなく異機種での実行を可能にするため、マルチスレッド型スクリプトによる並列化を進めた。計算処理を関数として記述したスクリプトによる独自の並列実行ライブラリを実装した。

単粒子として観測された粒子に構造変化がある場合には異なる構造である粒子画像を分離する必要があり、その手法開発が望まれていた。そこで、画像から計算できるコモンラインの一致度からクラスタリングする手法を考案した。幾何学的なモデル構造を用いてアルゴリズムを検証した後、RNA ポリメラーゼの構造変化のある単粒画像に適用した。その結果、これまでに報告されていた open および close の構造にある粒子像を分類することができた。

**〔分野名〕** ライフサイエンス

**〔キーワード〕** タンパク質構造、電子顕微鏡、画像処理、3次元再構成、クラスタリング

**〔研究題目〕** 実時間並列ディペンダブル OS とその分散ネットワークの研究

**〔研究代表者〕** 加賀美 聡

(デジタルヒューマン研究センター)

**〔研究担当者〕** 加賀美 聡、松井 俊浩、西脇 光一、Simon Thompson、石綿 陽一、梶田 秀司、金広 文男、安藤 慶昭、尹 祐根 (常勤職員8名、他1名)

**〔研究内容〕**

ロボットなど多様な環境で運用される組み込みシステムにとって、想定外の使われ方をした場合や、さまざま機能を組み合わせたサービスを行った場合に発生する仕様外のエラーは避けられない。そこでこのようなエラー時にもクリティカルな事故を起こさないで、システムのダウンを最小限にし、発生した事故の原因を後から明らかにすると共に、効率的に PDCA のサイクルをまわすという、ディペンダビリティ向上の仕組みが重要となってくる。本研究ではロボットを主たるターゲットとして、ディペンダビリティ向上の仕組みを持つ OS

を開発することを目的とする。組み込みシステムのソフトウェアの特徴として、システムを利用する環境が多様であったり変化することにより、システムへの入力、要求される出力、組み込まれているソフトウェアの構成などが変わることや、ソフトウェアもハードウェアもアップデートが行われること、などが挙げられる。

本研究では、a) ～c) の3つのディペンダブル機能を提供する OS を実現することを目的とする。a) カーネルおよびアプリケーションの異常をリアルタイムで検出し、分散ネットワークによりその異常をリアルタイムに伝達する機能、b) システムを安全に停止させる非常機能を保護する機能、c) カーネル、アプリケーション、デバイスドライバの何が悪かったかがロギングにより事後に解析可能な機能。この目的を実現するために Linux に、1) 実時間、2) イーサネットを利用した実時間通信、3) AMP 機能、の3つの基本機能を東大・石川研の提唱する P-Bus アーキテクチャにより実現した上で、4) カーネルの監視、非常機能の保護、およびロギング、に関わるコードを AMP 機能を利用して独立に実時間で実行する機能を開発する。

本年度は、これらのうちの1～3の部分の設計と基礎実装を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット、ディペンダビリティ、実時間 OS、ヒューマノイド、サービスロボット

【研究題目】事故予防のための日常行動センシングおよび計算論の基盤技術

【研究代表者】西田 佳史  
(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】西田 佳史、山中 龍宏、本村 陽一、堀 俊夫、三輪 洋靖、北村 光司、掛札 逸美(常勤職員5名、その他2名)

【研究内容】

本研究の目的は、子どもの事故予防を目的に、①ユビキタスセンシングを用いた全空間的行動センシング技術と、インターネット型センシングを用いた事故現象センシング技術、②これらのセンシング技術によって収集された大規模な行動蓄積データに基づいてデータ駆動型モデルを構築する乳幼児行動モデリング技術、③構築した乳幼児行動の計算モデルを有用な社会応用サービスと連携させる技術を確認することにある。また、これらの技術を、要素技術としてだけでなく、次に述べる社会システム技術として、乳幼児の事故予防分野に応用し、実際的な成果をあげつつ、事故予防のためのセンシング技術および計算論の検証を行なう。本プロジェクトでは、①一般家庭での事故予防のための実時間見守りセンシングサービス、②製造物の設計者向けの事故情報提示や人工物の危険部位提示サービス、③WEB 等を利用した保護

者向けの事故予防情報収集・提示サービスといった3つの社会応用シナリオ(社会応用システム)を想定し、各々の実装と検証を進める。平成20年度は、各要素技術の高度化だけでなく、3つの社会応用シナリオ実現に向けた社会応用サービスの具体化と、人間行動の計算論構築技術の開発を重点化して進める。平成20年度に得られた成果は、以下のとおりである。

ユビキタス型・インターネット型センシング技術の開発とデータ蓄積の研究： 保育園との共同研究により、未就学児(3歳以上6歳以下)の子どもの日常行動のデータを720時間蓄積した。センサルームを用いた0歳から3歳までの子どものデータも13人増加させた。浴室内溺れ防止システムに関しては、新たに開発した流体解析システムを用いて、加速度式異常波検出に用いる浮体構造物の形状の最適設計を行い、一般保護者の実際の住宅における長時間検証実験の準備を進めた。事故情報収集システム(事故サーベイランスシステム)に関しては、国立成育医療センターとの共同研究を継続し、事故事例データベースの拡充(9,025件)を行った。さらに、事故サーベイランスシステムと身体地図情報システムを統合し、さらに、WEB サービス機能を実現することで、2009年2月11日より WEB サービスとして一般公開した。これにより、製品メーカーの設計者など外部の人からの利用が可能となった。

人間行動の計算モデルの構築：平成20年度は、日常生活における行動現象や事故現象を表現する様々な言い回しに関する一種の辞書(日常生活ターミノロジー)として1500個の辞書を構築し、状態変数の標準化技術の開発を行った。また、これまで蓄積してきた乳幼児行動のデータベース、事故サーベイランスシステムを利用して、日常生活ターミノロジーにより各変数の標準化を行い、確率的構造学習・推論手法(ベイジアンネットワーク)を用いて、事故と行動の因果構造をモデル化する技術を開発した。また、新たな行動シミュレーション技術として、ロケーションセンシング技術、地理情報システム(GIS)ソフトウェア、ベイジアンネットワーク構築ソフトウェアを統合することで、時空間データの取得機能、GIS 上での情報蓄積や表現機能、確率論的行動モデルの自動生成機能、自動生成された行動モデルを用いた時空間行動シミュレーション機能が統合された「時空間行動意味マッピングシステム」を開発し、有効性検証を行った。また、身体地図情報システムと転倒シミュレータを統合することで転倒状況を再現する技術に関しては、身体地図情報システムにより蓄積された傷害地図データと、転倒シミュレータによる傷害地図予測データを比較することによって、実際に生じた転倒状況を再現する機能を実現した。機能の検証に関しては、皮膚センサを有するダミー人形(ダミー人形型センシングシステム)を新たに開発し、このダミー人形を用いた転倒・転落実験を実施することで動作検証した。インターネットを用い

た一般保護者向け事故予防情報提示サービスの社会心理効果の評価に関しては、46人の被験者に対し、社会心理学の観点からの評価を行い、文章や図での説明と比較し、アニメーションによる情報提示の方が被験者にドキドキ感を与える効果が有意に高いことを検証した。

国際シンポジウムの開催による成果の発信：国内外で関心が高まりつつある「事故による傷害の予防」の問題を取り上げ、2009年2月11日に「傷害予防のための日常生活コンピューティング国際シンポジウム (International Symposium on Everyday Life Computing for Injury Prevention)」を開催した。傷害予防分野の世界の動向や、これを解決するための本事業の最新の成果を報告した。傷害予防の国際会議は、日本では初めての開催である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】デジタルヒューマン、日常行動理解技術、センサネットワーク、人間行動モデル、統計数理、傷害予防、傷害サーベイランス技術、行動シミュレーション

【研究題目】ヒューマノイドロボットの分散制御系の研究

【研究代表者】松井 俊浩

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】松井 俊浩、加賀美 聡、西脇 光一、館野 雄治 (デジタルヒューマン研究センター)、比留川 博久、金子 健二 (知能システム研究部門) (常勤職員5名、その他1名)

【研究内容】

ヒューマノイドロボットの性能向上のため、従来の集中制御型の情報処理に代えて、各関節にプロセッサを配置する分散型の制御を導入するための研究を行った。高精度の実時間サーボを実現するために、慶應義塾大学と協力して、新しいプロセッサ、RMTPを開発した。今年度は、前年度行った回路設計に従ってLSIを試作し、改良したSiPへの搭載を行った。その基本的動作を確認し、Linux移植作業を行った。また、実時間性を発揮するオペレーティングシステムであるART-Linuxのマルチプロセッサ向けの改造を行った。東大と協力してプログラムの最悪実行時間を保証するWCET解析の研究を進め、ロボット制御に使われているプログラムを3種類提供してそのWCETが予測できることを示した。RMTPの並列計算機能を活用した画像処理、ベクタ計算が行えるようなC++ライブラリを開発した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】ロボット、実時間情報処理、分散制御

【研究題目】記号・代数計算に基づく計算技法のシステムズ・バイオロジーへの適用方法論の

確立と実証評価

【研究代表者】堀本 勝久

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】堀本 勝久 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究の目的は、記号・代数計算に基づく計算技法のシステムズ・バイオロジーの諸問題への適用可能性を探ると共に、その適用法による生物学的新知見の発見を試みることであり、具体的な内容は以下の通りである。

(1) 限定子消去法による数値最適化法の開発

限定子消去法を用いた数値最適化法を開発した。通常数値最適化において、モデルを表す微分方程式系から一つの評価関数を導出しパラメータ最適化を実行するが、評価関数導出時に情報の無理な集約は避けられない。この研究では、微分方程式系のそれぞれの方程式に対し不等式制約条件式を設定し、それらの制約条件式系からパラメータ最適値推定を実行するアルゴリズムを開発した。非常に少数の計測点から正確なパラメータ値を推定する特徴はある。ただし、最適化実行のための前処理に関して、少数の仮定を設定する必要があることや非線形微分方程式に適用できない、などの欠点がある。

(2) ラプラス変換による微分方程式系の解析法開発

微分方程式系をラプラス変換によって等価な代数方程式系に書き換えることで、グレブナー基底に基づく記号・代数計算手法が適用可能となる。このアプローチを、主にコンパートメント・モデルの微分方程式系に適用し、パラメータ間の関係式を導出すると同時に実計測データに関する数値フィッティングの係数を求め、関係式と係数値とを照応することで、計測不可能な変数を含む系でのパラメータ値の推定や方程式系とデータとの整合性を見積もった。理想的な少数例では実行可能であったが、残念ながら、パラメータ間の関係式の導出可能性を一般化できない、ラプラス空間上での数値フィッティングの脆弱性などの欠点が多数あり、有効なアプローチとは言いがたい事が判明した。

(3) Differential Eliminationによる微分方程式系の解析法開発

微分方程式系と等価な制約式を導出するためにDifferential Eliminationを利用した。これにより得られる制約式を遺伝的アルゴリズムの制約式として導入することで、上記1)及び2)の欠点を克服するだけでなく、遺伝的アルゴリズムによるパラメータ最適化の精度向上が図れるという予備的な結果を得た。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】微分方程式、代数算法、記号計算、パラメータ最適化、システムズ・バイオロジー

【研究題目】自己組織プロセスにより創製された機能

性・複合 CNT 素子による柔らかいナノ  
MEMS デバイス

[研究代表者] 畠 賢治

(ナノチューブ応用研究センター)

[研究担当者] 畠 賢治、湯村 守雄、山田 健郎、  
二葉 ドン (常勤職員4名)

[研究内容]

1) カーボンナノチューブシートを基板に貼って作るデ  
バイスの製造技術開発

これまででは、カーボンナノチューブ (CNT) の超  
高効率成長法であるスーパーグロース法を開発し、高  
純度、超長尺の垂直配向 CNT を合成可能とした。こ  
のスーパーグロース法を用い、基板からシート状に垂  
直配向した CNT のマクロ構造体「CNT シート」を  
作製し、それに特殊な処理 (CNT 高密度化技術) お  
よび倒伏処理を施して CNT を成長した基板に CNT  
が平面的一方向に配向し、高密度に集合し板状になっ  
た「CNT-Wafer」を開発した。しかしながら、従来  
までの CNT-Wafer 作製法では、CNT を合成したシ  
リコン基板上にのみ CNT-Wafer を作製することがで  
きなかつた。

本研究では、CNT シートを成長基板から剥がして、  
デバイスを製造する基板上で高密度化して貼り付ける  
技術を開発し、CNT デバイス作製温度を従来の CNT  
合成温度である800度から室温にした。また、それに  
伴い、従来の CNT-Wafer 作製法では不可能であった  
プラスチック等のフレキシブル基板等に CNT デバイ  
スを構築目的とした。

2) スーパーグロース CNT の特性評価

単層 CNT の超高効率成長法であるスーパーグロ  
ース法を用いて、シリコン基板上に単層 CNT 垂直配向  
構造体 (通称フォレスト) を合成した。フォレストの  
厚みを10 mm 以上、密度を $0.002 \text{ g/cm}^3$ – $0.2 \text{ g/cm}^3$ に  
調整することにより、高い光吸収率をもつ材料を作製  
することができ、この CNT フォレストの「黒さ」は  
目で見える光だけではなく、紫外光から遠赤外光まで  
の広い領域で「黒い」と言える材料であることがわか  
った。このように紫外光から遠赤外光まで、ほとんど  
すべての光に対して高い吸収率を示す材料はかつてな  
く、現在、世界で最も黒体に近い材料であると言える。

[分野名] ナノテクノロジー・材料・製造

[キーワード] カーボンナノチューブ、スーパーグロ  
ース、CNT-wafer、貼付法、フレキシブル、  
デバイス

[研究題目] 鉄系超伝導体の低エネルギー放射光光電  
子分光

[研究代表者] 相浦 義弘

(エレクトロニクス研究部門)

[研究担当者] 相浦 義弘 (常勤職員1名)

[研究内容]

鉄系超伝導体では、電子構造の二次元性から、フェル  
ミ面ネスティングが起きていると予想されている。フェ  
ルミ面ネスティング効果の、超伝導相の安定化への寄与  
を定量的に評価するためには、3次元波数空間のブリル  
アン・ゾーン全域にわたって、フェルミ面の形状を高い  
精度で決定する必要がある。

本年度、親物質  $\text{BaFe}_2\text{As}_2$  について、フェルミ面の3次  
元マッピングを行った。その結果、 $\Gamma$  点周辺に2または3  
枚のホール型フェルミ面が存在し、各フェルミ面ご面直  
方向の分散形状が大きく異なっていることがわかった。  
 $\Gamma$  点周りに面直方向に幅広く分散するフェルミ面が観測  
されたことから、122系は、1111系に比べてフェルミ面  
のネスティングが弱いことが明らかとなった。

一方で、低エネルギー領域では、光電子遷移行列要素  
の影響が大きく、励起光のエネルギーに依存して光電子  
強度が大きく変動することがわかった。このことは、測  
定条件の最適化により選択的にバンドを抽出することが  
可能であることを意味する。選択的にバンドを抽出する  
ことが可能となるならば、今後の鉄系超伝導体のような  
複雑な電子構造の角度分解光電子分光研究が飛躍的に進  
歩するものと期待される。

[分野名] 情報通信・エレクトロニクス

[キーワード] 鉄系超伝導体、光電子分光、電子構造

[研究題目] 超高圧 NMR/NQR 実験技術の開発

[研究代表者] 小堀 洋 (千葉大学大学院理学研究科、  
教授)

[研究担当者] 竹下 直 (常勤職員1名)

[研究内容]

2008年2月に日本において全く新しい鉄ヒ素系高温超  
伝導体が発見され、その超伝導機構の解明、より高い超  
伝導転移温度の実現、ヒ素を用いない無毒化の可否、な  
どのテーマで活発な研究が開始された。これらの全ての  
課題に対して重要な情報を与える核磁気共鳴 (NMR)、  
核四重極子共鳴 (NQR) 実験も同時に開始された。一  
方、高い圧力を加えることで格子定数を人為的に変化さ  
せた際の超伝導現象の観測は非常に有用かつ効率的な実  
験手段であり、上記のテーマに対して同様に実験の見地  
からの直接的な示唆を与えうる。この二つの手法の融合、  
すなわち NMR/NQR 測定を非常に高い圧力下で行うこ  
とは、実験技術的に非常に難易度の高いものであり、こ  
れまで実現することができなかつたが、今回、産総研で  
技術的な蓄積のあるキュービックアンビル型高圧装置を  
NMR/NQR 測定実験と組み合わせることで、達成する  
ことが見込まれる。このような10万気圧レベルにおける  
NMR/NQR 実験技術の開発を行い、その成功を目指す  
ことと、超伝導およびキャリアドーピングを行わない鉄  
ヒ素系超伝導体において特徴的に現れる反強磁性相が圧  
力下でどのような振る舞いを示すのか、その微視的な状

態を圧力下 NMR/NQR 実験によって明らかにする目的で平成20年度から研究を開始した。

まず、NMR/NQR 実験に適した小型化されたキュービックアンビル型高圧装置の立ち上げを行った。これに際して装置に最適化されたガスケット用素材の検討を行い最適条件の導出に成功した。これにより約8万気圧までの安定した圧力発生に成功した。また高圧力下 NMR/NQR に進む前段階として、電気抵抗率測定により  $\text{BaFe}_2\text{As}_2$  の圧力下相図を世界に先駆けて完成させた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 鉄ヒ素高温超伝導、核磁気共鳴 (NMR)、核四重極子共鳴 (NQR)、超高压力、キュービックアンビル型高圧装置

【研究題目】 鉄ヒ素系超伝導体の転移温度決定因子の解明と物質設計への適用

【研究代表者】 永崎 洋 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 永崎 洋 (常勤職員1名)

【研究内容】

新しい鉄ヒ素系高温超伝導体  $\text{LnFeAsO}_{1-y}$  を開発し、系統的な物性研究を行った。幅広い物質群・圧力下における結晶構造と  $T_c$  の関係を追究することにより、本系の電子状態が結晶構造の微小な変化によって敏感に変化することを明らかにした。また、輸送特性の評価によって、常伝導状態における散乱機構と超伝導の引力相互作用との強い相関を明らかにした。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 超伝導、結晶構造

【研究題目】 強磁性絶縁体超薄膜を用いた新規スピントロニクスデバイスの創製

【研究代表者】 長浜 太郎

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 長浜 太郎 (常勤職員1名)

【研究内容】

近年スピントロニクスを用いたスピントランジスタなどの新機能素子の実現が期待され、特に半導体技術との融合が期待されている。しかし、半導体中へスピン偏極電流を導入することは簡単ではないことが理論的に示されている。現在多くの研究グループによりショットキーバリアなどを介したスピン注入の研究が行われている。

本研究では、スピフィルターと呼ばれる、強磁性トンネル障壁の実現と、それを用いた半導体中へのスピン注入を目的とする。強磁性トンネルバリアそうではトンネルバリア高さがスピンに依存するため、透過確率がスピンにより大きく異なる。そのため、半導体などの非磁性材料電極からもスピン偏極電流を取り出すことができる。素子の室温での安定動作を考慮し、材料としてはスピネルフェライト系の酸化物である  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  を選んだ。

製膜方法としては、酸素ガスを導入した反応性スパッ

タによる高品質超薄フェライト膜を試みた。反応性スパッタでは、ガス圧力、酸素ガス分圧、投入電力、基板温度など多くのパラメーターを最適化する必要がある。本年度は、いくつかのパラメーターに関して系統的に変化させて、パラメーターの最適化を進めた。またトンネル接合の電極材料についても詳細な検討を行い、格子定数のマッチングなどを考慮して、TiN あるいはマグネタイトを電極としたトンネル接合の作製を試みた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 スピントロニクス、強磁性トンネル接合、スピフィルター

【研究題目】 超高速ナノインプリントリソグラフィー高スループットー

【研究代表者】 廣島 洋 (先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 廣島 洋、高木 秀樹、銘荊 春隆、

尹 成圓、跡部 英正

(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

超高速ナノインプリントリソグラフィー高スループットーの研究においては、凝縮性ガスを利用したモールドへの樹脂の完全充填効果を検証し、スケーリングにより 20 nm レベルでも有効に機能することを確認する。また、容積均一化モールドの充填に影響を与える因子を抽出し、モールド構造の最適化の指針を得る。ナノインプリントリソグラフィの高スループット化のボトルネックであるモールドへの樹脂充填時間を最小化するためのモールド構造を作製し、スループット100枚/時を実現する上で必要となる0.1秒以下の樹脂充填を実現し、モールド全域の充填が20 nm レベルにおいても完了可能であることを実証する。

超高速ナノインプリントのためにはモールドに充填される樹脂の移動を最小化する工夫が必要である。このためにはモールドの局所的容積に対応させて樹脂をウエハ上に分布させなければならない。容積均一化モールドは粗密パターンでありながらモールドの深さを変調することでその単位面積あたりの容積を均一化したモールドであり、原理的には樹脂の適応的供給を不要とする。容積均一化モールドの実用的な作製プロセスを開発し、均一な塗布膜であるスピコート膜を利用して光ナノインプリントを行った。モールド作製時に、第1マスクを残したまま第2マスクを利用してリソグラフィを行う、多段構造の容積均一化モールドを作製するプロセスを考案し、この手法で作製した容積均一化モールドにより従来型モールドよりも残膜の均一性が良好な光ナノインプリントを行えることを確認した。従来型モールドではパターンの粗密に対して、不均一な残膜が形成されるが、この不均一性の改善を長時間インプリントにより試みた。結果として、インプリント領域の端部のわずかな領域で残膜の薄膜化は可能であったが、内部の大部分の領域では薄

膜化は起こらない。結局、モールドへの樹脂充填完了時点で、インプリント領域全域で薄い残膜が形成されていなければならないということが分かった。低残膜となるインプリント条件において容積均一化モールドを適用し、パターン密度0.25~0.75の混在パターンにおいて、平均残膜33.2 nm、標準偏差3.4 nm を実証した。この残膜の標準偏差は、従来型モールドを使用した場合の1/4であり、容積均一化モールドにより残膜を薄く均一に形成できることが分かった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光ナノインプリント、インプリントリソグラフィ、次世代リソグラフィ、半導体製造技術

【研究題目】 安全と利便性を両立した空間見守りシステムアーキテクチャ

【研究代表者】 車谷 浩一（情報技術研究部門）

【研究担当者】 車谷 浩一、幸島 明男、河本 満、山下 倫央、麻生 英樹、池田 剛、石橋 睦美、斎藤 美行、久我 幸史（常勤職員5名、他4名）

【研究内容】

本研究は、環境・人のセンシングによって得られるデータを統合的に解析することによって、社会の安全・安心感を提供するような情報サービスを、日常時において利便性を提供している情報通信インフラストラクチャー上において提供するシステムの実現を目標とする。具体的な空間としてショッピングモール・展示会場・美術館・街角のような公共空間を想定し、空間環境のセンシングや携帯デバイスによる人のモニタリングを行い、センサー情報の統合的解析結果を用いて屋内空間におけるユーザの位置・移動軌跡・移動状態の推定、通常時・緊急時の道案内・誘導・緊急伝達を行える「空間見守りシステム」の実現を目指す。

平成20年度においては、屋内空間におけるユーザ位置・軌跡の測位や環境の状態を計測するセンサーネットワークを構成するために、a) 微弱無線を用いた低消費電力のセンサーネットデバイス、b) センサーネットワーク間の通信を規定する通信プロトコル、c) 通信内容を解釈・実行する組み込みソフトウェアを開発した。また、屋内測位システム用の無線ビーコン通信デバイスを開発し、実環境での継続的使用が可能なレベルまでシステムを精緻化した。さらには環境内に設置された無線ビーコンデバイスから発信されるビーコン信号を受信し、ユーザの位置・移動軌跡・向きなどを確率的に推定し、屋内空間において目的地までユーザを案内する屋内自律型ナビゲーションシステムを実現した。これと並行して、日常時における人流誘導や非常時の避難誘導の効率性を数理的・シミュレーション的観点から分析するための、ナビゲーションの理論的解析を行った。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 無線センサーネットワーク、測位、屋内ナビゲーション、空間見守り、生体見守り

【研究題目】 安心・安全・環境モニタ用空間ロボットの開発

【研究代表者】 恩田 昌彦（地質情報研究部門）

【研究担当者】 村上 裕、恩田 昌彦（常勤職員1名、他8名）

【研究内容】

地下から上空までの3次元空間において、自由に移動且つ高い運動性能を持つ空間ロボットの開発を目指し、有人機の飛行しない地上300 m 迄の低空域で観測・監視・情報中継等の業務を遂行でき、地上支援等の要員数を最小とした実用機の性能を実証する。

全方位推進機性能向上においては、全方位推進機（電動）の実験的流体解析と計算での構造解析を行い、パワー効率を改善して、自重/推力比を20%減少させ、ベンチテストで最大推力50 kg を確認した。エンジン駆動推進機の CFRP 化設計を行い部品製作を完了した。減速器の長寿命化のための設計を完了し部品製作を完了した。耐水化した制御回路を試作した。推力偏向制御パワーを倍増した制御機構部の設計と部品製作を完了した。

最小寸法のロボットの開発では機体全長6 m の室内用と機体全長10 m の屋外機の飛行試験による機能実証を行った。安全航行性能向上においては、操縦2重化の基本設計を完了した。1重系での予備実験を実施した。

搬送（木材運搬）空間ロボットの開発においては、運搬用空間ロボットは4基の全方位推進機を装備するので、1基当たり100 kg 以上の推力の推進機が必要で、その規模の推進機の本体の設計を完了した。

【分野名】 地質

【キーワード】 飛行船型ロボット、空中基地、上空からの観測や監視、無人自律

【研究題目】 薬物放出能を有するコアシェル型有機/無機複合ナノ粒子の開発

【研究代表者】 永田 夫久江

（先進製造プロセス研究部門）

【研究担当者】 永田 夫久江、斎藤 隆雄、加藤 且也（常勤職員3名）

【研究内容】

本研究は、低侵襲かつ安全に薬物を患部へ送達する DDS 担体を開発することを目標としている。このため、生体に安全な材料のみからなるコアシェル型有機無機複合ナノ粒子の開発を行った。

平成20年度においては、まず、これまでに開発した、界面活性剤を用いないコアシェル型有機/無機複合粒子の合成法を用いて、DDS 担体としての実用化を可能と

する100 nm オーダーの粒子を得ることを目的とした。この界面活性剤を用いない合成法は、エマルジョン形成時の有機/無機界面での相互作用を利用して、有機/無機複合粒子を得るものである。しかしこれまで、界面活性剤を用いない手法では、数十  $\mu\text{m}$  の粒子は簡単に合成できるが、それ以下の粒径の粒子を得ることは困難であった。このため、本研究では、エマルジョン形成の条件を検討することにより、粒径100 nm オーダーへの微細化を行った。また、得られた微細粒子の徐放特性について試験を行ったところ、4週間以上にわたり、薬物を放出し続ける能力を有することが判明した。さらに、経皮吸収型 DDS への発展を視野に、開発した生分解性高分子/リン酸カルシウムナノ粒子の皮膚親和性評価を行い、表皮細胞への安全性を確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 コアシェル、有機無機複合体、DDS

【研究題目】 セラミックナノファイバーの大量合成技術を応用する新規キャパシタの開発

【研究代表者】 濱本 孝一

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 濱本 孝一 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は、金属塩溶液と水溶性高分子の混合ゲルを高電圧場でスプレーする手法により、電気伝導性を有するペロブスカイト酸化物の機能性セラミックナノ繊維を大量に合成する技術を開発。本シーズ技術を利用し、セラミックナノ繊維構造での高比表面積と熱安定性を利用し、軽量かつ高充電容量の中～高温で利用可能な新規キャパシタ材料としての可能性を検証する。本技術は中部地区で盛んな自動車および産業用ロボット等の分野で必要とされる小型軽量で熱変動に強い高電圧キャパシタの生産への展開が期待できる。開発目標としては常温～500°C付近で利用可能な $10 \text{ Fg}^{-1}$ 級の充放電容量の軽量セラミックキャパシタデバイス製造に向けた材料技術の実証を目指した。

その成果として、プロセス技術等の改良より、高比表面積の一次元繊維構造を有する異種導電性セラミックナノ結晶を容易に可能とする、高度な複合化セラミックナノファイバー量産技術の基盤技術を開発し、900°Cレベルの温度付近で利用可能な高温用キャパシタ材料として、酸化マンガン系および鉄酸化物系導電性複合セラミックナノシートの製造に成功した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 エレクトロスピニング、電極、複合繊維構造、高比表面積、耐熱性

【研究題目】 ねじり押し法を利用した高延性難燃性マグネシウム合金の創製

【研究代表者】 千野 靖正

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 千野 靖正 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

商用マグネシウム合金 (AZ31) よりも延性の低い難燃性マグネシウム合金 (Mg-Al-Ca 合金) の一次成形法にねじり押し法を適用し、その組織解析や機械的特性解析を行い、優れた延性 (21%以上) を示す難燃性マグネシウム合金を創製する。平成20年度の主な成果は以下の通りである。

Mg-3wt%Al-1wt%Zn-1.5wt%Ca 合金を対象としてねじり押し成形を実施した。ねじり押し成形に際しては、結晶粒微細化と集合組織制御を両立する条件として、試験温度: 553 K、押し比: 16、ダイス回転速度: 6 cycle/分、押し速度: 0.5 mm/分を選定した。また、ダイスを回転せずに押し出した試料 (比較材) も作製した。得られた押し材の機械的特性を常温引張り試験により評価し、集合組織を XRD 法により測定し、組織を光学顕微鏡により観察した。

組織観察の結果、ねじり押し材と比較材の平均結晶粒径はそれぞれ3.3  $\mu\text{m}$  と2.0  $\mu\text{m}$  であった。比較材の集合組織は、押し方向と平行に柱面が配向する集合組織を示すが、ねじり押し材の集合組織は、押し方向に対して柱面が30° 傾く集合組織を示した。引張り試験の結果、ねじり押し材の0.2%耐力・引張り強度・破断伸びは181 MPa、274 MPa、34%であった。一方、比較材のそれは278 MPa、313 MPa、12%であり、ねじり押し材は比較材よりも280%優れた延性を示した。ねじり押し材の優れた延性は、強加工による結晶粒微細化と、集合組織制御による底面シュミット因子の増加に起因すると考えられる。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 難燃性マグネシウム合金、集合組織、ねじり押し、機械的特性

【研究項目】 蛍光試薬用高輝度ナノ粒子分散ガラスビーズの作製

【研究代表者】 村瀬 至生 (光技術研究部門)

【研究担当者】 安藤 昌儀、李 春亮、楊 萍、王 淑芬、周 広軍、北野 博司 (常勤職員2名、他5名)

【研究内容】

半導体ナノ粒子を微小なガラスビーズに閉じ込めて安定で強い発光を示す蛍光試薬を作製することを目的としている。油相中に界面活性剤の作用で小さな水玉を作り、その水玉にナノ粒子とアルコキッドを取り込みゾルゲル反応によりガラスビーズを形成する方法 (逆ミセル法) を用いて研究開発を行っている。

この逆ミセル法を用いて、ガラスビーズ中に含有させる半導体ナノ粒子の数を制御する技術の研究を進めた。半導体ナノ粒子としては、水溶液法で作製される水分散



性の CdTe ナノ粒子を採用した。作製条件を選ぶことにより、粒径が50 nm~1 μm のガラスビーズ中における CdTe ナノ粒子の分散濃度を $1 \times 10^{-5} \sim 1 \times 10^{-3}$  mol/l の範囲で制御することに成功した。また、より小さなガラスビーズの作製に適した方法の検討にも着手した。

一方、緑~赤色領域で発光するカドミウムを含まない半導体ナノ粒子として、III-V 族の InP に着目し開発を進めた。有機溶液中で InP ナノ粒子を合成し、ナノ粒子を水相に移動後、紫外光を照射して光化学反応により ZnS シェルをコートする安価で安全な方法を開発した。この方法を用いて、水に分散して高発光効率 (68%) を示す InP/ZnS ナノ粒子を作製することができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 ナノ粒子、蛍光、ガラス、蛍光試薬

【研究題目】 軟骨再生医療のための GMP 対応自動回転培養システムの構築

【研究代表者】 植村 寿公

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 植村 寿公、大藪 淑美、神郡 玲子、三島 初、岡田 浩巳

(常勤職員1名、他4名)

【研究内容】

間葉系幹細胞から特殊な回転培養装置である RWV バイオリアクターを用いた軟骨再生技術開発を行っている。本手法は、現在進められている自家軟骨細胞を用いた移植技術の欠点を補い適用範囲を広げる画期的な技術である。しかしながら、現在の再生医療は CPC のような大規模施設が必要不可欠であり、立地条件、効率面及びコスト面など多くの問題を抱えており、高額医療を余儀なくされている。そこで本申請では、RWV を用いた回転培養技術をもとに細胞播種、培養液交換、品質管理等を自動化した GMP 対応の CPC 不要のシステムを構築し、ヒト骨髄細胞から移植可能な軟骨組織を構築し臨床適応を目指す。また、RWV バイオリアクターを用いた創薬スクリーニング試験受託事業を行うための装置開発を並行して行う。本年度は装置の設計から組み立てまでが終了した。設計の要点は、回転培養ベッセルが培養期間中に3回の培養液交換を行うことを想定して、1) 細胞けんたく液投入用口、ペアとなる回収口 (対象に配置)、2) 培養液注入用シリンジ、培養液回収用シリンジを3組、計6個のシリンジ差込口、3) 側面に細胞取り出し口を取り付けた。この第1試作品の大きな欠点は、下側の口から細胞培養液を注入する構造になっているが、細胞培養液交換時には、回転は停止し、細胞はベッセル底に沈んでいる。培養液を下穴から注入するので、細胞塊に注入する細胞培養液の流れが直にあたり、細胞にダメージを与えやすい。そこで今年度は改良型ベッセルを試作した (50cc、10cc)。下から針を通して細胞培養液を注入しても、ベッセル底から少しずれた設計になっており殆ど

細胞にダメージを与えることなく培養液交換を行うことができ、ウサギ骨髄由来間葉系幹細胞を用いた軟骨培養試験を行った結果、良好な軟骨組織を得ることができた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

【キーワード】 再生医療

【研究題目】 高感度赤外光 FET および赤外 DFB レーザーによるハイブリッド分光・撮像モジュール

【研究代表者】 小倉 睦郎

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 長崎 健、西田 克彦、王 学論、崔 誠佑、古江 重紀、羽山 信幸、河島 整 (ネットワークフォトンクス研究センター)、松畑 洋文 (エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)、安藤 淳 (エレクトロニクス研究部門)

(常勤職員5名、他5名)

【研究内容】

波長1~5 μm の赤外線計測は、熱イメージング、リモートセンシング、生体認証、セキュリティ、有害ガス検出など光通信以外にも多岐にわたる応用範囲がある。しかしながら、シリコン CCD (Charge Coupled Device) の検出範囲を超えた1 μm 以上の波長において、アレイ状に集積可能な光ディテクタは、化合物半導体を用いた PIN ダイオードかボロメータ方式のみであり、感度や応答速度が十分ではなかった。また、PIN フォトダイオードを用いた赤外撮像素子 (FPA、Focal Planar Array) は、素子を極低温に冷却したり、薄片化してシリコン LSI に貼り合わせるなど、煩雑な運用や製造プロセスが必要であり、高価なものになっていた。

本研究において、フォトトランジスタの雑音源となっていた表面リーク電流を電流ブロック構造によりほぼ完全に抑制する手法を見だし、利得増強型 InGaAs/InP 系ヘテロパイポーラフォトトランジスタと新たに開発した正孔注入型光 FET において、可視から1.6 μm の近赤外波長帯域において、室温にて検出限界10~50 fW を達成した。更に、単体素子に関して、3段ペルチェモジュールに A/D 変換器、繰り返し積分用 FPA (フィールドプログラマブルアレイ)、イーサネットワークドライバを装着した評価モジュールを開発した。新規ベンチャーの起業当初の機能としては、初期投資を抑制するために、製品の設計と評価に限定し、生産活動は外部ファウンドリに外注することが妥当と判断し、エピタキシャル層の成長、素子プロセス、ボンディング、パッケージングなどの実装において、各要素ごとに委託先を選定しながら外部生産を検証した。また、性能評価に関しては、ウェファおよびパッケージレベルにおいて、広範囲な波長範囲で受光素子の感度が校正できる、分光顕微鏡

装置を新規に開発した。

新開発のフォトランジスタは、可視から1.6  $\mu\text{m}$  の波長帯域を持ち、検出感度が従来のフォトダイオードに比べて数十倍高い。また、従来のフォトダイオードの生産設備をそのまま使用できることが判明し、アドバイザーであった西田克彦氏を社長とする新会社（アイアールスペック株式会社、<http://www.irspec.com>）を設立した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】赤外光ディテクタ 化合物半導体

【研究題目】RLCP 分類の拡張、相同反応解析システム及び酵素反応予測システムの開発、類似反応解析システムの構築

【研究代表者】長野 希美

(生命情報工学研究センター)

【研究担当者】長野 希美、加藤 毅、平木 愛子、  
吉本 瑛梨、中条 裕子、丹谷 恵子、  
金田 由加梨 (常勤職員1名、他6名)

【研究内容】

本研究開発では、EzCatDB データベースにおける酵素反応分類 (RLCP 分類) を網羅的に行うために、自動予測システムを構築する。機能未知のタンパク質 (クエリ) に対して RLCP のクラスを予測するには、RLCP に収録されているクラス分類済みの全ての酵素と比較し、最も類似する酵素を選び出すことで行われる。本年度は、主に下記の研究開発を行った。

1. 相同反応解析:

(1) EzCatDB データの更新システムの開発:  
EzCatDB データベースは、他の酵素関連のデータベースともリンクを張り、酵素、タンパク質、化合物などの情報は、世界的に通用しているデータベース (Swiss-Prot、PDB、KEGG、PubMed、CATH) などに準拠している。しかしながら、こうしたデータベースも常に更新がなされているので、それに伴う EzCatDB の更新も必要になってくる。そこで、更新に必要な一連のプログラムを新たに作成した。

(2) 相同反応データ・クラスターリング・システム及び相同反応データ・検索システムの開発: 酵素アミノ酸配列中の進化的類縁関係のある酵素アミノ酸配列の同定、および同定した配列のクラスターリングを行い、酵素機能毎にクラスター・データベースを作成した。EzCatDB に含まれるタンパク質配列機能データベース (Uniprot/Swiss-Prot) の配列データをクラスター代表配列として抽出し、クエリ配列として利用するためのシステムを改良した。これらのクエリ配列を使い、相同性の高い酵素タンパク質の配列を、タンパク質配列機能データベースや立体構造データベースの配列データから同定し、さらに、活性部位の保存度や酵素の種類に基づいて、クラスターリングを行った。さらに、

これらのクラスターリングされた配列にマルチプル・アライメントを適用するシステムを開発した。

2. 類似反応解析:

触媒部位テンプレートの作成: EzCatDB データベース中の各酵素に対して、対応する反応を特徴付ける原子を選び、その原子の集合の立体構造テンプレートを作成した。平成20年度は、主に、類似反応をもつ酵素や PDB のデータ数が多く、機械学習に適した酵素データを中心に20種類程度の酵素の触媒部位の構造テンプレートを作成した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】酵素、タンパク質、データベース、酵素反応、配列、立体構造

【研究題目】タンパク質立体構造予測法の開発、適用と酵素活性部位データベースの作成

【研究代表者】野口 保 (生命情報工学研究センター)

【研究担当者】野口 保、富井 健太郎、本野 千恵、  
長野 希美、中田 淳一  
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

研究目的:

JST BIRD の研究開発課題「タンパク質の構造・機能予測法の開発とヒトゲノム配列への適用」(代表: 太田元規教授 (名大)) において、長大なヒトゲノム配列に対して適応可能なタンパク質構造予測法の開発と機能予測のための酵素活性部位データベースを作成する。

研究手段:

タンパク質立体構造予測、分子機能予測に関する研究開発を基礎から応用まで幅広く推進し、その成果をアノテーションシステムとして統合する。それをヒトゲノム由来の配列に適用し、結果をデータベース (SAHG) として構築、公開する。

方法論:

FORTE による立体構造予測手法を拡張し、マルチドメイン構造をとる、長大な天然変性領域を保持する、といった高等生物由来のタンパク質に良くみられる特徴に配慮した立体構造予測法を開発する。それを基に、アボ体とホロ体を同時にモデリングするような構造予測パイプラインを完成させる。開発したパイプラインをタンパク質の立体構造・分子機能アノテーションシステムに統合する。

平成20年度進捗は以下の通り。

(1) タンパク質立体構造予測パイプラインの開発

入力配列に対し BLAST と PSI-BLAST を実施し、SCOP 構造ドメイン、もしくは PDB の立体構造に対応する部分が見つかった場合似、MODELLER でモデルを作成するパイプラインを実装した。また、POODLE-S のディスオーダー予測を用いたドメイン分割方法を開発し、残りの配列部分で同定したドメイ

ンについて、FORTE・MODELLER・Stability 関数を組み合わせた構造予測手法でモデルを作成する仕組みを実装した。

アポ・ホロ同時モデリングの実装に関しては、白井剛教授（長浜バイオ大）開発の PDB 自動解析システムにより作成されたアポ体・ホロ体リストを参照しながら、アポ・ホロ両体の同時モデリングが可能なシステムを開発した。

開発した構造予測パイプラインを、ヒト22番染色体にコードされている589本の REFSEQ 配列に適用した。

## (2) SAHG データベースの開発

SAHG の初期画面では24本のヒト染色体が提示され、それをマウスクリックすると各染色体がコードしているタンパク質の画面に移動する（現在は22番のみデータが格納されている）。ここでは構造予測されたタンパク質の一覧が表示されるが、アポ・ホロ構造が予測されたものはモーフィングによるアニメーションで表示する。各タンパク質はアイコンで表示され、それをクリックすることでアノテーションの詳細を閲覧できる画面に移動する。ここでは立体構造をマウスで回転させながら観察できる。また、タンパク質名、酵素番号などの基礎的なアノテーションの他、活性部位、基質結合部位などについても予測があれば表記される。該当するタンパク質配列は模式的に帯状に示され、どの部分が構造ドメインか、機能部位はどの位置にあるのかが把握できる。それらをクリックすると、立体構造上でその位置が表示される。複合体のアイコンをクリックすると、複合体モデリングの結果が表示される（この場合は静止モデル）、マウスで回転させながらの観察ができる。

## (3) 酵素機能アノテーション

酵素触媒機構データベース：EzCatDB に、186の新たなエントリーを加えた（全エントリー数706の約1/4）。これらのデータを解析し、触媒残基や反応部位の構造が3パターン以上ある触媒機構（スーパーメカニズム）や、3種類以上のスーパーファミリーで実現している触媒反応（スーパーリアクション）を見出し、酵素反応においても収斂進化のあることを示した。また、ヒトゲノム由来の全タンパク質（24,019 REFSEQ 配列）のうち1,170本（5%）について、酵素反応アノテーションが可能であることを調べた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 タンパク質立体構造予測、酵素、ヒトゲノム、データベース、パイプライン

【研究題目】 里海に対する藻場の役割解明と藻場再生策の提言

【研究代表者】 谷本 照己（地質情報研究部門）

【研究担当者】 谷本 照己（常勤職員1名）

## 【研究内容】

過去に実施した埋め立て等の沿岸域開発が社会に与えた影響および藻場における物質循環機構とそれが里海に果たす役割を明らかにするとともに、新たな藻場造成方法について検討した。過去の瀬戸内海における藻場、干潟資料の収集と整理を行い、1960年からの瀬戸内海の各灘、湾における干潟と藻場の面積の経年変化を明らかにした。超音波藻場計測装置を用いて広島県三津口湾、吉名沖および愛媛県大三島宮浦沖海域における現状の藻場分布を明らかにし、過去との比較を行って近年における藻場分布、面積の動向を明らかにした。また、三津口湾におけるアマモ密度の異なる場における魚類の生息状況を調べ、藻場のない場所では魚類の生息が少なく、同じ藻場内であっても中央部より藻場の切れ目で魚類の生息数が多い傾向であることを明らかにした。これらの結果に基づき、里海として生物生産性の高い藻場再生策のイメージについて検討を加える。

【分野名】 地質

【キーワード】 里海、アマモ場、藻場分布、生物生産

【研究題目】 迅速な特定遺伝子検出を可能とするマイクロ波照射ハイブリダイゼーション法の開発

【研究代表者】 鈴木 正昭

（ゲノムファクトリー研究部門）

【研究担当者】 鈴木 正昭（常勤職員1名）

## 【研究内容】

目標、および研究計画：

遺伝子診断等においては核酸のハイブリダイゼーションによって遺伝子の特定配列の検出等が行われるが、反応速度が遅く検査に数日の検査期間を要し、より迅速な手法が望まれている。マイクロ波照射がハイブリダイゼーションを加速することは知られているが、再現性・信頼性に劣ることが問題である。本研究ではハイブリ液と基板の温度を独立に制御する2温度制御方式ハイブリダイゼーション実証装置を開発することを目標とした。この装置はサザン・プロベティングや FISH（蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション）法などの多様な用途に適用可能である。

年度進捗状況：

ハイブリ液と基板温度を独立に測定し、制御することが可能で安価な実証装置を開発し FISH 法への適用を検討した。またハイブリ液（プローブ）の組成及び標本細胞の作製方法について検討し、現時点で最良と思われるハイブリダイゼーション液を開発し、その効果を確認した。今回の安価な構成のマイクロ波照射装置は実用化に向けた一つの有効な手法として確認できたが、今後はより精密なマイクロ波制御および温度計測の手法を取り入れることによって、ハイブリダイゼーションの初期の現象を解明し、マイクロ波照射がハイブリダイゼーション

ンを加速するメカニズムを明らかにする必要がある。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】マイクロ波、FISH (蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション) 法、遺伝子検出

【研究題目】自然ナノ構造材料の開発とモジュール製造技術の構築

【研究代表者】舟橋 良次

(ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】舟橋 良次 (常勤職員1名)

【研究内容】

Mn-Co-O 系において焼成後の冷却速度制御により正方晶である  $\text{Co}_{1.1}\text{Mn}_{1.9}\text{O}_4$  と立方晶である  $\text{Co}_{1.7}\text{Mn}_{1.3}\text{O}_4$  に結晶粒内でナノ相分離できることを見出した。このナノ相分離は電気抵抗率を変化させず、フォノン散乱の誘発による熱伝導度低減に有効であった。高温、空気中で高い熱電性能を示す層状 Co 系酸化物を溶融・凝固を酸素分圧制御で行う IPM 法で作製し、析出物の粒径、分布などを制御できた。今後、熱電性能と微細組織との関係について明らかにし、*ZT* の向上を目指す。

平均粒径が 50 nm 程度の n 型  $\text{CaMnO}_3$  のナノ粉末を気相法により合成し、焼結体を作製した。その結果、500K 以上の温度において従来焼結体よりも電気抵抗率が低減し、焼結温度も 200 K 低減することができた。

灯油燃焼ガスから熱電モジュールへ熱を入力するための熱伝達技術を構築した。モジュールを燃焼ガスで直接炙るだけでは熱入力は不十分であり、集熱フィンが必要であった。また、フィン材質も耐火材よりも熱伝導度の高い鉄製フィンで燃焼ガスからモジュールへの高い熱伝達性能を確認した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】熱電発電、酸化物、廃熱回収、ナノ材料

【研究題目】構造の解析と設計及び触媒探索

【研究代表者】秋田 知樹

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】香山 正憲、前田 泰、徐 強、  
桜井 宏昭、木内 正人、竹内 孝江、  
江海 龍 (常勤職員6名、他2名)

【研究内容】

金微粒子触媒における触媒機能発現メカニズムを明らかにすることを旨として、金-酸化物担体の相互作用について調べた。電子顕微鏡観察に基づく界面構造モデルについて、各化学量論比の構造の第一原理計算を実行した。化学量論比からずれた界面では、界面結合が強く、酸素不足、酸素過剰の雰囲気安定化すること、電子移動や軌道混成が顕著であることが示された。電子顕微鏡におけるガス導入実験では白金粒子に関して、酸素による酸化と一酸化炭素による還元現象をその場観察することができた。炭素系担体のモデルとして金/高配向熱分

解黒鉛モデル触媒を作製し、ケルビンプローブ顕微鏡による表面電位測定を行った。その結果、金粒子上で電位が 400-500 mV 低くなっている様子が観察された。新規触媒開発では金属錯体高分子多孔体への金クラスター担持を行い、2 nm 程度の金クラスターを金属錯体高分子多孔体に分散・固定化することに成功し、一酸化炭素の酸化反応に触媒活性を示すことがわかった。また、 $\text{EuVO}_4$  担体に金粒子を担持した触媒では、グルコース酸化反応に触媒活性を示すことがわかった。さらに金微粒子を  $\text{SiO}_2$  中に内包する  $\text{Au@SiO}_2$  ホロスフェア触媒を合成し、一酸化炭素の酸化反応においては  $\text{SiO}_2$  担持金粒子よりも高い触媒活性を示すことがわかった。また有機硫黄化合物に関して、金ナノ粒子触媒が液体燃料中の難除去性硫黄化合物であるジベンゾチオフェン (DBT) 類を選択的に吸着し、吸着脱硫剤として使用可能であること、使用後の吸着剤は加熱により再生し、繰り返し使用できることを明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】金微粒子、触媒、赤外分光法、顕微鏡、第一原理計算

【研究題目】s-ブロック金属負極のデンドライト析出制御と表面観察

【研究代表者】栄部 比夏里

(ユビキタスエネルギー研究部門)

【研究担当者】栄部 比夏里、松本 一、竹内 友成、  
小池 伸二、中村 典子  
(常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

研究目標：本研究の最終目的は、s-ブロック金属表面の改質を行うことにより、可逆性の高い溶解析出挙動を示す負極を得ることにある。そのため、少なくとも3年目には電解質組成、基板の組成や形態による電析後の形態と充放電の可逆性についての相関性を整理し、5年目には大きな影響を及ぼす因子を特定する必要がある。特に Li 金属については過去に有機電解液を用いた溶解析出挙動の知見の膨大な蓄積がなされているため、これらの情報をまず整理しておく必要がある。

平成20年度研究計画：初年度となる20年度には、研究のポイントを明確にするために、これまでの Li 金属をはじめとする金属負極についての報告を整理し、過去に行われた研究での課題を抽出した。さらに、Li 金属の溶解析出挙動の詳細な検討をはじめ、平成21年度以降に行う表面構築の基礎データの収集を開始する。

年度進捗状況：まず Li のデンドライト抑制手法について、過去の報告を整理し今後の方針について検討を行った。2000年以前は電解液に添加剤を加えるか、またはフッ酸等で表面処理を行ってリチウム表面皮膜の組成を制御し、デンドライト析出抑制やサイクル特性向上を図っていた。2000年以降に目立った傾向はポリマーなど

を用いた表面コーティングとイオン液体の利用である。過去にも無機或いは高分子の固体電解質を用いてリチウム表面を圧迫すれば dendrite が成長しにくいことが報告されていたが、例えばゲル電解質に用いられるポリフッ化ビニリデン-ヘキサフルオロプロピレン（+架橋剤）コーティングではほとんど加圧せず液体の電解質を複合化するにもかかわらず効果が現れる場合があった。今後の方針のひとつとしてこのような高分子等を利用したコーティング手法を検討する予定である。イオン液体の利用については、dendrite が条件により生成し難いことが報告されていたが、表面の状態なども含めて今後リチウム金属極の挙動を明らかにする必要があると考えられる。次にイオン液体電解質を用い、表面形態に有機系添加剤の影響やリチウム析出条件（基板・電流密度）が及ぼす影響の調査を開始した。印加できる電流密度はイオン液体の導電率に依存し、また炭素負極の充放電特性改善に効果が知られているビニレンカーボネートを添加した場合はリチウムの析出電流密度を低下させた。また基板については Ni と Li で作動可能な析出電流密度に差が生じた。Li 析出可能であった作用極を走査型電子顕微鏡で観察したが、今回の実験条件で明らかに dendrite 抑制条件の解明のため引き続き電気化学測定と表面分析を継続する。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 リチウム、リチウム電池、dendrite 抑制、表面状態、イオン液体

【研究題目】 BDNF 機能障害仮説に基づいた難治性うつ病の診断・治療法の創出

【研究代表者】 小島 正己  
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 小島 正己、北島 真子、上垣 浩一、  
広川 貴次 (生命情報工学研究センター) (常勤職員4名、他3名)

【研究内容】

目標:

本提案課題は、BDNF の前駆体 (proBDNF) から成熟体 (mBDNF) へのプロセッシング障害および分泌障害がうつ病の難治化を引き起こすと考え、BDNF 研究を専門とする基礎研究者とうつ病研究を専門とする精神科医が難治性うつ病の分子病態の解明とその知見に基づいた難治性うつ病の診断技術と治療法の開発を目指す。

研究計画:

平成20年度は、proBDNF 過剰発現難治性うつ病モデルマウスの解剖学的解析と網羅的行動テストバッテリー研究を実施した。その結果、うつ病難治化因子 proBDNF の分子病態理解が進んだ。

年度進捗状況:

BDNF プロセッシング障害モデルマウス (BDNF

pro/pro) のうつ病難治化に関する行動表現型を知るために、ホモ変異マウス (BDNF pro/pro) の網羅的行動解析研究を進めた。テールサスペンションテストで見いだしていた意欲低下に加え、本モデルマウスには著しい decision-making 障害が見出された。しかし、統合失調症試験であるプレパルスインヒビションはネガティブであった。つまり、BDNF pro/pro マウスの表現型は統合失調症ではなく難治性うつ病であることが支持された。同時に進めた神経病理研究では、脳湿重量の減少、p75 受容体を介した海馬歯状回神経細胞の樹上突起数の減少を定量的に明らかにした。今後は、うつ病難治化の脳内責任部位と分子病態の解明、難治性うつ病と意思決定障害の関係の解明を目指す。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経細胞、神経栄養因子、うつ病、モデル動物

【研究題目】 多粒子量子ドットの合成

【研究代表者】 田口 隆久  
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 田口 隆久、細川 千絵、川崎 一則、  
安藤 昌儀 (光技術研究部門)、  
鈴木 真理子 (常勤職員4名、他1名)

【研究内容】

神経細胞への導入実験用に、細胞の自家蛍光波長と重ならない赤色の発光を示す複数量子ドット分散ガラスビーズを逆ミセル法で作製した。また、赤色に比べて細胞の自家蛍光波長と近いが細胞の自家蛍光と区別できると期待される、緑色発光複数量子ドット分散ガラスビーズも作製した。多粒子量子ドットを神経細胞の分子標識として適用し、粒子固有の発光スペクトルにより細胞内の複数の蛋白質の局在を同時に識別可能なシステムの開発に取り組み、識別できることを確認した。さらに共焦点レーザー顕微鏡を用いた三次元測定により、多粒子量子ドットが神経細胞内に取り込まれ、細胞内に局在していることも確認した。輝点サイズを解析したところ、細胞内に取り込まれた多粒子量子ドットは単一ではなく、凝集体を形成しているものが多く認められた。以上のことから、新規開発多粒子量子ドットを培養神経細胞に添加し、細胞内イメージングが可能であることを明らかにした。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 神経細胞、量子ドット、光計測、神経回路

【研究題目】 レーザー誘起光集合制御による神経細胞内分子動態の時空間ダイナミクス解明

【研究代表者】 細川 千絵  
(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 細川 千絵 (常勤職員1名)

## 〔研究内容〕

神経は様々な機能分子の活動に応じて細胞ネットワークをダイナミックに変化させ、機能発現を行う生命システムである。本研究では、神経シナプスの局所領域に集光レーザービームの光集合を誘起し、単一シナプス動態を制御することにより、分子動態から細胞ネットワークに至る時空間ダイナミクスを解明する。これまでに、神経細胞のシナプス部位にレーザー光を集光すると、光捕捉によりシナプス小胞群が集光スポット内に集合することを見出している。今年度は、レーザー誘起光集合が単一シナプスの状態を制御できることを実証するため、蛍光相関分光測定により単一シナプス小胞の拡散、会合、放出に至る過程の解析を行い、集光スポット内のシナプス小胞群の運動は、光捕捉力の増大に伴って束縛されることを明らかにした。また、単一シナプス小胞にはたらく光捕捉ポテンシャルエネルギーを計算し、理論的にシナプス小胞群が光捕捉可能であることを示した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 光ピンセット、神経回路網

〔研究題目〕 超高密度微粒子配列の光ピンセットによる自動生成

〔研究代表者〕 田中 芳夫 (健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 田中 芳夫 (常勤職員1名)

## 〔研究内容〕

DNA チップなどの静的マイクロアレイに代わり、微粒子を利用する動的アレイが注目されている。本研究では、顕微鏡下のカバーガラス上に溶液と一緒に滴下されたマイクロビーズを対象に、多点光ピンセット法と実時間画像処理技術の融合化により、 $3 \times 3 \sim 4 \times 4$ 程度の格子状の動的微粒子配列を自動的に作成する制御技術の開発を行うことを目的とする。このための試験研究項目として、以下の3項目を設定し、研究を実施した。

- (1) ビーズ特微量の実時間認識法：ハフ変換と判別閾値法を用いた認識アルゴリズムで、直径3ミクロンの赤、青、黄色の3色混合ビーズを分類認識できる方法を開発し、実時間で認識微した粒子をすべて捕捉できる事を示した。
- (2) 衝突のない移動経路の生成：微粒子配列の格子欠陥発生の原因となる、微粒子の光ピンセット操作による移動時における微粒子相互の衝突を回避できる2つのアルゴリズムを開発し、1ビームのレーザー光による時分割光ピンセット法で $4 \times 4$ までの格子状微粒子アレイを自動的に作成できることを実証した。
- (3) 格子配列順序のソーティング法：群論を利用して、格子点に配置された微粒子を、配置を壊すことなく任意の順番に交換できる微粒子位置交換アルゴリズムを開発し、 $3 \times 3$ の格子状アレイで有効性を実証した。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 光ピンセット、微粒子アレイ、マイクロ

操作、自動化技術

〔研究題目〕 超分子ナノチューブアーキテクニクスとナノバイオ応用

〔研究代表者〕 清水 敏美

(ナノチューブ応用研究センター)

〔研究担当者〕 清水 敏美、増田 光俊、南川 博之、  
亀田 直弘、浅川 真澄、小木曾 真樹、  
青柳 将 (常勤職員7名)

## 〔研究内容〕

本研究では、有機ナノチューブ特有の資質、言い換えれば、 $10 \sim 100$  nm 幅、アスペクト比が100以上の特異的な親水性中空シリンドラー部に着目したメゾスケール系ホスト-ゲスト科学を探索し、そのナノバイオ応用を開拓することを目的としている。平成20年度はタンパク質やDNAといった生体高分子が有機ナノチューブから徐放する挙動を詳細に解明するとともに、刺激応答性の有機ナノチューブを新たに開発することを目指した。さらに、分子集合体を篩に用いた電気泳動実験において、自己集合性ナノファイバーと高分子の複合型篩いを創製し、その構造特性を検討した。また、カルボン酸、アミン、アルキル基、金属カチオンをそれぞれ表面に持つ有機ナノチューブのより効率的な大量合成法を検討した。

その結果、有機ナノチューブの中空シリンドラー中 (内径8 nm) に包接したアニオン性低分子 (0.8 nm)、タンパク質 (4 nm)、DNA (長さ30 nm) のバルク水中への放出挙動を定量的に評価することに成功した。さらに、pHや温度を外部刺激として、ゲストの貯蔵と放出を精密に制御できる新たな刺激応答性有機ナノチューブを開発した。こうして、流動相二分子膜から成るリポソームのゲスト徐放機能と比較した場合、有機ナノチューブが示す徐放機能の優位性を抽出した。

次に、大量製造型有機ナノチューブの製造コストを下げ、その汎用性を拡大させるために連続製造装置の利用を検討した。電気泳動実験においては、ヒドロキシエチルセルロースとリン脂質系自己集合ナノファイバーを混合した結果、高分子の枯渇凝集作用によって、自己集合性ナノファイバーが高次組織構造であるナノ・マイクロファイバー状メッシュ構造に変化することを見出した。また、界面活性剤型の変性剤に関して、そのタンパク質結合性部位、鎖長、親水疎水バランスを最適化すれば、タンパク質変性を効果的に高めることができることがわかった。金属錯体型の脂質分子から構成される有機ナノチューブの製造が、これまでは溶媒1 L 当たり1 g 程度の収量に止まっていた問題を克服するため、産業応用が可能なレベルの大量製造法を検討した。その結果、金属塩水溶液と脂質アルコール分散液を混合するだけで、これまでの200倍以上の収量で金属錯体型有機ナノチューブを効率よく形成することを見出した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造分野

〔キーワード〕 有機ナノチューブ、放出、ナノファイバー、電気泳動、金属錯体、大量合成

〔研究題目〕 SWNT 量産用自動直径制御合成システムの構築と SWNT 加工プロセス基礎技術の開発

〔研究代表者〕 斎藤 毅  
(ナノチューブ応用研究センター)

〔研究担当者〕 斎藤 毅、小林 明美、大和田 貴子  
(常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

本研究では、ナノテクノロジーの中核素材（キーマテリアル）である単層カーボンナノチューブ（SWCNT）の高効率・低コストな実現性の高い大量合成法基盤の構築と様々な産業応用分野の探索、特にドライプロセスによる SWCNT 成膜装置開発とフレキシブル透明導電性電極材料への応用を目的としている。平成19年度には耐熱性の高い石英などの基板上へのドライ成膜が可能になったが、PET などのフレキシブル基板での成膜の検討と、その特性評価が課題として残された。そこで平成20年度では、PET 基板上への均一で高透過率・高導電性な SWCNT 成膜の条件を直径・長さといった SWCNT の構造パラメータや装置構成等を検討し、膜のモホロジー、光学特性、電気特性など基礎物性を測定してフレキシブルエレクトロニクスへ応用の可能性を探索した。成膜された SWCNT は85～95%程度の高い透過率を示し、さらに直径1.4 nm において最も導電性が高い（88.5%透過率で405 Ω/sq）ことが示された。また、これらの結果をパーコレーション理論から導出される式と比較したところ透過率90%程度がパーコレーション閾値であることが示唆された。

また、膜を曲げる前後で導電性が変わらないことも示され、成膜された SWCNT がフレキシブルタッチパネル用途に十分な特性を有することが示された。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ナノチューブ、CVD、タッチパネル

〔研究題目〕 Yb 光格子時計の構築と精度評価・高精度周波数計測ネットワークの研究

〔研究代表者〕 洪 鋒雷（計測標準研究部門）

〔研究担当者〕 洪 鋒雷、安田 正美、今江 理人、藤井 靖久、大嶋 新一、河野 託也、稲場 肇、保坂 一元、雨宮 正樹、中嶋 善晶（常勤職員8名、他2名）

〔研究内容〕

東大（本郷）と産総研（つくば）との間の高精度時間周波数比較手段として、光ファイバー（120 km）による周波数リンクを導入した。このファイバーリンクを用いて、光周波数キャリアによる周波数基準信号の伝送及びそれを用いた周波数測定を行った。水素レーザーだけ

ではなく、原子泉方式のセシウム原子時計、ファイバーコム及び光ファイバー長制御装置など高精度周波数計測の道具を総動員して、Sr 光格子時計の絶対周波数計測システムを構築した。その結果、わずか数時間の測定で  $5.6 \times 10^{-15}$  の不確かさで東大の Sr 光格子時計の絶対周波数を決定することができた。これで、米国 JILA 研及びフランス SYRTE 研の測定値との合致が  $6 \times 10^{-16}$  に達した。また、つくば-東大間の GPS 搬送波位相による周波数リンクは、データ処理の自動化と高安定水晶発振器制御パラメータの最適化の試行を行い、遠隔サイトの発振器を UTC (NMIJ) に位相同期させる系の自動化に目処を立てた。さらに、ファイバーコムに安定化した波長556 nm レーザー光源を用いて、スピン禁制遷移磁気光学トラップの安定的な生成に成功し、この光源が5日間連続運転可能であることを実証した。また、飛行時間法により、極低温原子の温度測定を行い、FORT 光による  $^{171}\text{Yb}$  原子の捕獲を確認した。さらに、Yb:YAG (1030 nm) と Nd:YAG (1319 nm) レーザーの和周波により波長578 nm の光を生成し、高フィネス（～400,000）の縦置き光共振器に対して安定化した。光共振器の熱膨張係数が0になる温度を測定し、光共振器は現在この温度（21.6℃）に温度制御されている。産総研のファイバーコムを用いて測定されたレーザーの安定度は10秒で約  $4 \times 10^{-14}$  である。この光源を用いて  $^{171}\text{Yb}$  の  $^1\text{S}_0$ - $^3\text{P}_0$  時計遷移（578 nm）の励起に成功した。

〔分野名〕 標準・計測

〔キーワード〕 光格子時計、光周波数コム、光周波数測定

〔研究題目〕 パラサイトヒューマン装着者の行動モデル獲得ならびにパラサイトヒューマン装着者による人の誘導に関する研究

〔研究代表者〕 大山 英明（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 大山 英明、野田 五十樹、篠田 孝祐、城間 直司（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

目標：

パラサイトヒューマン（PH）とは、人間が装着するウェアラブル・ロボットであり、適切な感覚刺激によって、人間の行動を誘導することができる。CREST 研究領域「先進的統合センシング技術」の「パラサイトヒューマンネットによる五感情報通信と環境センシング・行動誘導」（代表：前田 太郎氏（大阪大学））では、医師が、遠隔から現場の PH 装着者を誘導して、応急措置を行うことや、災害時に、PH 装着者への避難方向提示により、安全な避難を実現し、安全・安心の実現を目指す。産総研ではシステム開発と応用部分を担当する。

研究計画：

(1) パラサイトヒューマン装着者の行動モデル獲得に関する研究

本サブテーマでは、PH 装着者の行動認識のための行動モデルを構築する。先ず運動学的なパラメータの推定に基づく正規化手法を開発する。また、行動モデル検証のためにテレイドジスタンス方式の小型ロボット操縦システムを構築する。

(2) パラサイトヒューマン装着者による人の誘導に関する研究

本サブテーマでは、センサネットの情報と PH 装着者の情報とを集積し、集団を安全に誘導するための PH 装着者への行動指示システムを開発する。

年度進捗状況：

(1) パラサイトヒューマン装着者の行動モデル獲得に関する研究

本年度は、PH 装着者の運動学的なパラメータの正規化処理に基づいて、情報提示系を調整する手法の開発を行った。また、小型ロボット操縦システムを構築し、VR 酔い対策のための画像安定化システムを開発した。

(2) パラサイトヒューマン装着者による人の誘導に関する研究

本年度は、災害時の人の避難を想定した、エージェントベースのシミュレータを開発した。特定の条件下で PH の利用により、避難時間が大きく短縮される場合があることが判明した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】パラサイトヒューマン、テレイドジスタンス、避難誘導、マルチエージェント

【研究題目】光パルス合成による任意光電場波形生成とその計測

【研究代表者】鳥塚 健二（光技術研究部門）

【研究担当者】吉富 大、高田 英行、周 翔宇、小林 洋平（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

光の究極的な制御とその応用を目指した「高強度光電界による電子操作技術の開拓」（JST CREST、テーマ代表：東京大学物性研究所）において、研究分担者として標記のテーマを担当している。本研究では、多波長位同期パルスのフーリエ合成による、電界波形の完全に制御された高強度任意波形レーザーの開発を主な目標として取り組んでいる。平成20年度は、位相同期多波長パルスの増幅用励起光源として、高平均出力 Yb ファイバレーザー増幅器とその波長変換技術の開発を行った。

パルス圧縮の妨げとなっていたファイバー中の非線形効果を抑制するために、チャープパルス増幅法と大口径ファイバーを用いることによって、繰り返し80 MHzにおいて、圧縮後25W でパルス幅100 fs まで圧縮できた。さらに、第二高調波変換を行い、変換効率約40%で5.6 W の出力を得た。さらなる高ピーク強度を得るために、繰り返し800 kHz のシステムを開発し、圧縮後

5  $\mu\text{J}$  で300 fs のパルスを得、第二高調波として1  $\mu\text{J}$  以上を得た。また、同時発生周波数混合過程の干渉を利用して、フーリエ合成による任意電界波形を低強度領域で測定する方法を確立し、位相同期した3色パルスのフーリエ合成波形の計測を行った。

現在、パラメトリック増幅による任意電界波形の高強度化を試みており、来年度以降、電界波形に依存した高次非線形現象の観測とそれによる電界の直接測定にも取り組む予定である。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】レーザー、超短パルス、フェムト秒、超高速現象

【研究題目】蛋白質電顕画像を用いた自動 in silico 擬似結晶構造解析法の開発

【研究代表者】小椋 俊彦（脳神経情報研究部門）

【研究担当者】小椋 俊彦（常勤職員1名）

【研究内容】

目標：

電子顕微鏡画像から蛋白質の3次元構造を解析する単粒子構造解析法は、結晶サンプルを必要としない汎用性の高い方法である。しかし、多くの処理に手作業が介在するため、2年以上の解析期間が必要とされる。本研究では、これまでの処理スキームから脱却した新たな解析アルゴリズムを開発することで、手作業を排除した完全な自動化の達成を目標とする。これにより、1ヶ月以内での蛋白質構造解析を可能とし、様々な蛋白質の構造や複合体構造の解明を目指す。

研究計画：

拾い上げた粒子画像から自動的に位置と回転角を調整し、クラス分類を行うアルゴリズムを開発する。さらに、全体の電子顕微鏡画像内から自動的にタンパク質粒子を認識し3次元モデルを構築する完全自動アルゴリズムの開発を行う。こうした手法を様々な膜タンパク質や複合体に適用し、3次元構造解析を進める。さらに、非染色で生物サンプルを計測可能な新規の方法を開発する。

年度進捗状況：

本年度は完全自動アルゴリズムの開発を進め、モデル画像と電顕画像にて精度検証を進めた。これと平行して、ガン細胞の転移に深く関与する RECK タンパク質の3次元構造を解析し、この結果が国際誌 J. Biol. Chem. に発表された。さらにタンパク質をダメージ無く高コントラストで観察する ISEC 法を開発した。この方法により、バクテリアやウィルスを非染色で簡単に観察可能となった。こうした結果を BBRC に二本の論文として発表した。さらに、この装置に関連する特許を二本出願した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】単粒子構造解析、画像処理、アルゴリズム、3次元構造解析



**〔研究題目〕 ナノクレイコンポジットによるポリ乳酸の難燃化**

**〔研究代表者〕** 西田 雅一

(計測フロンティア研究部門)

**〔研究担当者〕** 西田 雅一、宮島 達也、兼松 渉

(常勤職員3名)

**〔研究内容〕**

本研究においては、技術シーズとして反応押出成形装置による連続熔融重合法を用い、難燃性が付与されたポリ乳酸/クレイナノコンポジット材料の製造を目的として、製造プロセス及び製品特性の評価方法を確立することで、ポリ乳酸樹脂中に有機化クレイをナノオーダーで分散させる技術を開発する。

具体的には、有機化クレイの存在下でポリ乳酸の重合を行い、連続して熔融混練することでポリ乳酸/クレイコンポジットの製造を行う。最適な重合条件、クレイの添加量及び添加方法などを決定するとともに、コンポジット体の製造に適した装置の構造の検討を行う。続いて、製造したポリ乳酸/クレイコンポジットの製品特性、化学特性及び物理特性の評価を行うことで、ナノコンポジットの製造プロセスの最適化を行う。

その結果以下のような成果を得た。60%から100%のそれぞれ異なるイオン交換率の有機化クレイを用い、反応押出成形装置を用いた熔融重合によって、対応するポリ乳酸/クレイコンポジットの製造を行った。X線回折による解析結果から、クレイの層間距離は2.6 nm～3.0 nm から3.5 nm に拡張していることを確認した。一方、固体 NMR を用いた核磁気緩和過程の解析結果からは、有機化クレイのポリ乳酸の運動性は、主鎖に対しては運動を抑制する傾向に、側鎖については緩和を促進する傾向があることを見出した。以上の X線回折と固体 NMR の結果より、クレイ層の中にポリ乳酸鎖が挿入されている層間挿入型の状態でナノコンポジットが生成していることが確認された。さらに、SEM 写真、X線回折、強伸度の解析結果から、重合段階でクレイの層間にポリマーが挿入され、その後の混練過程を経ることで分散性の高い層間挿入型のコンポジットを製造できることがわかった。

**〔分野名〕** 標準・計測

**〔キーワード〕** 有機化モンモリロナイト、反応押出成形装置、ナノ分散、層間導入、X線回折、固体 NMR

**〔研究題目〕 常温衝撃固化現象を利用した微小重力下での製膜プロセス開発**

**〔研究代表者〕** 中野 禪 (先進製造プロセス研究部門)

**〔研究担当者〕** 中野 禪、岩田 篤、小木曾 久人、佐藤 宏司、明渡 純 (常勤職員5名)

**〔研究内容〕**

本研究は、微粒子を原料に用いた薄膜作成法である

Aerosol Deposition 法 (AD 法) の、常温下での衝撃固化現象について、微小重力環境におけるエアロゾル流動の最適化および微粒子衝突による結合・成長過程の検討により薄膜形成の高品質化を図る。また、このような薄膜形成法の宇宙空間での利用について検討する。AD 法では微粒子原料を利用し、これをガス中に分散させ成膜する。このとき微小重力化では、原料粉が重力の影響を受けずに浮遊するため容易に高品位のエアロゾル状態を実現しうる。そのため地上では困難な希少材料を用いた成膜や原料粉の制御による高品位な成膜が期待できる。そこで、将来の宇宙環境での AD 法による高品質薄膜作成技術を目指し、微小重力下での微粒子挙動をより詳細に検討・制御できる装置開発と、微小重力下での常温衝撃固化現象の解明を行う。微小重力における AD 法の利点・欠点を明らかにし、次期宇宙利用研究への展開を図っている。平成20年度は、航空機を利用した微小重力実験を行い、PZT、クラスレート材を微小重力化で成膜した。大型の機体により浮遊式のエアロゾル化室の実験を行えた。浮遊室は微小重力の影響を受けにくいため有効なことが分かり、また繰り返し成膜により、地上成膜と同等の膜質が得られていることが分かった。また、表面の粗さが少ないなど重力化とは異なる結果も得られ、今後解明が期待される。

**〔分野名〕** ナノテクノロジー・材料・製造

**〔キーワード〕** エアロゾルデポジション、成膜技術、宇宙利用、微小重力、機能性セラミックス材料

**〔研究題目〕 自動運転・隊列走行システムのコンパティビリティと安全性・信頼性に関する研究開発**

**〔研究代表者〕** 加藤 晋 (知能システム研究部門)

**〔研究担当者〕** 橋本 尚久、津川 定之  
(常勤職員2名、他2名)

**〔研究内容〕**

運輸部門のエネルギー・環境対策として、省エネルギー効果の高い ITS (Intelligent Transport Systems) 技術による「渋滞半減を目指すクルマネットワーク化社会システム」及び「物流効率倍増を目指す自動制御輸送システム」の実現が期待されている。「物流効率倍増を目指す自動制御輸送システム」では空気抵抗を低減するために複数の貨物車両が接近して走行する隊列走行技術が非常に重要な技術と位置付けられている。また、「渋滞半減を目指すクルマネットワーク化社会システム」では相互の車両が協調しながら走行することにより省エネ化を実現する協調走行や高度なエコドライブを可能とする自動運転がキー技術となる。

そこで本事業「エネルギーITS 推進事業/協調走行(自動運転)に向けた研究開発」では、自動運転・隊列走行に必要とされる要素技術および省エネ運転制御技術

を開発するとともに実車による実証実験を実施し、自動運転・隊列走行の基礎技術を確認する。産業技術総合研究所は、このうち、自動運転・隊列走行システムのコンパティビリティ（適合性）と安全性・信頼性に関する研究開発を行い、実車による実験検証および評価指標の構築を行う。

本年度は、自動運転・隊列走行の自動制御技術を主として日米欧の関係技術を調査した。また、信頼性の高い制御装置および制御システムを開発するため、安全性・信頼性に関する調査を行い、開発目標値の基本策定を行った。さらに、システム故障時対応アルゴリズムの開発として、隊列走行における自動制御システムの故障等、自動と手動等の機能が混在する隊列構成において、車両やシステムの状態遷移と走行シナリオおよび隊列形成維持のための必要機能の整理・検討を行った。自動運転車・非自動運転車の交差点走行アルゴリズム開発として、混在交通のケースをいくつか定義して、自動運転車と非自動運転車が信号のない交差点を安全に走行するための制御アルゴリズム開発のため、必要情報、機能等の要因の抽出と整理を行った。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】自動運転、隊列走行、コンパティビリティ（適合性）、安全性・信頼性

【研究題目】「生分解性プラスチックの微生物嫌気分解試験方法に関する標準化」における各種ポリマーの分解挙動

【研究代表者】国岡 正雄（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】国岡 正雄、船橋 正弘、八木 久彰（常勤職員3名、他1名）

【研究内容】

バイオインダストリー協会が受託した基準認証研究開発事業「生分解性プラスチックの微生物嫌気分解試験方法に関する標準化」では、生分解性プラスチックの生分解試験の中で、微生物嫌気分解試験方法について、既存の国際規格 ISO14853や ISO15985の問題点について検討し、ポリ乳酸等の生分解プラスチックが嫌気分解するような試験方法を確立し、国際規格化を目指している。このうち、産総研では、各種ポリマーの分会挙動の研究についてバイオインダストリー協会から受託している。嫌気条件での各種生分解性プラスチック及び参照試料であるセルロースの嫌気分解について詳しく検討した。牛糞を原料とする汚泥を濃度調整した後に55℃に加熱し、嫌気分解に用いた。ポリ乳酸及びセルロースの嫌気生分解について調べた。この結果を元に、嫌気生分解で得られるメタン利用を視野に入れた ISO 国際規格の原案作成に協力し、新規嫌気分解試験法の規格として提案した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】生分解性プラスチック、生分解試験、嫌気生分解、試験法、標準規格

【研究題目】平成20年度ファインセラミックスのエンジニアリングに関する海外実態調査研究

【研究代表者】大司 達樹  
（先進製造プロセス研究部門）  
藤森 直治  
（ダイヤモンド研究センター）

【研究担当者】大司 達樹、平尾 喜代司、伊豆 典哉、  
福島 学、大花 継頼（常勤職員5名）  
（先進製造プロセス研究部門）  
藤森 直治（常勤職員1名）  
（ダイヤモンド研究センター）

【研究内容】

本調査研究では、今後、システム化への展開が期待されるフィルター・分離膜、センサに関わるセラミックス、およびダイヤモンド、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）について、欧州および韓国において進められている研究開発と、システム化ならびに実用化へ向かう状況や連携手法・推進体制および規格制定状況などに関して調査を実施し、我が国におけるこれらの材料をシステムへ展開する方向性等をとりまとめるとともに、今後の施策を提言した。

セラミックスフィルター・分離膜、セラミックスセンサに関する、システム化、実用化を目指した研究開発の特長としては、1つの研究室、研究所において、材料開発とシステム化研究が一体となった基礎から製品開発に至る一連の研究を行っており、実用化に重要とされる諸特性を提示しやすいこと、大学内、研究所内において、他の分野の研究室、研究グループとの連携を密接にとりつつ、システム化には不可避の分野横断的な研究開発が積極的に行われていること、公的機関から一般企業に至る幅の広い様々な研究資金源に依存しつつ、産業界との競争的共同研究等により、開発技術の実用化を図っていること、独自の研究素地、優位性（技術、装置等）を活かしつつ、積極的な用途探索などにより産業応用を目指していることなどが上げられた。

ダイヤモンド系材料については、将来にわたってシステムへの貢献が期待できる分野として、高効率のダイヤモンドパワーデバイス用いた電力制御システム、自動車や産業機械の摺動部分の低摩擦係数化によるエネルギー効率の向上、ダイヤモンド電極による高効率電気分解での水浄化やフッ素発生、バイオ・医療関連の応用開発（基礎的な段階ながら挑戦的な目標を掲げている）などがクローズアップされた。また、応用の拡大に非常に重要である ISO 等の規格の制定については、DLC の ISO 制定に日本が主導権を取ることが可能であり積極的対応が必要であること、ダイヤモンド系材料の統合した ISO の制定には関係国との更なる協議が必要であることなどが判明した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】セラミックス、ダイヤモンド、ダイヤ

モンドライクカーボン、フィルター、  
分離膜、センサ

【研究題目】核物質の放散評価

【研究代表者】中山 良男（安全科学研究部門）

【研究担当者】松村 知治、若林 邦彦、保前 友高、  
飯田 光明（常勤職員4名）

【研究内容】

原子力施設内部で爆破が発生したことを想定し、それに伴い放散される核物質が、通路、扉及び排気口等を通じて屋外に放出された場合に環境に及ぼす影響を評価するデータを得るため、ドーム内において、これらを模擬した鋼鉄製のボックス（以下、「模擬工程室」という。）と試験体（模擬粉末、模擬ペレット、模擬燃料棒）を設置して試験を実施した。

ドーム内で試験体に爆薬をセットし、起爆させ、ドーム内及び模擬工程室内の内圧の時間変化、飛散状況の高速度カメラ撮影を行う。また、試験体の放散状況や破壊状況の観察、飛散した供試体の回収を行った。以下に検討方法の概要を示す。

1) 試験体の放散実験

ドームの中央に、模擬粉末（酸化鉄）、模擬ペレット（ステンレス製及びモリブデン製）及び模擬燃料棒を配置し、その近傍に爆薬をセットする方法で、薬量をパラメータとして放散試験を行った。

2) 模擬工程室での放散実験

ドーム内に模擬工程室を設置し、その内部に模擬粉末（酸化鉄）を配置し、その近傍に爆薬をセットする方法で、薬量、開口部の形状と面積をパラメータとして放散試験を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】原子力施設、ドーム、模擬燃料、模擬工程室、火薬類、爆風、破壊、飛散

【研究題目】高精度加工用大型ダイヤモンド切削工具の開発

【研究代表者】茶谷原 昭義

（ダイヤモンド研究センター）

【研究担当者】杵野 由明（常勤職員2名）

【研究内容】

産総研で開発した大型単結晶ダイヤモンドを使った切削工具や金型を開発するとともに、さらに低コスト合成を可能にするためパルス放電 CVD 装置を新規に開発し、工具に利用する。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ダイヤモンド

【研究題目】大面積光学素子・部品への低コスト反射防止技術の開発

【研究代表者】栗原 一真

（近接場光応用工学研究センター）

【研究担当者】栗原 一真、富永 淳二、中野 隆志、  
島 隆之、桑原 正史、深谷 俊夫、  
橋本 はる代（常勤職員5名、他2名）

【研究内容】

SUS 金型に金属ナノ粒子形成する方法を用いて、大面積光学部品・素子へ成形と同時に反射防止性能を付与し、現行の真空蒸着法より大幅な工程削減「9工程→1工程」することで低コスト化を可能にする。大面積光学部品・素子としては、平面3インチ以上、φ50 mm 以上球面レンズの80%を超えるコストを20%以下にするため、研究課題の目標を1. 大面積光学素子・部品の光学特性均一化の確立：視感度反射率98%以上、反射率0.5%以下。2. 高サイクル成形方法確立：成形サイクル1分以内、成形回数10,000回以上。3. ナノ構造体の検査技術確立ナノ構造付き金型を従来の1/5時間で測定。とする。

平成20年度は、金型面内温度分布の均一化技術・金型表面への均一なナノ構造作製技術開発・平面金型を用いてエリプソメトリ法の高速検査技術の開発を行った。金型面内分布の均一化技術では、金型面内温度のシュミレーション手法について研究開発を行い、金型面内温度分布±1℃以下を実現した。また、エリプソメトリ法を用いた高速検査技術開発では、従来の走査型プローブ顕微鏡を用いた検査方法に比べて、1/5以下の高速検査を実現した。さらに、エリプソメトリ法で得た金型の光学定数を用いて、成形される成形品の光学特性を計算する技術開発に成功し、金型生産管理プロセスを大幅に改善することが可能になった。最後の、金型表面への均一なナノ構造作製技術は、企業と共同で5インチウエハ全面に均一なナノ構造体を作製出来ていることを確認した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】ナノ粒子、インプリント、反射防止

【研究題目】ランダム免疫法による効果的な血清腫瘍マーカーの開発

【研究代表者】五島 直樹（バイオメディシナル情報研究センター）

【研究担当者】五島 直樹（常勤職員1名）

【研究内容】

本研究は、手術で摘出した癌組織の全破碎試料を抗原としてマウスに免疫し、1000種類以上のモノクローナル抗体を取得した後、癌組織を特異的に免疫染色が可能な臨床的に有用な抗体の取得、更にはこれらの抗原タンパク質を血清腫瘍マーカーとして臨床診断に利用しようとする、大学病院、企業との連携プロジェクトである。このプロジェクトの特徴は、最初に幾つかの有用モノクローナル抗体が単離され、後から抗原の同定を行う点である。産総研では世界最大のヒトタンパク質発現リソース、網羅的タンパク質発現技術、活性タンパク質アレイ化技術を持っており、この技術を利用して抗原同定を行った。

種々の有用な癌特異的認識モノクローナル抗体のハイスクリーンな抗原同定が達成され、本プロジェクトに大きな貢献を行った。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】プロテインアレイ、抗原同定、臨床診断、癌マーカー、タンパク質発現、モノクローナル抗体、ランダム免疫法

【研究題目】光フロンティア領域を開拓する次世代光応用システムの開発

【研究代表者】板谷 太郎

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】亀井 利浩、安田 哲二、榊原 陽一、鍛冶 良作、福田 大治、尾藤 洋一、沼田 孝之、山田 家和勝、清紀 弘、小川 博嗣、藤野 英利

(常勤職員10名、他1名)

【研究内容】

本技術開発の目的は、平成18年度から19年度に実施された地域新生コンソーシアム研究開発事業「光フロンティア領域を支える次世代機能性光学材料及び素子の開発」で得られた、技術シーズ・知見を活用し、システム統合と性能向上を目的とした、開発主導型の技術開発を行った。システム性能の向上を前提にした高度光部材の開発と評価を一体として技術開発を行った。産総研で実施された研究開発内容としては、レーザー制御 SESAM、波面計測、スーパーミラー技術の3テーマを実施した。レーザー制御 SESAM については、20 W 以上の光耐性を実現するためのレーザーミラーの試作を行った。また、パルスレーザー制御用の半導体可飽和吸収鏡の試作を行い、レーザー加工で重要な制御変数である波面を Zernike 多項式方式により評価するフィードバックするシステムを構築した。更に、スーパーミラー技術に関しては、表面粗さ2Å以下の超平坦基板に高品質な光学薄膜の形成を行い、光耐性のあるレーザーミラーを実現した。薄膜形成においては、成膜温度100℃以下を実現し、プラスチック上への高品質光学薄膜の形成を行った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】スーパーミラー、レーザー、ALD、光耐性

【研究題目】自己整合技術を用いた有機光テープモジュールの開発

【研究代表者】加藤 一実

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】加藤 一実、鈴木 一行

(常勤職員2名)

【研究内容】

有機光テープモジュール(光テープ、光シール、光エナジーテープ)を事業化するため、基板の平滑化、ガス

バリア・封止性の向上などの技術的課題を解決し、長寿命化を達成することを目標としている。そのため、有機光テープモジュールの基本的な部位を構成する、絶縁部材、透明電極部材、保護膜部材などについて、高分子基板上に200℃以下の低温で形成するためのテーラードリキッドを開発し、デバイス構造において優位性を実証する。平成20年度は、高誘電率絶縁部材の低温形成と特性評価、半導体酸化物材料の有機太陽電池への適用と特性評価について検討した。特に、有機高分子基板の耐熱温度領域において、溶液原料の化学組成や性質が膜形成に与える影響を基礎科学的に検討し、低温で形成した機能性薄膜の電気的特性に与える影響を考察した。

紫外線照射を経由する光アシストプロセスを適用し、シリコン基板上に250℃で形成した膜厚30 nm の酸化ハフニウム薄膜は、比較的絶縁性が高く、誘電率約20を示すことが分かり、有機トランジスタへの適用可能性が明らかになった。また、原料溶液の化学組成と紫外線照射条件を調節することにより、平滑性の高い酸化ハフニウム薄膜を高分子基板上に比較的低温で形成することができた。一方、バルクヘテロ接合型有機太陽電池の陽極電極界面に、結晶性の高い酸化モリブデン超薄膜を挿入すると、変換効率が向上することが分かった。この結果は、酸化モリブデン超薄膜が、有機半導体からホールを選択的に引き抜き、電子-ホールの再結合を抑制したためと考えられた。

これらの結果により、テーラードリキッドのフレキシブル有機デバイスへの展開可能性が確かになった。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】フレキシブル光機能部材、低温合成、機能性薄膜、High-K 材料、酸化ハフニウム、酸化モリブデン

【研究題目】高速高感度オンサイト免疫化学検出システムの開発

【研究代表者】加藤 且也

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】加藤 且也、斎藤 隆雄、永田 夫久江

(常勤職員3名)

【研究内容】

高感度なイムノディスクを作成するためには、イムノディスクの流路、特にアスペクト比の高いピラー内への抗体溶液の進入および、ピラー上での抗体の吸着・固定化および安定反応性が極めて重要となる。そこで産業技術総合研究所では、独自の手法である真空紫外光によるイムノディスクの表面改質を実施し、さらに名古屋大学と共同で流路内での抗体安定性について詳細に検討を加えた。基板であるシリコンおよびプラスチック(ポリスチレン)の紫外線洗浄法の最適条件を決定すると共に、両基板の接触角の計時変化を明らかとした。また表面の有機鎖修飾法として、アミノシリカ化合物を用いた

CVD 法による修飾方法を確立した。また各種処理後のピラー構造の微細観察を行い、処理法の有用性について確認した。以上の方法を用いることで、基板の表面の親水・疎水を制御することが可能となり、表面への抗体結合を実施した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 免疫化学反応、オンサイト、紫外線処理、マイクロ流路、臨床診断

【研究題目】 よごれガード超はっ水ナノ分子ペーパーの開発

【研究代表者】 石崎 貴裕

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 石崎 貴裕 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究開発では、平成19年度地域新生コンソーシアム研究開発事業でめざした「超はっ水ナノ分子ペーパー製造技術」の当初目標を平成20年度内に達成するとともに、「超はっ水ナノ分子ペーパー」に汚防性を付与するための技術開発を行う。汚防性付与により、「よごれガード超はっ水ナノ分子ペーパー」の市場における優位性の確保を行い、事業化の礎を築くことを目標とした。平成20年度には、課題毎に以下の目標を設定し、超はっ水ナノ分子ペーパー製造技術の改善・改良を行った。

○超はっ水ナノ分子ペーパー (A2サイズ) 製造技術に関わる開発目標値

- (1) [はっ水性] 水滴接触角の加重平均が135° 以上
- (2) [均一性] 水滴接触角が±5° 以内
- (3) [処理能力] 毎時2,000枚の両面処理
- (4) [歩留り率] 98%以上

これらの目標値を達成させるためには、高速で活性化処理を行う必要がある。このため、活性化処理として大気圧プラズマ処理を用いた。これまでの実験結果から、真空紫外光照射装置により毎時2,000枚の処理速度で紙表面を処理するためには、真空紫外光ランプが片面で20本必要であることがわかっている。ランプを20本使用して処理を行うには、処理コストはもちろんのこと、設備投入費も極めて高くなる。真空紫外光による前処理では、波長172 nm の真空紫外光を酸素が吸収し、オゾンや活性酸素等が形成される。これらの活性種により、表面は活性化される。これらの活性種を生成する別の手法としてプラズマプロセスが有望である。特に、大気圧プラズマは、大気中での使用や高速処理が可能のため、本プロセスへの適用が極めて有効である。これらの理由により、基材表面へ大気圧プラズマ照射を行い、真空紫外光照射による表面活性化との比較、検討を行った。

大気圧プラズマ照射にはグライディングアーク方式を使用した。回転盤により毎時2,000枚の搬送速度を再現できる装置を用いて印刷物に活性化処理を行った。活性化処理した印刷物のブラック、シアン、マゼンタ、イエ

ローの基本4色部分と紙白部の水滴接触角を測定し、処理速度による活性効果を検証した。白紙部と4色のインキ部では真空紫外光照射後の水滴接触差が約40度ある。これまでの実験から、白紙の真空紫外光照射後の水滴接触角が30度以下になると安定したはっ水処理効果が得られることを確認している。毎秒250 mm の搬送速度が、毎時2,000枚の搬送速度に相当する。大気圧プラズマ照射を用いれば毎時2,000枚の搬送速度でも白紙部分の水滴接触角を30度以下にすることができる。また、毎秒250 mm の搬送速度でプラズマ照射後のサンプルにはっ水処理を行った。各色の表面が100度を超える水滴接触角を示し、良好なはっ水性を有した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 超はっ水、ナノ分子膜、紙

【研究題目】 摩擦攪拌を活用する革新的異種金属材料複合体創製技術の実用化

【研究代表者】 斎藤 尚文

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 斎藤 尚文、重松 一典、鈴木 一孝、渡津 章、黄 新ショウ (サステナブルマテリアル研究部門) (常勤職員5名)

【研究内容】

摩擦攪拌により塑性流動させた金属材料を、固定した異種金属材料表面に強加圧することにより異種金属複合体を創製する革新的異種金属複合体創製技術を開発した。また、本技術の実部品への応用として、突き合わせ、重ね両継ぎ手の創製に取り組むとともに、本法の部材表面改質・被覆への適用可能性を探った。本年度の地域イノベーション創出研究開発事業では、昨年度の地域新生コンソーシアム研究開発事業の実績を元に、各技術の実用化のための実部品の試作と評価を行った。

平成20年度の主な研究内容は以下の通りである。

2次元 (円周) 突合せ接合においては、単純な1次元突合せ接合とは熱的・機械的境界条件が異なる。従って、これまでに考慮されていない特有の現象、例えば接合箇所による温度分布の変化や化合物の生成状態が異なることなどが予想された。そこで、接合開始点を基準として接合速度が異なる部分の比較、ツールの通過回数が異なる部分の特性の比較を行った。一方、接合中の熱履歴はアルミニウムマトリクス中に析出している微細な粒子の挙動に大きな影響を与え、その結果、部材の強度に大きな影響を及ぼす。そこで、強度と強い相関のある硬度分布を調べることにより、2次元 (円周) 突合せ接合体の局所的な強度の変化を調べた。具体的には、接合体の断面に対して2次元の硬度分布のマッピングを行い、硬度の低下の度合いと影響部 (機械的特性の劣化している部分) の範囲を明らかにした。その結果、攪拌部を中心として、母材の約70%まで硬度が低下していることが明らかになった。これは温度が高い領域で強化に寄与してい

る析出粒子がマトリクス中に固溶したことと、比較的溫度が低い領域で析出粒子が粗大化し過時効になったことの2通りの要因が推察された。接合速度が最も遅い500 mm/min のとき、この軟化領域は最も広くなった。接合後の再時効により、結果攪拌部中心の硬度はほぼ回復することがわかった。しかし、周辺部の過時効領域では回復は不十分であり、硬度が低い部分がバンド状に残存することが分かった。さらに、溶体化温度、時効温度と硬度の関係から接合中の温度分布の推定を行った。

摩擦攪拌スポット接合 (Friction Stir Spot Welding) によって作製された Cu/Al 重ね継手において、接合部では動的再結晶などが起こるため未接合部とは異なる組織となる。そこで、Cu/Al 重ね継手の最適摩擦攪拌スポット接合条件導出に対する基礎的な知見を得るため、継手接合条件と接合部の組織の関係を明らかにするために実験を行った。その結果、押し込み深さが深くなると接合部がより大きなひずみを受けるため、動的再結晶による結晶粒微細化が促進されることが明らかになった。特に、押し込み深さが0.6 mm になると FSW 部の動的再結晶が急激に進行することから、接合部が均質微細組織を示す Cu/Al 重ね継手を作製するには押し込み深さが0.6 mm 以上必要であることが分かった。

摩擦攪拌現象を利用した肉盛は、被加工材に極めて強い塑性変形を加える加工方法である。このため、動的な再結晶やひずみにより誘起される相変態、析出等により母材とは異なる微細組織となる。特に結晶粒の微細化によって、強度・硬さ、耐食性など、種々の機械的特性の向上が期待できる。本研究では、電子顕微鏡等により得られた表面改質層の微細組織を調査し、摩擦攪拌現象による耐食耐摩耗性材料の肉盛・表面改質技術のための基礎的な知見を得ることを目標とし、特に特異点となる肉盛層のオーバーラップ部の観察を重点的に行い、微細な欠陥について詳細に調査した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 摩擦攪拌接合、異種接合、表面改質、軽量金属材料

【研究題目】 革新的加工技術による高機能ハイブリッド木質部材の実用化

【研究代表者】 金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

木質資源由来材料は、環境調和型かつ持続的利用可能な材料であり、今後ますます重要な素材・部材である。しかし、その使用量は全体として依然低迷しており、金属やプラスチックなどに駆逐されているのが現状である。これは、ニーズは大きいものの、要求される材料特性を満足しないことや、コスト高となることなどに要因があ

る。したがって、木質系材料に対して高付加価値化した高度機能材料の開発および工業的生産技術を確立して低コスト化を図る技術開発は、社会的にも経済的にも重要な意味がある。

木質系材料の高機能化に関する従来の研究は、実大材のマクロな観点での議論が主であり、木材独特の微細構造に起因して開発材料の特性にばらつきが生じることや加工条件の最適化が不十分なこと等の問題が指摘されていた。そこで本研究では、木質材料を複合高分子材料として取扱うことによって、それらの分子配列や高次構造、分子吸着サイトなどの微細構造の変化からマクロ的な材料物性変化を検討することとした。

共同研究体に含まれる産総研で取り組んだのは、微細構造を考慮した熱処理技術の開発である。具体的には、高温乾燥・熱処理によって、生じる分子レベルでの微細構造変化について熱分析、粘弾性測定、ガス吸着測定、固体 NMR 測定を用いた実験的・解析的研究を行った。そして、高温乾燥・熱処理で考慮すべき条件として、温度域、昇降温速度、保持時間の重要性について、科学的根拠を基に検討した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 木質材料、微細構造、熱処理

【研究題目】 プラスチックを代替する木質材料の効率的な成形技術の開発

【研究代表者】 金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

現在、バイオプラスチックや木材、竹など従来未利用の木質材料をプラスチック代替に活用するグリーンプラスチックの開発が精力的に行われている。特に、陸上バイオマスの9割以上を占めるといわれる木質材料から、環境に配慮したプラスチック代替可能な高意匠・複雑成形を付与する技術が望まれている。

本研究では、90%以上木質材料からなる原料を射出・押出成形しプラスチックと同等の物性を与えるとともに、それへの透明あるいは鏡面の塗膜を形成する技術を開発することを目的とする。これにより、従来は不可能であった木質材料からの複雑成形可能な樹脂状の成形物を高速で工業生産でき、そのプラスチック代替による環境問題への寄与が期待できる。

本年度の取り組みとして、蒸気処理による流動性の向上の主な原因について微細構造の観点から調査するとともに、添加薬剤の種類による流動性の差異について検討を行った。その結果、使用している流動補助添加剤と耐水性の間にはトレードオフの関係が認められ、耐水性を付与させる何らかの処理が必要であることが課題として示された。

また、鱗片状の金属からなる特殊な塗料を用いた金属光沢を持つ成形体の塗布条件と耐候性との関連について調査を行った。評価方法としては、キセノンウェザーメータにより促進劣化させた試料に対して、色差、光沢、目視によって評価を行った。その結果、基材である試験片の低い耐熱性（寸法変化）および試験片表面近傍での試験片の剥離、親水性表面が、耐候性にとって大きな問題となっていることが明らかとなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 プラスチック代替、蒸気処理、射出成形

【研究題目】 未利用木材・廃プラスチックを用いた再生複合材の製造技術開発

【研究代表者】 金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行

(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

本研究開発では、間伐材等未利用木質系原料及び未利用廃プラスチックを用いた木材・プラスチック再生複合材製造開発を行い、品質向上および生産性向上による高汎用性・低コスト化・高品質製品化を可能にし、資源の有効利用、二酸化炭素削減、林業・木材関連産業の活性化、森林保全及びその健全な育成等に寄与することを目的とする。

共同研究体に含まれる産総研で取り組んだのは、親水性である木質材料と疎水性である樹脂との馴染み良さ（相溶性）について実験的検討を行った。間伐材から得られたスギ粉末とポリプロピレンを用いた混練実験によってコンパウンドを作製し、そのコンパウンドから、プレス成形によって板材を作製して、その板材の強度特性に及ぼすスギ粉末のサイズおよび混練温度の影響を調べた。その結果、混練温度の変化によって板材の引張強度は大きく変化することがわかった。また、粉末サイズの影響は、混練温度が良好なコンパウンドが得られた条件下において明確になり、小さなサイズの木質素材を用いた場合に、強度が向上することがわかった。以上のことは、試験後の試験片破断面を観察することによって、その温度域において残存したポリプロピレンが見られなくなったこと、木質素材を覆うようにポリプロピレンがコーティングする状況などから、強度特性が向上した板材は、それを構成するプラスチックと木質素材との相溶性が良好になったことなどが原因と考えられた。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 混練型木材・プラスチック複合材料 (WPC)、相溶性

【研究題目】 感染症の病態別、迅速多項目診断システムの開発

【研究代表者】 田中 喜秀 (健康工学研究センター)

【研究担当者】 田中 喜秀 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

近年、新型インフルエンザの感染爆発の脅威が大きな社会的・経済的な問題となっており、原因ウイルス・菌の同定による迅速・確実な対応への希求は強い。本研究開発では、「現場」で簡単・迅速・安価に①肺炎起炎菌25種罹患判定②インフルエンザ感染型判定③アデノウイルス感染型判定④新生児感染症8種罹患判定の診断を1回の検査で網羅的に行うシステムを作ることを目標とし、実現するには「病態別多項目診断プライマー」のほか、それを用いた「高速 PCR」と「高速マイクロチップ電気泳動装置」の研究開発が必要となる。今年度は、高感度・高速マイクロチップ電気泳動装置の作製に向けて、要素技術を確立した。流路内壁コーティング法を開発し、標準 DNA ラダーを用いて試料導入電圧や電気泳動分析等の各種因子の最適化に取り組み、設定目標である高分解能 (150 bp 付近の DNA フラグメントにおいて10 bp 分離) と高感度 (0.5 ng/mL) の分離分析条件を確立した。

【分野名】 ライフサイエンス、ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 遺伝子診断、マイクロチップ電気泳動、DNA 分析

【研究題目】 仕様書の統一様式の策定と仕様整合性検証システムの研究開発

【研究代表者】 矢田部 俊介

(システム検証研究センター)

【研究担当者】 矢田部 俊介、木下 佳樹、松崎 建男、大崎 人士、岡本 圭史、北村 崇師 (常勤職員2名、他4名)

【研究内容】

共同研究により、組込みシステム開発のための仕様書の統一様式と、文書処理システム (入力フォーム・清書システム・仕様整合性検証システム) を共同開発する。

平成20年度は、暗黙知に依存しない非属人的な手法の確立のため、組込みソフトウェア開発現場の事情に考慮した要求定義を記述するための要求仕様書の統一書式の第一版を策定した。

また、基礎入力アプリケーションとテストケース入力アプリケーションの画面設計を完了し、画面に関するプロトタイプを作成した。

さらに、仕様項目の計算機上の整合性チェック機構として、証明支援系 Agda 上で、語彙集、及び語の間の関連性からなる静的構造を記述し、その型安全性を検証する機構を開発した。

最後に、仕様書の統一仕様書式電子版を、Agda の読み込み可能な形式に自動的に変換するための機構も同時に開発した。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 形式技法、仕様書の形式化、仕様書の整合性検証

〔研究題目〕 配向性板状チタン酸バリウム粒子を用いた鉛フリー圧電材料の開発

〔研究代表者〕 榎田 洋二（健康工学研究センター）

〔研究担当者〕 榎田 洋二、細川 純嗣  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

本研究は、鉛フリー圧電材料を開発することを目的とし、配向性の高いチタン酸バリウム粒子を前駆体として用いることを特徴とする。今年度は、X線回折装置、高分解能走査型および透過型電子顕微鏡を用いて、配向性チタン酸バリウム粒子のナノ構造を詳細に解析した。その結果、配向性チタン酸バリウム粒子は、約30 nmの大きさの無数のチタン酸バリウムのナノ粒子で構成される板状粒子であり、ほとんどのナノ粒子の結晶方位は同じであった。チタン酸バリウムのナノ粒子の前駆体として用いるチタン酸も板状粒子であることから、チタン酸バリウムの生成反応はトポタクティックに進行していることがわかった。また、チタン酸バリウムナノ粒子の生成過程を調べるため、異なる温度で水熱合成したサンプルのナノ構造を調べた結果、水熱処理温度が高いほど板状粒子を形成するチタン酸バリウムナノ粒子の粒子サイズが大きくなり、結晶性も高くなることがわかった。しかし、水熱処理温度が200℃以上になると、板状構造が崩壊して不規則な結晶方位のナノ粒子の凝集体となり、配向性が失われることがわかった。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造、ライフサイエンス

〔キーワード〕 圧電体、無鉛、ナノ粒子、配向制御、イオン交換、結晶構造解析

〔研究題目〕 環境調和型顔料・釉薬の開発及び非石膏型によるプレス・鋳込み成形量産システムの開発

〔研究代表者〕 北 英紀（先進製造プロセス研究部門）

〔研究担当者〕 北 英紀、近藤 直樹、日向 秀樹  
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

石膏型は有効なリサイクル技術が確立されておらず、現状、産業廃棄物となっている。また鋳込みにより薄肉品を製作する場合、保形性維持のため成形時に有機バインダーを添加し、焼成前には脱バインダーを行っていた。消耗-廃棄というサイクル、および脱バインダーに伴う廃ガスの発生は環境負荷への影響が大きい。さらにセラミックスの重要な用途としてストークやラドル、ラジアントチューブ、キルンファニチュアのような極薄・大型が必要なセラミック部材の製作において、石膏型を用いた成形プロセスは精密性や薄肉化等、形状賦与の点で

制約も大きく、それらを克服する技術開発が必要であった。石膏型では、成形可能な製品の極薄・大型化に限界があり、十分なニーズに応えることは困難である。こうした背景にあつて、石膏型による量産システム自体を見直す必要があり、本研究はその代替移行技術として新たな量産システムを確立し、作業負担の軽減と効率化を図り、産業廃棄物処理とエネルギー消費の削減による環境調和を目的とするものである。

本研究では、石膏型の代替技術として、繰返し使用と有機バインダレス化が可能なセラミック型を開発するとともに、それらを用いた形状付与に関する検討を実施する。次に得られた結果を基盤として、三次元CADによる形状デザイン開発から型加工、陶磁器およびファインセラミック製品の量産にいたる製造プロセスの確立を目指す。

平成20年度は、特にセラミックス型の作製とその脱型レスプロセスの可能性検証を行った。まず、型として使用するためには吸水性、加工性、離型性、安定性、低熱膨張性が必要と考え、これらを考慮した材料設計を行った。その結果、酸化物（アルミナ、チタン酸アルミ系）多孔質材、並びに非酸化物（Si-B-C-N系）の多孔質セラミックスを得た。上記材質によりモデル型を作製し、成形評価試験をおこない、セラミックス型を使った脱型プロセスにより肉厚が1.5 mm程度の薄肉モデル焼結体を得た。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 環境、セラミックス、成形、鋳込み、石膏

〔研究題目〕 環境調和型顔料・釉薬の開発及び非石膏型によるプレス・鋳込み成形量産システムの開発

〔研究代表者〕 杉山 豊彦

（サステナブルマテリアル研究部門）

〔研究担当者〕 杉山 豊彦、大橋 優喜、垣内田 洋、  
砥綿 篤哉、森川 久、鈴木 和夫、  
長江 肇、伴野 巧（常勤職員8名）

〔研究内容〕

環境調和型顔料・釉薬の開発として、無毒高安全性の顔料および釉薬の開発、さらに環境改善に有効な機能性釉薬の開発を行う。

陶磁器は、日常の使用においては、有害成分の溶出はなく、安全性は高い。しかし、表面に施す着色部分には、人体にとって極めて有害なCd、Se、Pb、Cr、Co等の金属酸化物が使用される場合がある。これらの有害成分は、埋め立て処分後、時間の経過とともに溶出され、環境や生物に影響を及ぼすため、これらの使用に関する規制が年々厳しくなっており、毒性の少ない成分を含有する顔料の開発が必要である。

本研究では、毒性のないTa系酸窒化物顔料の大量合



成に向けた安全性の高い合成法を研究する。また、釉薬における有害元素の含有量の低減化と、釉薬への機能付与を研究する。

平成20年度においては、Ta系酸窒化物の新規合成法開発等を行った。また、釉薬の光学特性を評価、解析することにより、機能付与の方法を検討した。特に、日射反射に関し赤外線反射特性の解析を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 環境適合、顔料、釉薬

【研究題目】 ゾーン加熱方式による美濃和紙の炭化と導電性材料への応用

【研究代表者】 池田 伸一

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 池田 伸一 (常勤職員1名)

【研究内容】

フェノール樹脂の繊維で作成したシートを、酸素のない雰囲気、赤外線加熱により炭化、グラファイト化を試み、燃料電池の電極材料などに適用することを目指している。初年度は、グラファイト化を促進する触媒材料の探索と反射鏡の設計、試作を行った。最終年度の平成20年度は、それまでの点状集光でなく、バンド状集光可能な反射鏡を設計し、その反射鏡を用いた焼成を行った。

これにより、紙のようなシート状炭素紙の焼成が容易に行えるようになった。バンド状集光型の反射鏡は、点集光型に比べて赤外線集光照射度が低くなるため、加熱温度も低くなる。ランプ出力を高出力型にすることにより、焼成に必要な温度を確保することができた。

【分野名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 赤外線加熱、反射鏡、炭化、グラファイト化

【研究題目】 炭鉱ガス管理技術に基づく新方式メタンガスセンサの開発

【研究代表者】 野田 和俊 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 野田 和俊 (常勤職員1名)

【研究内容】

石炭鉱山の保安技術の向上を図るため、本質安全防爆構造「ia」を有すると共に、低コスト化、高耐久性を可能とした高精度で高安全のLED赤外線式メタンガスセンサを開発した。積分球式ガスセルの素材開発では、円形状ガスセルを新たに開発した。材質は樹脂製のものを使用し、反射効率の高いめっきを施し実用的なガスセルとした。また、測定精度を向上させる手法として、参照光と測定光用の2つの受光素子を利用することによって、測定データの信頼性を高めた。これらの改良により、メタンガス濃度0~10 vol%の範囲において、0.1 vol%の分解能を有するメタンガス測定器の試作を行った。この機器は、どのようなメタンガス濃度であっても電気回路などのトラブルによって万が一火花等の発生による着火

源の危険性があっても、電気エネルギー上、メタンガスには絶対に着火しない本質安全防爆構造の電気回路から構成されている。また、LEDを利用した発光素子とフォトダイオードを利用した受光素子等も同等の安全性を有している。このような電気回路、筐体などはIECにおける世界標準規格に準じた構造となっていることから、日本国内のみならず海外においても有効活用可能な機器で開発されたものである。

【分野名】 環境・エネルギー、地質

【キーワード】 メタンガス、センサ、安全、防爆、IEC

【研究題目】 CO<sub>2</sub>の海水中への溶解・拡散に関する数値実験

【研究代表者】 西尾 匡弘 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 陳 白欣 (常勤職員1名、他1名)

【研究内容】

二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)を1000 m以深の海洋中深層に直接投入し、海水中に溶解希釈させることで大気への排出を抑制するいわゆる海洋隔離技術の実現に向けて、海水中におけるCO<sub>2</sub>の溶解・拡散に関する挙動を精度良く予測し、海洋環境への影響を極力抑制するシステム開発に資することが重要な課題である。本研究では、海洋中への液体CO<sub>2</sub>放出を前提として、数値実験により放出された液体CO<sub>2</sub>の海水への溶解・拡散過程を評価する。数値実験は、液滴の溶解に関するミクロスケールを考慮して開発したCO<sub>2</sub>の浮上・溶解挙動再現モデルの精緻化を行う。特に今年度は液滴浮上時の形状に大きく影響する抗力係数の取扱いの改善を図った。さらに米国において次年度に実施が検討されている海洋観測実験との協力をを行い、データの拡充を図るため、実験計画立案のための参考事例として結果を提供した。

(1) 無限相変化モデルと飽和相変化モデルの比較検討

海底から漏洩したCO<sub>2</sub>が海洋生物や環境に与える影響を予測するために、CO<sub>2</sub>分散の数値モデルを開発し、海洋中に放出されたCO<sub>2</sub>気泡の運命をシミュレーションした。主要な焦点をCO<sub>2</sub>の液滴から気泡への相変化に置いている。二つのモデルを考案し比較を行った研究では、無限相変化と飽和相変化の二つのモデルを検討し、上昇速度に関して相変化を伴う海水中の液滴/気泡運動のシミュレーションでは、飽和相変化モデルがより合理的であると結論づけた。

(2) 抗力係数モデルの修正

本研究では、G. ボッチャーノおよびM. デンテによって開発された流体のガス気泡の抗力係数モデルを修正し、相対的に上昇速度の大きい、大きなサイズの気泡の動態に対するレイノルズ数(*Re*)の関数とした。新たなモデルの開発・修正により、様々なサイズの液滴の終端速度を予測することができるようになった。ケーススタディの条件として深さ150 mまでの様々な深さの海洋(10℃から25℃)で初期気泡サイズ

は直径3.0から40.0 mm を想定し、放出した CO<sub>2</sub>の動態予測に用いた。放出が浅海域 (<150 m) の海底からの場合、CO<sub>2</sub>は平均16 cm/秒の速度で上昇し、1秒あたり直径でおよそ30×10<sup>-3</sup> mm/秒収縮する。海底から放出された CO<sub>2</sub>が大気へ回帰できるかどうかを示す臨界深度というパラメータを定義して評価した。臨界深度は、初期気泡サイズに対しほぼ線形的な関係が得られた。例えば、40 m 以下の深度から放出した初期の直径が40 mm の CO<sub>2</sub>気泡は、海面に到達する前にほぼ完全に溶解すると考えられ、同深度の海底から放出した40 mm よりも小さいサイズの気泡は大気に回帰することが不可能であることが分かった。また、対象海洋における気泡動態の季節的影響は、冬、夏、春に観察された温度データを使用して調査されている。放出された CO<sub>2</sub>の気泡は春の間、冬または夏よりも浅い深度まで上昇する可能性があるという結果が得られた。これは、冬または夏と比較すると60 m よりも深い深度が相対的に高い温度にあるためである。深度25 m で放出した40 mm サイズの気泡は、冬の時期にはわずか12.5%であるが、春の時期には約33%が大気に回帰するとみられることが分かった。

これらの研究成果を元に、米国で計画されている実海域実験に於いて、液相から気相への遷移領域における観測実験と併せて、これらパラメータの実証が可能なように実験条件を設定・提案を実施した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】二酸化炭素、海洋隔離技術、数値シミュレーション、溶解・拡散

【研究題目】超臨界流体付加射出成形による金型内メッキ技術の開発

【研究代表者】尾崎 浩一

(デジタルものづくり研究センター)

【研究担当者】尾崎 浩一、伊藤 哲、澤井 重信

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

金型を利用した加工を含む生産工程のコストダウンのため、金型を利用した工程の後工程の加工プロセスを金型の中で行い、工程を集約的に収縮することが重要な技術テーマとして注目され始めている。そこで、戦略的基盤技術高度化支援事業として、九州工業大学先端金型センター、福岡県工業技術センター機械電子研究所、金型やめっき加工企業と協力して、射出成形時に金型内で高品質なメッキを行う技術開発を行うことにより、複数工程の同時処理によって、高品質メッキ・プラスチック部品の短納期化・低コスト化を実現する研究開発を行っている。産業技術総合研究所においては、成形実験・型に関する評価のテーマを分担した。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】金型、射出成形、めっき

【研究題目】CSIにおけるグリッドプログラミング環境の高度化

【研究代表者】関口 智嗣(情報技術研究部門)

【研究担当者】関口 智嗣、田中 良夫、中田 秀基、高野 了成(常勤職員4名)

【研究内容】

広域に分散配置されたグリッド上の計算資源上で安定して効率良く動作するアプリケーションを開発・実行する方法が確立されておらず、グリッドを用いた大規模計算の実現への障害となっている。本研究においては、複数の計算資源が高速ネットワークで接続されているCyber Science Infrastructure (CSI)において、単体のスーパーコンピュータからグリッドに至る様々な計算基盤上で高い性能を発揮し、長時間安定して動作するグリッドアプリケーションの開発、実行を支援するプログラミング環境の構築を目的とし、Grid Message Passing Interface (GridMPI) および Grid Remote Procedure Call (GridRPC) に基づくプログラミングミドルウェアの研究開発を行なった。

GridMPI の研究開発では、グリッド上での通信遅延を考慮した高性能かつインターオペラブルな通信を実現する GridMPI 通信ライブラリの研究開発として、主にNAREGI プロジェクトにおいて開発されたソフトウェア GridMPI の保守と相互運用性の評価を行った。相互運用性の評価については、GridMPI と LAM/MPI という2つの MPI 実装の相互接続に関する実験を行ない、GridMPI と LAM/MPI という異なる実装間で IMPI プロトコルを利用して通信できることを確認した。

GridRPC の研究では遠隔手続き呼び出しに基づくプログラミングミドルウェアの研究開発として、GridRPC ミドルウェアである Ninf-G の保守と高度化を行った。NAREGI ミドルウェアコンポーネント群の変更に対応するために必要な機能追加及び変更と、環境に応じて高い性能を引き出すためのシステム改良を行い、性能改善および機能の高度化を進めると共に、ソースプログラムの保守性を向上させた。

本研究により、グリッドプログラミング環境として GridMPI と GridRPC が有効かつ現実的な手法であることを確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリッド、プログラミング、GridMPI、GridRPC

【研究題目】陽子線照射と免疫補助療法を併用する新たな肝癌治療法の開発

【研究代表者】伊藤 敦夫(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】伊藤 敦夫、十河 友

(常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

茨城県に多い肝がんは C 型肝炎、B 型肝炎から生じ

た肝硬変を背景に生じることから、肝内に多発または再発する傾向にあり、再発ごとに治療が繰り返され、最終的には肝不全に陥るといった経過を辿ることが多い。陽子線療法は肝がんに対して有効で侵襲の少ない先進的治療として注目されているが、現時点ではこの照射野外再発を予防する有効な手段は存在しない。そこで、本研究開発テーマでは、新たな免疫刺激剤を陽子線治療と併用した「陽子線治療+新規のがん免疫療法」という新しい概念の治療法を開発し、肝がんの再発を防いで患者の予後向上をめざしており、その実用化に向けた臨床研究を実施する。

局所進行再発肝臓に陽子線照射療法を施した症例に対して、新規ナノ粒子含有アジュバントを投与する治療法の有効性と安全性を筑波大学付属病院にて臨床研究で検討することに関して、化学分析、X線回折分析、赤外吸収スペクトル分析を駆使して免疫刺激剤の長期徐放性能にすぐれる、低溶解性型特殊試薬ナノ粒子核液の製造技術の開発を開始した。さらに、これら低溶解性型特殊試薬新規ナノ粒子核液を無菌、エンドトキシンフリー製造するための自動合成システムとそれに伴う品質管理のための技術を開発し、順次本研究に参加している民間企業に技術移転した。また、昨年度開発した核液製造法について品質管理の一環として、混合後放置時間の品質に対する影響を検討した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】肝臓がん、免疫刺激剤、陽子線療法

【研究題目】人体損傷状況の可視化シミュレーション技術の調査及び安全性向上のための設計方針に関する提言

【研究代表者】持丸 正明

(デジタルヒューマン研究センター)

【研究担当者】持丸 正明、西田 佳史、河内 まき子、多田 充徳 (常勤職員4名)

【研究内容】

子どもの安全性に配慮した機械・設備設計を実現するために不可欠となる子どもの身体特性データの収集とデータベース整備を目的とした事業である。こうしたデータを設計に活用する技術として、家庭内や公共の場に設置された設備や機器等の工業製品における子どもの事故時の人体損傷の様子をシミュレーションする技術の調査を行い、子どもの安全性向上のための機械設備設計の方策に関する提言を目標に据え、産総研は、このうち子どもの事故時の人体損傷の様子をシミュレーションする技術の調査を担当した。指挟み事故の現状、ダミー実験に基づく指挟みリスク評価技術について概要を調査するとともに、さらに、指形状のモデル化技術の現状と課題、数値シミュレーションによる評価技術の現状と課題について整理した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】デジタルヒューマン、可視化技術

【研究題目】匿名化データの2次利用における匿名化保証機能に関する調査と要件定義

【研究代表者】繁富 利恵

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】繁富 利恵、渡邊 創 (常勤職員2名)

【研究内容】

現在プライバシーを考慮し、情報を扱う方法についての定義が混在している。複数の全く違うデータの処理について、同じように「プライバシーを保護した」という表現をとることとなる。しかしながら、こういった情報は常に“正しく”情報を扱っているとは限らない。それは複数のプレイヤーと情報の処理が複雑に絡み合っていると考えられる。

そこで、現状の一般的な情報の流れをモデル化し、情報の流通のしくみについて検討を行う。また、そのモデルにたいして複数の具体例を当てはめ、モデルの理解を深める。さらに、これらのモデルについて、将来行われると予想される処理と次のプライバシー保護のための対策についての要件をまとめた。これにより、プライバシー保護とサービスの関係について定義をすることができ、次にどの個人情報保護の形態を実施すべきかの考察につなげることができた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】個人情報保護、プライバシー保護、匿名性

【大項目名】異分野融合型次世代デバイス製造技術開発プロジェクト

【研究題目】マイクロ・ナノ構造大面積・連続製造プロセス技術の開発

【研究代表者】伊藤 寿浩

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】伊藤 寿浩、松本 壮平、高木 秀樹、石田 敬雄、三宅 晃司、銘苺 春隆、張 毅、小林 健、松本 純一、高田 尚樹 (常勤職員10名)

【研究内容】

本事業では、特に、ウェアラブル発電、安全・安心ジャケット、シート型健康管理デバイス等の、3次元自由曲面に装着可能な新形態のメーター級フレキシブルシートデバイスを、基板の大面積化を伴うことなく実現する、繊維状基材の連続微細加工や製織技術などを活用した新たな製造技術を開発することを目的としている。

平成20年度は、機能性繊維状基材の高速連続製造プロセスとして圧電薄膜等の基本被覆プロセスを開発するとともに、3次元ナノ構造高速連続加工プロセス開発としてリールツーリールインプリントシステムの設計や中空繊維状基材内への微小構造作製基本プロセスを実施した。その結果、30 pm/V 程度の圧電特性を有する膜厚1 μm

の PZT 薄膜を繊維径 0.2 mm のステンレス繊維上に形成することができた。また、PFA チューブ基材内に 96 ppi 相当のセル状構造を試作することができた。

さらに、フレキシブルシートデバイス製造プロセスの開発に向け、接点構造形成プロセス開発用の可動接点評価装置を構築するとともに、繊維状基材製織基本プロセス条件の探索を実施した。また、自己組織化応用製膜技術として、エレクトロスプレー法を用いた基本プロセス開発を実施し、20 mm 角 ITO 基板上に酸化チタンナノ構造を 100 nm/分以上の速度で形成可能であることを確認した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 非真空プロセス、繊維状基材加工プロセス、製織集積化プロセス

【研究題目】 環境対応型非鉄金属鑄造技術に関する研究開発

【研究代表者】 岡根 利光

(デジタルものづくり研究センター)

【研究担当者】 岡根 利光 (常勤職員1名)

【研究内容】

水質基準改正、RoHS 規制等、鉛・カドミウム等の環境負荷物質に対する規制が進められている。非鉄金属鑄造業では、これらの新たな環境基準に対応したものづくりを迫られており、課題に対応するために以下の開発を進めている。①材料設計技術を活用して、銅合金中の鉛量を低減させ、かつ油圧ポンプのシリンダブロック等に要求される高速・高面圧下での摺動特性を満足する環境配慮型軸受合金開発、②分析トレーサビリティ確保のために鑄造用非鉄合金 (アルミ合金・銅合金) の鉛、カドミウム分析標準試料開発、③鑄造・加工の過程での鉛の混入状況を管理する技術を開発するとともに、鑄物から水への鉛溶出評価を短時間でできる加速鉛溶出試験装置の開発。平成20年度は(社)日本非鉄金属鑄物協会より受託し研究を分担して行い、全体として以下の成果を得た。①開発合金のアキシシャルピストンポンプへの実証試験を行い、開発合金を用いバイメタル化したピストンポンプの試作、ユーザ企業における耐久性試験を実施し良好な結果が得られた。②「環境対応型鑄造支援技術」と題し、鑄物用 CAC400系青銅合金、CAC900系鉛フリー青銅合金及び3種のアルミニウム合金 (AC2B、AC4C、AC7A) の分析標準物質の開発を完成させた。これにより、青銅合金鑄物主要元素の分析標準、青銅合金鑄物・アルミニウム合金鑄物の不純物元素、特に RoHS 規制に対応するための、Pb, Cd, Cr について川上のインゴットメーカーから非鉄金属鑄造企業、川下のユーザー企業に至る統一した分析標準の確立が成された。③「鑄造企業の環境負荷物質管理技術の開発」と題し、開発した微量鉛の簡易計測法について、再現性のよい簡易測定条件を見出した。装置の試作を行い鑄造企業において製造

される鑄造品に実証実験を行った。さらにこれらの研究成果を基に鑄造企業の鉛管理指針の策定方法を明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 銅合金鑄物、アルミ合金鑄物、水質基準、RoHS 規制、鉛、カドミウム、鉛溶出試験

【研究題目】 圧造成形順送プレス工法による LED 用機能部品の製造技術開発

【研究代表者】 鳥阪 泰憲

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 鳥阪 泰憲 (常勤職員1名)

【研究内容】

本研究は、増肉機能 (据込み、潰し、しごきなど) および複合化機能 (金型内での積層接続機能) を有する複雑三次元加工が可能な高機能金型技術と、この金型を用いた板鍛造順送プレス技術により、現在主に切削加工で製造されている自動車および情報家電用の LED 用機能部品を、安価に、大量に、短納期で製造することができる新しい複雑三次元加工部品の製造技術開発を目的とする。

順送金型の設計における構造最適化を図るため、「有限要素法によるプレス加工応力解析」を行った。軸対称弾塑性有限要素法によるアルミニウムリフレクタ (A1050) のプレス加工における変位 - 荷重曲線および相当応力分布解析を行った結果、「CAE 解析」の結果および「X 線による残留応力の測定」の結果と良く一致した。また、アルミニウムリフレクタの量産に対して、材料の物性の最適仕様を決定するため、「アルミニウムリフレクタプレス加工品の結晶構造解析」を行い、以下の結果が得られた。

- i) 配向性: [ND] 方位の場合、H24材は (111) 面に近い (433) 面の配向を示し、O材は (101) 面と (411) 面に近い配向を示した。また、H24材、O材ともにリフレクタ面は  $\{01\bar{1}\}$  面であると推察された。
- ii) 集合組織: H24材では (111)  $[\bar{1}10]$  集合組織が、O材では (011)  $[\bar{2}1\bar{1}]$  集合組織が発達していた。
- iii) ミスオリエンテーション: H24材では  $45^\circ$  以上が多く、O材では  $15^\circ$  以下が多かった。
- iv) 結晶粒の方向: 結晶粒は繊維状を呈し、O材に比し H24材の方が細長く、リフレクタ斜面に平行であった。
- v) 結晶粒: 結晶粒径は、H24材では  $1.87 \mu\text{m}$ 、O材では  $2.05 \mu\text{m}$  であり、H24材の最大結晶粒径が  $11.17 \mu\text{m}$ 、O材では  $19.14 \mu\text{m}$  であり、粗大粒はO材の方が大きい。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 軸対称弾塑性有限要素法、集合組織、FE-SEM/EBSP、ミスオリエンテーション

〔研究題目〕 廃棄物発電用ボイラー管の耐熱・耐食性を向上させる摩擦熱を利用した溶接技術に関する研究開発

〔研究代表者〕 坂本 満

(サステナブルマテリアル研究部門)

〔研究担当者〕 坂本 満、佐藤 富雄 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

目標及び計画

廃棄物発電用ボイラー管の耐熱・耐食性を向上させるため、一般的に Ni 基合金材の表面処理が行われている。しかし、従来の溶接法や溶射法では、表面処理対象材料自体を溶かしてしまうことにより、表面処理材料の特性を十分に生かせないことや、表面処理対象材料と表面処理材料の高温での熱膨張差により剥離する問題がある。そこで、本研究ではこれら課題を同時に解決する新規技術である摩擦肉盛溶接法の開発を行う。

本年度は耐熱鋼製の実ボイラーチューブに Ni 基合金であるインコネル625合金を被覆材として、肉盛長さ 5 m、全周肉盛の条件を確立する。また、全周肉盛品の特性評価として、廃棄物発電プラントの燃焼環境を模擬した雰囲気での高温腐食試験を行い、高温耐食性評価を行う。

平成20年度進捗状況

安定した肉盛り条件について、肉盛り棒の加圧力・加圧時間・回転数等の制御変数を変えて調査した結果、肉盛り開始時の摩擦部温度のばらつきが問題であることを突き止め、温度計測により開始時を決定することで安定な肉盛り条件を確立した。廃棄物焼却プラントから採取した実灰を用いた高温腐食試験の結果、高温腐食環境における耐食性が従来法に比べて格段に優れることを実証した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 摩擦肉盛り法、高温腐食、環境プラント、ボイラーチューブ、インコネル

〔研究題目〕 知的植物工場のための植物生育モデル自己補正システムの開発

〔研究代表者〕 田中 正人 (健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 田中 正人 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本プロジェクトは、植物工場内を自律的に走行するロボットを用いて作物の生育状態を測定し、植物の生育モデルと組み合わせて適切な環境制御を行うことで収穫量増大や作物品質向上を図ることを目的とする。区画ごとに、植物の可視画像、熱画像、クロロフィル蛍光等を計測して、生育状態および水ストレス状態を診断し、気温、養液等の環境制御にフィードバックする。

作物の生育状態の診断に利用するため、葉面積計測技術および、乱形花検出技術の開発を行った。効率的に葉面積を計測するため、すべての葉を計測することなく、

抽出した一部の葉の特徴的なパラメータの計測で群落全体の葉面積を推定可能なアルゴリズムを開発した。また、収穫量の低下を招く乱形花を識別するため、花のカラー画像をもとにニューラルネットワークを用いた判別技術を開発した。

〔分野名〕 ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 環境計測、非侵襲計測、画像処理、画像計測、葉面積、乱形花

〔研究題目〕 特徴のある糖質の機能を生かした健康バイオ産業の創出

〔研究代表者〕 仲山 賢一 (生体機能評価チーム)

〔研究担当者〕 仲山 賢一、安部 博子 (常勤職員2名、他1名)

〔研究内容〕

香川県特産の食物より、糖脂質を抽出し、その活性を培養細胞で確認するとともに、実験動物を使用した活性測定も行い、機能性食品などの開発を行う。平成20年度は、培養細胞で確認されていた活性について、実験動物を使用した確認を行ったところ、ほぼ同様の活性を確認することが出来た。また、含まれている糖脂質成分についても、ある程度分離することが出来た。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖脂質、機能性食品

〔研究題目〕 モニタリング技術の開発 (モニタリング機器技術高度化調査) 中核的な技術オプションの調査研究 (その2) 光ファイバセンサ技術

〔研究代表者〕 秋宗 淑雄

(計測フロンティア研究部門)

〔研究担当者〕 津田 浩 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

本研究は設置したセンサや配線による処分安全性能への影響を低減することが可能な FBG 式センサを利用し、多点計測が可能な応力センサにより小規模な室内試験を継続して行い、当該機器の適用可能性を判断する。昨年度に引き続きセンサ部が一つだけの FBG センサの耐久性について評価するとともに、センサ部を二連にした FBG 式土圧センサを試作し、耐久性評価のための準備を進めた。そして FBG センサのモニタリング機器としての適用可能性を判断した。

1) 単一 FBG 式光ファイバセンサの耐久性評価

① 室温でのベントナイト膨潤圧環境下での FBG センサによる土圧、温度測定は一年間の計測を通して、電気式センサと同等の値を示し、長期間に渡り安定した計測の実現を保証する結果を得ている。

2) 二連式 FBG 式土圧センサの試作、並びに耐久性評価のための準備

- ① 一本の光ファイバ上に4つの FBG を設け、二つの感受部を持つ土圧センサを試作した。
- ② 試作した土圧センサの較正試験を行い、ブラッグ波長から温度と圧力を換算する評価式を得た。
- ③ 試作した土圧センサの耐久性を評価するための試験容器を設計・作成した。
- ④ 同センサの室温ベントナイト膨潤圧環境下での耐久性試験を開始した。

〔分 野 名〕 標準・計測

〔キーワード〕 光ファイバ、温度圧力計測、高レベル放射線廃棄物

〔研究 題目〕 任意形状付シームレス極細パイプの高精度加工技術の確立及び高効率製造装置の開発

〔研究代表者〕 碓井 雄一（加工基盤技術研究チーム）

〔研究担当者〕 碓井 雄一（常勤職員1名）

〔研究 内容〕

戦略的基盤技術高度化支援事業のひとつとして、栃木県内のプレスメーカー等とともに、カーリング加工に代えて継ぎ目が現れる心配のないステンレス製シームレス極細パイプを素材として用い、外径0.18 mm 以下の任意テーパ形状付極細パイプにつぼめ成形できる加工技術の開発、ならびにその量産製造技術の開発を行っている。産業技術総合研究所においては、パイプの成形加工法の開発の一部を分担した。

パイプの径を縮小させる加工において、ソリッドダイスにパイプを押し込む方法では、パイプの曲がりや肉厚増加が問題になっている。一方、分割ダイス方式は、分割したダイスを開いた状態でパイプをダイスの間に入れ、パイプを回転させながらダイスを閉じて、同時にパイプを引き抜くという動作を行う。このため、ダイスとパイプを相対的に回転させなければならず、ダイスを開閉する機構が必要であるなど、製造装置の構成が複雑になる。しかし、引き抜き加工を基本としているので、パイプの曲がりや肉厚の増加を抑制できる可能性がある。

分割ダイス方式による縮管加工の特性を調べた。ダイスを切欠付円錐ダイスとした場合に良好な加工特性が得られ、1パスの加工で直径0.35 mm のパイプを約0.2 mm まで縮管することが可能とみられる。ダイス間隔の調整のために、実際に加工されたパイプの径は約0.22 mm であったが、肉厚の増加は0.01 mm 程度に抑えられ、パイプの真円度・真直度は良好であった。

〔分 野 名〕 ナノテク・材料・製造

〔キーワード〕 小径パイプ、絞り、縮径

〔研究 題目〕 金型の知能化による金属プレス加工の不良レス化

〔研究代表者〕 尾崎 浩一

（デジタルものづくり研究センター）

〔研究担当者〕 尾崎 浩一、伊藤 哲、澤井 重信  
（常勤職員2名、他1名）

〔研究 内容〕

現在自動車製造業において、工場の24時間稼働が重要な課題の一つとなっており、プレス加工においても、金型にセンサーを組み込み、運転の無人化や不良検知による無人の製品管理が重要な技術開発テーマとなっている。そこで、戦略的基盤技術高度化支援事業として、福岡県の工業技術センター、プレス関連企業と協力して、抜き曲げ加工順送金型と絞り金型について、製品個体毎に不良を金型内で検知することにより、成形不良品の発生を防止するとともに、センサー情報を基に不良要因を分析し、不良防止のための生産工程の改善と万が一不良が発生した場合でも、個々の製品に関するトレーサビリティを確立し、原因究明や以後の生産に反映できるようにする技術開発を行った。産業技術総合研究所においては、光学センサーの金型取り付け時の影響評価を分担した。

〔分 野 名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 金型、絞り、デジタルエンジニアリング、技能の技術化

〔研究 題目〕 水素特性試験装置の開発及びそれを用いた水素用材料基礎物性評価

〔研究代表者〕 福山 誠司

（水素材料先端科学研究センター）

〔研究担当者〕 今出 政明、安 白、文 矛、張 林、  
甲斐 絢也、横川 清志（計測フロンティア研究部門）（常勤職員4名、他3名）

〔研究 内容〕

目標：

水素を安全に利用するための技術開発を行うとともに、安全性の確保を前提とした燃料電池に係わる包括的な規制の再点検に資する各種材料の技術開発や特性データ取得を行い、民間事業者等が主体となっていく技術基準案や例示基準案の作成等につなげます。

研究計画：

100 MPa超水素特性試験装置の開発を継続し、性能向上のための改善を進めるとともに、水素用材料の基礎物性評価に関する研究を実施します。特に、平成20年度は、高圧水素貯蔵関連材料（特にオーステナイト系ステンレス鋼）の高圧水素ガスに関する基礎物性を評価すると共に、導入した磁気力顕微鏡（MFM）を用いてマルテンサイト相の局所観察を実施し、水素脆化の要因解析を行います。

年度進捗状況：

Mn 含有量の影響検討材として、316 型オーステナイト系ステンレス鋼をベースに Mn 含有量を1～10%まで変化させた5種類の溶製材（Ni 当量24.1～33.5%）を用い、水素脆化の評価は予め30 MPa 水素中、473K で250 時間水素チャージした材料の内部可逆水素脆化

(IRHE)挙動を調べました。また、Ni含有量の影響検討材として、316型オーステナイト系ステンレス鋼をベースにNi含有量を10~15%まで変化させた6種類の溶製材(Ni当量24.2~29.2%)を用い、70MPa水素ガス中における水素ガス脆化(HGE)を $4.2 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$ の歪み速度でSSRT試験により調べました。また、MFMを用いて塑性変形させたSUS304ステンレス鋼の歪み誘起マルテンサイトの観察も併せて行いました。

その結果、Mn含有量の影響検討材では、IRHEはNi当量の増加と共に減少しました。Ni当量28%以上では平成19年度に調べたHGEに較べてIRHEに水素の影響が大きくなりました。また、Mnを含有した316型ステンレス鋼では、従来HGEが認められない30%を超えるNi当量においても水素の影響が認められました。これは $\delta$ フェライトの影響と考えられます。破面観察においては、HGEとIRHEの破面形態に大きな差異は認められず、双晶境界に関連すると考えられる平滑な破面や脆性的な粒内破面の混在した破面でした。

Ni含有量の影響検討材では、HGEはNi当量の増加と共に減少し、Ni当量28%以上では水素の影響は認められませんでした。また、HGEの破面は、双晶境界に関連すると考えられる平滑な破面や脆性的な粒内破面の混在した破面でありました。さらに、塑性変形を与えた試験片のMFMによる観察により、歪み誘起マルテンサイトを画像として観察することが出来ました。今後、破面上の歪み誘起マルテンサイトの観察に適用していきたいと思います。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】データベース、金属材料、引張性質、高圧水素、高圧水素脆化、内部可逆水素脆化

【研究題目】金属光造形複合加工法の高度化による医療機器製品への適応製造技術の開発

【研究代表者】寺岡 啓 (先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】寺岡 啓 (常勤職員1名)

【研究内容】

新設計のリン酸カルシウムコーティングゾル(CPゾル)による、チタン造形物表面被覆を試みた。該ゾルは、チタン造形物の表面凹凸によく侵入し、流れ落ちることなく、乾燥することによりリン酸カルシウムをチタン表面に残す設計である(つまり、除去しきれないリン酸カルシウム汚れをチタン表面に残す作戦)。

本件コーティング対象造形物は、松浦機械が松本歯科大学の要請に応じて造形したリベット形状造形物を使用した。CPゾルは、所定のリン酸源とカルシウム源の混合により調製した。

リン酸カルシウム被膜形成は、チタン造形物をCPゾルに浸漬し、超音波により造形物表面の凹凸へのCPゾル侵入を促した後、乾燥することにより行った。

CPゾルにより得られたリン酸カルシウム膜は、洗浄、スクラッチにも耐えるものであり、かつテープテストにおいても表面に浮いたCPゾル乾燥物が脱落することとどまったことから、過年度結果との比較的に強固にチタン造形物表面に拘束されていると考えられた(コーティングとチタンの結合様式は不明であるので“拘束”という表現を使った)。得られた膜は、CPゾルのみの乾燥物のXRDパターンからDCPDと推定された。DCPDの骨伝導材料としての資質は明確ではないが、DCPDは水熱処理により骨伝導材料として妥当と考えられる水酸アパタイトに転移することができるので、本方法で得られる膜はチタン造形物のコーティング方法として有望である。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】チタン粉末積層造形、インプラント

【研究題目】薄肉複雑形状で強度・放熱性・耐候性に優れた成型品の開発～半凝固材に最適化した成型法の開発～

【研究代表者】三輪 謙治

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】三輪 謙治、田村 卓也、尾村 直紀、李明軍、村上 雄一朗

(常勤職員5名)

【研究内容】

目標及び研究計画：

電機製品分野、情報機器分野のアルミ筐体において、一般ダイカスト法並みの薄肉複雑形状と、強度、放熱性、耐候性などの特性を両立させるニーズは数多いが、従来成型法ではこの両立をなし得ていない。本研究開発における成型法においては、強度、放熱性、耐候性などの特性を確保するために、成型材としてダイカスト合金や鋳造用合金ではなく、展伸・加工用合金を利用する。展伸・加工用合金は、ダイカスト合金、鋳造用合金と比べて融点が高く、凝固収縮量が大きいいため、単純に一般ダイカスト成型にて使用した場合には金型の焼付きや鋳巣の発生などの問題が生じる。そこで、本研究開発では焼き付きや鋳巣の発生を防ぐセミソリッド材の特性を利用しつつ材料の流動性の低下の影響を最小化させた成型法を実現することにより、薄肉複雑形状を得る。

本年度は、ヒートシンク材をテストピースとして、展伸材アルミニウム合金を用いて種々の条件で成形されたテストピースの組織評価を詳細に行った。その結果、ボス部の固相率の低下等が明らかになり、成形性改善のための固相率や固相粒径の制御の必要性等を明らかにした。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー

【キーワード】半凝固、ダイカスト、アルミニウム合金、耐候性、放熱性、高強度

**〔研究題目〕 振動プロセスによる高品質、高強度、高信頼性自動車用アルミニウム部品創製技術の開発**

**〔研究代表者〕** 三輪 謙治

(サステナブルマテリアル研究部門)

**〔研究担当者〕** 三輪 謙治、田村 卓也、尾村 直紀、  
李 明軍、村上 雄一郎

(常勤職員5名)

**〔研究内容〕**

目標及び研究計画：

本研究開発では、自動車産業における車体の軽量化ニーズに対応するため、鉄系材料を軽量金属であるアルミニウムに置き換え可能な鑄造技術を開発する。具体的には、溶融・凝固途中のアルミニウム合金に振動を付与することにより結晶粒を微細化して、高品質、高強度、高信頼性の自動車用アルミニウム部品を、低コストで創製するための新たなダイカストおよび金型鑄造に関する鑄造技術を開発する。

本年度は、アルミニウム合金の組織微細化に及ぼす各種振動方式の振動条件の影響を明らかにすることを目指し、①簡易型を用いた機械的振動付与に関する基礎研究と、②機械的振動付与装置を装備した実機サイズの鑄造設備によるテストピース金型を用いて研究開発を行なった。その結果、振動付与により金型の転写性が向上し、マクロ組織が微細となり、機械的性質が向上した。これらの諸特性は振動数、金型温度、製品の肉厚、重量により、影響が異なった。製品の冷却速度を測定した結果、振動付与により冷却速度が速くなった。また、金型温度が上昇した。

**〔分野名〕** ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー

**〔キーワード〕** 機械振動、組織微細化、アルミニウム合金、固液共存状態、比重、高強度、金型転写性、金型冷却速度

**〔研究題目〕 鉛フリー銅合金の減圧凍結システムによる低コストで無公害な鑄造技術の開発**

**〔研究代表者〕** 小林 慶三

(サステナブルマテリアル研究部門)

**〔研究担当者〕** 小林 慶三、多田 周二、西尾 敏幸、  
中山 博行、(常勤職員4名)

**〔研究内容〕**

本研究開発は、わが国の中小鑄造工場が抱えている製造時の環境問題(3K)および国際的な銅合金鑄造材の鉛フリー化要求に対応するための技術開発を行うものである。すなわち、鉛の代わりにビスマスを追加した青銅合金鑄物(CAC902)を凍結鑄型によって鑄造し、機械的性質の向上により製品の薄肉化を促進して材料歩留まりの向上を目指すものである。

本年度は、凍結鑄型鑄造プロセスの適用対象を拡大す

るため、前年度に実施したボールバルブに加え、形状がやや複雑なメーターケースについても薄肉化の検討を行った。前年度に導入した鑄造シミュレーション装置を活用し凍結鑄型鑄造プロセスにおける方案の最適化を行った結果、製品の重さを20%以上軽量化することに成功し不良率を大幅に低減させることができた。このとき、凍結鑄型で鑄造した青銅鑄物の鑄肌は、従来の生型で鑄造した場合と比べて粗くなる傾向を示したが、前年度の研究において鑄型の強度改善に有効であることを見出したコロイダル粒子の添加が鑄肌品質の改善にも効果的であることを確認した。また、CAC902の機械的性質に及ぼす鑄造条件について調べた結果、ビスマスを含む青銅合金は、溶湯中に混入したガスの影響によって微細な鑄造欠陥が発生し易くなる傾向のあることが示された。そこで、溶湯の清浄度を改善する脱ガス処理を追加したところ、機械的特性を改善できることが明らかとなった。一方、凍結鑄型の急冷効果だけではビスマス系鉛フリー青銅合金の組織を十分微細化することができなかった。これは、鉛を含んだ青銅とビスマス系青銅との凝固形態の違いによるものと考えられる。そこで、微量な添加元素による組織微細化の効果について検討し、CAC902の組織微細化に有効な材料を見出した。今後、凍結鑄型における伝熱機構を解明して鑄物の冷却速度を加速し、この組織微細化剤と併用することによって、CAC902鑄造材の機械的性質をさらに向上できるものと期待している。

**〔分野名〕** ナノテクノロジー・材料・製造

**〔キーワード〕** 鉛フリー銅合金、凍結鑄型、青銅合金、環境、ビスマス、シミュレーション

**〔研究題目〕 温・熱間鍛造用高耐久性金型材料の開発**

**〔研究代表者〕** 尾崎 公洋

(サステナブルマテリアル研究部門)

**〔研究担当者〕** 尾崎 公洋、多田 周二、小林 慶三  
(常勤職員3名)

**〔研究内容〕**

研究課題項目のうち、合金素材の設計・開発においては、WC-FeAl 超硬合金の焼結後に現れる微小生成物について詳細に調べ、 $Al_2O_3$ であることを明らかにした。さらに、この元となる酸素の供給源が使用したFe粉末であることを明らかにし、適正な粉末粒径を見いだした。ニアネット焼結技術の開発においては、トラベリングゾーンシンタリング法をWC-FeAlに適用することで、長尺物あるいはパイプ状の焼結体を作製できることを明らかにした。大型成形体の作製においては、焼結条件などの検討を行い、本プロジェクトの目標である直径140mmの焼結体を作製することが可能となった。高温物性の評価においては、作製した金型を実際の現場に持ち込み、製造に使用している機械によって熱間鍛造試験を行い、高温下での鍛造における評価を行った。その結果を、合金設計にフィードバックし、従来比で強度



1.2倍、靱性1.9倍の WC-FeAl 超硬合金の作製に成功した。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 超硬合金、FeAl 金属間化合物、通電焼結

〔研究題目〕 ジャガイモそうか病の遺伝子診断に基づく新規防除システムの開発

〔研究代表者〕 鎌形 洋一

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 鎌形 洋一、星野 保、清水 えり、  
牧野 彩花 (常勤職員2名、他2名)

〔研究内容〕

北海道における重要病害であるジャガイモそうか病の発症抑制効果の高い糸状菌の有用性評価を目的とし、実際のフィールドに類似し、かつフィールドの環境変動および今年度の圃場試験結果から推定される問題点を軽減した環境を人工気象室内に再現し、再現性の優れた結果を得る目的でポット試験を実施した。また、並行して拮抗微生物候補菌株の効果的かつ実用的な種イモへの接種方法の条件検討などを行った。拮抗微生物候補菌株の種イモ接種の際、その付着量が多いほど、良好な試験結果が予想できる。このため、従来実施していた拮抗微生物候補菌株培養物を水に懸濁し、種イモ表面に付着させる方法に加えて、農薬などを散布する際に散布対象への付着をより容易にするために用いられる薬剤、展着剤として既に農薬に利用されている2種を用いて、その効果を検証した。天然成分を利用した展着剤使用では、処理直後の菌数が水のみの場合の約400倍、合成高分子展着剤使用の場合の約60倍であった。さらに研究を進める過程で土壌中のそうか病菌胞子が感染源として、重要な役割を担っていることが推定された。このため、そうか病菌を純粋培養することにより、耐久体である胞子を調整し、胞子から病原性に関与する遺伝子の定量を試みた。これら得られた結果を通して、次年度の圃場栽培時により実用的効果の見込まれる微生物資材の開発に必要な基礎的知見を得た。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子診断、生物防除、土壌病害、植物病理

〔研究題目〕 道産ワイン製造残渣を用いたメタボリック症候群予防食品の開発

〔研究代表者〕 扇谷 悟

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 奥澤 亜美 (ゲノムファクトリー研究部門) (常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

研究目標：

本研究では、ワイン製造残渣中のメタボリック症候群

予防成分についてレポーターアッセイを用いた昨日評価を行うことにより、ワイン製造残渣の付加価値向上による新規機能性食品の開発に資することを目標とした。

研究計画：

1. ワイン製造残渣中のメタボリック症候群予防成分について、培養細胞を用いたレポーターアッセイを用いて分析し、ワイン残渣の処理方法ならびにワイン残渣から製造された試作品の機能性評価を行う。
2. ワイン製造残渣成分を分離した精製物について機能性評価を行い、有効成分の同定を進める。

研究成果：

地域コンソーシアムの連携企業と共同して、上記研究計画について実験を行い、産総研は機能性評価を担当した。連携組織は、ワイン残渣の調製、ワイン残渣を用いた試作品の作成および製品としての完成度評価、ならびにワイン残渣に含まれる化学物質の分離を担当したが、産総研ではこれらの組織において作られた試作品/サンプル/精製化学物質について、核内受容体とルシフェラーゼによるレポーターアッセイを行い、機能性成分をより多く含むためのワイン残渣の処理方法について提言した。また、ワイン残渣に含まれる精製化学物質の分析では、クロマトグラフィーにより分離した化学成分それぞれについて機能性試験を行い、もっとも活性が高い画分を同定した。同画分に含まれる化学物質の構造については連携組織において同定された。

また、ワイン残渣を用いた試作品については、機能性評価を行ったが、いずれの製品にもあまり高い活性が見られなかったか、あるいは試作品の科学的性状により、機能性試験ができなかった。

ワイン残渣はワイン製造後の産業廃棄物として処理されていたが、今回の研究によりメタボリック症候群予防成分が含まれていることが明らかにされ、またその機能性を損なわないための前処理方法を提言できた。今後、活性が薄まることのない製品開発が連携企業によって進められる予定である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 機能性食品、ワイン、レポーターアッセイ、核内受容体

〔研究題目〕 小型 MEMS ジャイロの性能評価方法の標準化に関する調査研究

〔研究代表者〕 梅田 章 (計測標準研究部門)

〔研究担当者〕 梅田 章 (常勤職員1名)

〔研究内容〕

慣性センサの感度をマトリックスで表す手法をすでに提案しており、装置として三軸三自由度振動台を導入し、三軸六自由度振動台は以前より開発中である。二台の装置は、ジャイロの国際規格開発のためのラウンドロビン実験に、不可欠である。

三軸三自由度振動台は、直線アクチュエータを組み合

わせて、直交座標軸内での任意方向の正弦波振動加速度、ランダム振動、衝撃振動を生成することができる。一方、三軸六自由度の振動台では、六個の直線アクチュエータを組み合わせたオフセット配置にすることで、併進運動と回転運動を生成できる。対向する直線アクチュエータの逆相運動により、角振動が生成される。現在、六台のレーザ振動計により、直線運動のみならずその中の角振動成分を検証することもできるが、角振動の測定装置は設置されていなかった。

角度振動測定装置は別途予算により三台導入された。合計4台の角度振動測定装置のうち、三台を三軸六自由度振動台用の計測装置として配置し、一台を三軸三自由度振動台+回転テーブル装置の角度振動計測装置として配置する。三軸三自由度の振動台には、三台のレーザ振動計が配置されるので、三軸六自由度振動台の回転中心のぶれ評価と4次元空間での慣性センサの評価が可能になる。

今後の開発課題は、①評価装置の性能を評価すること、②PSD方式の角度振動測定装置の動的性能を明らかにすること、③一軸ジャイロ、多軸ジャイロの静的特性を計測し、ジャイロ委員会のラウンドロビン実験結果と付き合わせる。④ジャイロの動的感度をマトリックスの形式で導く計測を行うこと。⑤国際規格文案作成を進めること、である。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 マイクロマシンセンター、角度振動測定装置、ジャイロ

【研究題目】 徳島県産未利用徳島すぎを用いたハイブリッド木質材料の開発

【研究代表者】 金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行  
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

これまでの未利用木質材料の有効利用技術として、木ブラ成形(木粉とプラスチック混合原料押し出し成形)があるが、プラスチックの混合割合が高いため、高コストという問題があった。また、吸脱湿による寸法変化や耐候性についての検討は不十分である。さらに、木材独特の風合い(木目意匠)、軽量かつ釘打ち可能という特性が失われることも問題である。一方、表面を薄い非透湿性シートでラッピングする技術では、原料に「抜け節」や加工による割れや欠けが無いことが必要である。

そこで本研究開発では、木質心材の周囲に樹脂を圧入被覆する技術開発に取り組んだ。これにより従来技術の問題点は解決可能であるが、加工時に加わる熱によって木質心材の含有水分の蒸散や温度履歴に起因する割れや変形が発生する。

共同研究体に含まれる産総研では、徳島県産すぎを原

料として作製されたプラスチック被覆木質材料(ハイブリッド木質材料)について、木質材料とプラスチックとの被覆強度を検討した。予め乾燥や調湿、煮沸処理を施したハイブリッド木質材料に対して、引張方式の剥離試験を行って剥離強度を評価した。さらに、木質材料とプラスチックとの剥離が生じた箇所における観察を行った。

これらの結果を製造条件に反映することによって、高品質なハイブリッド木質材料の開発に貢献した。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 スギ、樹脂、ハイブリッド

【研究題目】 沖縄産材を用いた高機能性木材に関する研究開発

【研究代表者】 金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行  
(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

沖縄県は日本で唯一の亜熱帯性海洋気候に属するため、内地に比較すると、植物の種類が異なるとともに固有の種類が多く存在する。量的に多いのはリュウキュウマツであるが、「そり」や「曲がり」が多く利用促進の妨げとなっている。また、そこで、圧密加工を利用して変形修正や形状付与を行うとともに、同時に高強度化することで付加価値を高める技術開発に取り組んだ。さらに、薬液注入による着色(染色)や、高強度化による高付加価値化も検討した。具体的には、沖縄県産材に対して本技術を適用することにより、沖縄の伝統楽器・三線の主要原料であり近年入手が困難となってきた八重山コクタンの代替材料を完成させることを目的とするものである。また、その成果を基に楽器類、建材類、家具類などの他、自動車内装や携帯電話のケーシングなど付加価値を高めた二次製品への展開が今後期待される。

共同研究体に含まれる産総研では、①染色剤注入に関する基礎的検討、②各種機械的特性の評価、検討を行った。具体的には、①については、染色剤を木材中に注入するための温度ならびに圧力スケジュールについて、早・晩材、心・辺等、組織構造を考慮に入れた条件の最適化を行った。②については、リュウキュウマツ、および化学処理を行った試験片の機械的特性の調査をそれぞれ行い、現在、三線に用いられている八重山コクタンの機械的特性との比較を行うことにより、三線に適した処理条件についての検討を行った。その結果、八重山コクタンの振動特性に類似する圧密条件およびフェノール含浸条件を見出し、代替材としての有効性を明らかとした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 圧密加工、リュウキュウマツ、薬液注入

【研究題目】 無償譲渡に伴う同財産の使用状況の確認並びにNEDOへの報告等

〔研究代表者〕 菱川 善博（太陽光発電研究センター）

〔研究担当者〕 菱川 善博、大谷 謙仁、高島 工  
（常勤職員3名）

〔研究内容〕

タイ国バンコク市の国立研究機関 NSTDA（National Science and Technology Development Agency）に無償譲渡され、NSTDA 内の SOLARTEC（Institute of Solar Technology Development）から、同市郊外の PTEC（Electrical and Electronic Products Testing Center）に移設された太陽電池屋外測定システムで計測された屋外気象データ（太陽電池の IV 特性等のデータの解析に関する状況の確認および NEDO への報告等）に関する技術支援を実施した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 太陽電池

〔研究題目〕 東京湾における二酸化炭素地中貯留可能性再評価検討

〔研究代表者〕 當舎 利行（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 當舎 利行、丸井 敦尚、西 祐司、石戸 恒雄、宮越 昭暢、伊藤 成輝、吉澤 拓也、越谷 賢  
（常勤職員5名、他3名）

〔研究内容〕

我が国における帯水層を対象とした二酸化炭素地中貯留の基礎資料として、大規模二酸化炭素排出源集中域近傍の東京湾地域において、地質構造及び水理地質構造を精査し、概算の貯留可能性について容積係数を見直し再評価した。東京湾域の新生代堆積岩類分布域を想定し、地質構造・水理構造等をコンパイルしたモデルを作成し、国本層最下部の比較的厚い泥勝ち層を遮蔽層とした場合、梅ヶ瀬・大田代及び黄和田の各層の調査域内の CO<sub>2</sub> 概算貯留可能性を試算した。

また、二酸化炭素をこの地域に地中貯留すると仮定した場合の簡単な数値シミュレーションを実施し、貯留層内の CO<sub>2</sub> の分布・状態等を推定し、東京湾に分布するガス田への影響も併せて検討した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 二酸化炭素地中貯留、帯水層、水溶性天然ガス田

〔研究題目〕 間欠故障の自己診断機能をもつ6軸力覚センサ

〔研究代表者〕 山田 陽滋（知能システム研究部門）

〔研究担当者〕 平井 成興、山田 陽滋、木村 稔、李 秀雄、樋口 克己（ニッタ株）、阿部 暁（ニッタ株）、木元 省吾（ニッタ株）（常勤職員1名、他6名）

〔研究内容〕

本研究では、6軸力覚センサの機能的安全の観点から

みた高信頼化を達成するため、ノイズに起因するセンサの間欠故障に対しても、正常にはたらく自己診断機能をセンサに搭載することを目的とした。上記の目的のために、単体の6軸力覚センサの構造の中に、ひずみゲージ式と静電容量式の2種類のトランスデューサを搭載し、さらに後続の回路として、機能安全の概念に基づいたフェイルセーフな信号処理回路を開発し、最も高い安全度水準（SIL）の認証を受けているバスインターフェイスへの接続を行い、最終的にセンサとしての性能と間欠故障診断機能の評価を行った。

研究計画3年度（最終年度）の成果をより具体的に示すと、まず、最終トランスデューサの配置・形状として、静電容量式センサ側温度補償用のダミー電極を設計したほか、メカニカルストップ機構を設けた。つぎに、同静電容量式センサ回路として、アナログ移相回路を用いた温度補償パルス遅延回路を新たに開発した。これは、センサの性能としては、計画2年度報告結果よりやや劣ったものの、静電容量の変化に伴う微小なアナログ電圧変化を直接高分解能なデジタル回路に変換できる点で、従来の C-V 変換回路と比較して、高性能かつ廉価性が見込まれるものである。さらに、開発を終えたフェイルセーフ・アナログゲート回路の安全度水準評価を実施した。これは、機能安全に関するグループ規格 IEC-61508に準拠して、安全要求に対する失敗確率および安全側故障率比から SIL を評価するもので、動作温度 75℃までの条件下で SIL3相当との評価結果を得た。その後、国際的な安全認証機関に同回路の安全度水準妥当性の指導を受け、上記評価に対する良好な鑑定を受けたが、電源等周辺回路の評価も同等に不可欠との指摘を受けた。

最終的に、上記回路をこれまで開発してきた異種2重系の6軸力覚センサに接続し、さらに、回路の出力をアプリケーション側のコンピュータに機能安全の観点から信頼性高く転送するための通信システムとして採用した TTP/C に接続し、実験により力覚センサ側とアプリケーション側それぞれのノードの間で TTP/C によるデータ通信が適切に行われていることが確認できた。以上から、自己診断機能をもつ6軸力覚センサが、システムとして当初の研究目的を果たすことが検証された。

〔分野名〕 情報通信・エレクトロニクス

〔キーワード〕 6軸力覚センサ、静電容量式、機能安全、自己診断機能、安全度水準

〔研究題目〕 枠組壁工法における実需型高性能床遮音工法の開発のための「うるささ」評価法の開発

〔研究代表者〕 佐藤 洋（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 佐藤 洋、倉片 憲治、柳 宗寛  
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

本研究の目的は、床衝撃音に対する日常的な衝撃音の範囲を想定した現実的な評価と設計の考え方を提案することである。まず、飛びはね音、バングマシンによる床衝撃音、及び落下高さを変化させたゴムボールの床衝撃音を実測し、バングマシン及びゴムボールの衝撃音と飛びはね音との関係を求めた。次に、主観的評価により「気になる程度」と床衝撃音の大きさの対応を求め、主観的評価値と対応の良い物理指標を提案した。具体的には、どの程度の割合で「気にならない」あるいは「大変気になる」についての情報があれば設計のターゲットが定めやすいと考え、パーセント値でこれら2項目を表示することを提案した。例えば、「大変気になる」と感じる居住者を10%以下とする場合には提案した衝撃音評価値を55 dB以下にする、あるいは「気にならない」居住者を50%以上にするためには同評価値を60 dB以下にするなどである。これによって、設計目標値が得られる。最後に、床に対する現実的な加振力を求め、おおよそ標準化されたゴムボールを高さ0.1 mから落下させた時の加振力と一致することを明らかにした。そして、本結果と主観的評価の結果から、現実的な加振力に対する床衝撃音の低減対策が効果的であることを示した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 床衝撃音、主観評価、評価指標

【研究題目】 表面改質型焼結技術の開発

【研究代表者】 花田 幸太郎

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 花田 幸太郎、加藤 正仁

(常勤職員2名)

【研究内容】

自動車業界や電気業界では、エレクトロニクス部品の実装密度の増加やパワーデバイスの増加・高出力化にともない発熱量が増大し、放熱対策が緊急課題となっている。そこで本研究では粉末冶金技術と拡散接合一体成形技術を応用して高熱伝導・高熱伝達率の放熱基板・ヒートシンク材を開発することを目的としている。

平成20年度は、新規放熱基板に添加する SiC 粒子の不規則形状と流動性を改善し、Cu/SiC 複合焼結体の密度向上を図るため、プラズマ溶射法による SiC 粉末の球状化を行った。また、絶縁基板と放熱基板の一体成形技術を確立するため、予備的な AlN 基板と Cu 基板の接合基礎実験を行った。

SiC 球状化実験では、Ar-He-H<sub>2</sub>プラズマ処理装置を用い、市販 SiC 粉末 (約100 μm、50 μm)、高純度 SiC 粉末 (約5 μm) の球状化を試みた結果、約5 μm および50 μm の SiC 粉末はプラズマ電流の増加と共に溶解率と球状化率は増加したが、約100 μm 以上の粒径ではほとんど溶解しないことが明らかになった。以上の結果を考慮して、プラズマ処理した市販 SiC 砥粒 (約50 μm) および高純度 SiC 粉末 (約5 μm) を Cu 粉末

と混合した後、通電加熱焼結により Cu-SiC 放熱基板を作製して、機械的特性、放熱特性等について評価し、良好な結果が得られた。

次に、接合実験では、通電加熱により AlN 基板と Cu 基板を600°C、50 MPa の条件で拡散接合 (①AlN (スクラッチ無) /Cu、②AlN (スクラッチ有) /Cu、③AlN/ナノ Cu/Cu、④AlN/Al/Cu) を試みた。AlN 基板と Cu 基板は直接接合することはできたが、さらに接合面をスクラッチすることにより Cu 基板の塑性変形を抑制し、接合強度を改善することができた。一方、中間層としてナノ Cu、Al 箔を用いた場合、AlN 基板に割れが生じることが明らかとなった。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 粉末冶金、ネットシェイプ、放熱基材

【研究題目】 可視光応答型光触媒のラウンドロビンテスト用標準試料の作成・ベンチマークテストおよび性能に及ぼす光源の効果の検討 (流通式)

【研究代表者】 松沢 貞夫 (環境管理技術研究部門)

【研究担当者】 松沢 貞夫、佐野 泰三、根岸 信彰、竹内 浩士 (常勤職員4名)

【研究内容】

平成18年度から開始された「可視光応答型光触媒の性能評価試験方法に関する標準化調査事業」では、NO<sub>x</sub>、アセトアルデヒド、トルエン、ホルムアルデヒド等を試験用ガスとする可視光応答型光触媒の分解・除去性能試験方法を開発している。これまで性能評価試験で用いる標準試料が存在しなかったため、標準試料の作製方法および保管方法を検討し、ベンチマークテストを行った上で上記事業の各 WG に標準試料とその基礎データを提供した。また、異なる光源で得られる結果の比較方法を検討するための試験を実施した。蛍光灯ランプ (4種)、ハロゲンランプ、LED ライト等を用いると、光源によって異なるトルエン除去率を示した。光源のスペクトル、フィルターの透過率、比視感度曲線を元にして6000 Lxで照射される光子数から見積もられた光子数 (ある波長まで) とトルエン除去速度の間に相関が見られ、異なる光源を用いたときの除去量の推定に利用できると考えられた。蛍光灯 (白色) は平均的な光子数を光触媒に照射することができ、平均的なトルエン除去速度を得ることができたことから、標準光源として適当であると考えられた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 酸化チタン光触媒、標準化、可視光応答型光触媒、アセトアルデヒド、窒素酸化物

【研究題目】 測位用擬似時計技術開発

【研究代表者】 岩田 敏彰 (エネルギー技術研究部門)

〔研究担当者〕 村上 寛、今江 理人、鈴山 智也、  
岩崎 晃、福島 聡、松沢 孝、  
福井 政人、高橋 靖宏、橋部 雄志、  
大高 麻衣子（常勤職員4名、他7名）

〔研究内容〕

測位を目的とした平成22年度打ち上げ予定の準天頂衛星で、搭載される原子時計に代わり、低コストで管理が容易な水晶発振器を搭載し、地上局に置いた原子時計を用いてその時刻情報を送信することにより衛星の時刻管理を行う手法に関する研究を実施している。平成20年度は停波中の電圧制御アルゴリズムとフィードバックに用いる測位信号の組み合わせの優先度を検討した。その結果、測位信号の組み合わせとして L1CD/L5Q の組み合わせがもっとも誤差を小さくできる可能性があることを示した。また、地上局（主局・副局）の擬似時計地上装置および外部機関の装置とのインターフェースを実現するための地上局統合ソフトウェアを製作し、外部機関の機器との各種噛み合わせ試験を実施し、大きな問題がないことを確認した。仰角の低い（8度）Intelsat-4を用いた擬似時計確認実験について、フィードバックを含む実験を実施した。その結果、2 ns 以下の同期精度が得られたが、降雨減衰の影響が大きいことがわかった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 測位衛星、時刻同期、原子時計

〔研究題目〕 アルミニウムスクラップ溶解炉からの  
POPs 排出抑制方法に関するフィジビ  
リティスタディ

〔研究代表者〕 竹内 正雄（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 土屋 健太郎、浮須 祐二、畑中 健志、  
北島 暁雄、小野 みき子  
（常勤職員4名、他1名）

〔研究内容〕

国際条約に基づく非意図的生成 POPs の排出抑制のために、アルミニウムスクラップ溶解炉の排ガス処理最適操作条件を明らかにするための研究を行った。実際にアルミニウムを溶解する工場の排ガス流路に実験用バイパスを設け、ここに小型バグフィルターを設置した。フィルター前後での POPs 分析と関連する排ガス性状の測定、フィルター内部の温度測定などを実施した結果、ろ布温度を75℃程度以下とすることでダイオキシン類除去率は90%以上となり、POPs 条約の目標値を達成できる見通しが得られた。また、ヘキサクロロベンゼン（HCBz）の除去には、ろ布温度を40℃以下とするか、活性炭吹き込み等を併用する必要があることもわかった。その他、アルカリ水吹き込みはダイオキシン類について、活性炭吹き込みは PCB、HCBz について特に効果があった。

従来、廃棄物焼却炉ではバグフィルター入口温度を180℃以下とすることで、効果的なダイオキシン類除去

が可能であることが知られているが、この結果から、少なくともアルミニウムスクラップ溶解炉では、それよりもはるかに低い温度を設定しなければ効果的な除去が出来ないことが明らかになった。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 POPs、アルミニウム溶解炉、バグフィルター、除去効率

〔研究題目〕 軌道上液体収容容器内の液体残量計測に  
関する研究

〔研究代表者〕 西津 貴久（岐阜大学）

〔研究担当者〕 中納 暁洋、西津 貴久、山下 智輝  
（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

軌道間輸送機に液体推進剤を供給するための燃料ステーションを軌道上に設置することは、将来の宇宙輸送インフラストラクチャを構築する上で必要不可欠である。そこで重要となるのが微小重力下での液体管理技術である。重力が働かないこのような状況下では液量計測という基本的な作業でさえ困難になる。本研究の目的はヘルムホルツ共鳴現象を利用した微小重力下で有効な液量計測装置を開発することにある。軌道上に設置される液体収容タンクには微小重力下で液体を制御するための Propellant Management Device (PMD) と呼ばれる装置が組み込まれる。これは表面張力を利用して液体をタンク出口に誘導する装置である。このような装置が組み込まれたタンクでの液量計測では液量の動的変化に対応可能なものでなければならない。平成20年6月10日、11日の両日、東京大学の落下塔施設を使用して微小重力実験を行い表面張力駆動流に関する基礎的知見を得た。その結果を基に最終的な航空機実験用セルの設計・製作を行い、平成20年8月19日から31日にかけて愛知県豊山町のダイヤモンドエアーサービス株式会社において航空機実験を実施した。航空機のフリースペースを活用して実験セルを完全に浮遊させたことにより、G ジッターの影響を最小限に抑え良好な表面張力駆動流を発現させることができた。これによりヘルムホルツ共鳴現象を利用した本液量計測法が液量の動的変化に対し十分対応可能であることが確認できた。最終年度である本年度も計画通り研究を進め期待した成果を得ることができた。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 液量計測、ヘルムホルツ共鳴、微小重力

〔研究題目〕 装置内ネットワークの省配線化技術に関  
する研究

〔研究代表者〕 河西 勇二（情報技術研究部門）

〔研究担当者〕 河西 勇二、村川 正宏、樋口 哲也、  
佐藤 洋一、佐藤 文明  
（常勤職員3名、他2名）

〔研究内容〕

本研究は、産業機器内の多数のセンサーやアクチュエーター等と制御装置を1本のケーブルで接続するシリアルバス通信システムを開発し、産業機器内の配線総数を削減する省配線化に資することを目的とする。

開発したシリアルバス通信システムでは、実時間性と頑健性（ロバスト性）を強化したシンプルな通信プロトコルを採用したことにより、きわめてノイズに強い通信を実現した。試作したシステムでは、仮にシリアルバスの信号をかき消すような強力なノイズが入っても、瞬間的なノイズであればノイズの直後から直ちに通信が可能となり、また通信が中断するようなノイズの場合でもノイズの解消後0.3 ms 以内に通信が再開可能となった。また、高速で実時間性の高い通信（通信遅延が0.2 ms 以下、通信速度2 Mbps）を実現した。

このシステムは、安価な汎用の電子部品だけでインターフェースを構成することで、従来のシステムに比べ、製造に係る経費を1/5から1/10に軽減できた。また、シリアルバス通信システムの導入に当たっては、産業機器で使用する制御プログラムの変更が不要である。これにより、従来のものより安価なシステム構成となり実用性を大幅に向上させた。

開発したシステムを半導体チップ部品出荷検査装置に組み込んで評価実験を行い、シリアルバスによる高速通信動作に成功し、開発した技術の有効性を確認した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】シリアルバス、通信プロトコル、産業機器、省配線、センサーネットワーク、実時間性、実用性

【研究題目】付属データベースのデータ修正とソフトウェア更新作業

【研究代表者】田原 聖隆（安全科学研究部門）

【研究担当者】田原 聖隆、稲葉 敦、玄地 裕、本下 晶晴、井原 智彦、河尻 耕太郎、小林 光雄、高田 亜佐子（常勤職員6名、他2名）

【研究内容】

AIST-LCA Ver. 4 (JEMAI-LCA Pro) に搭載されている環境影響評価手法 LIME は、2つの環境影響領域を加え、また統合化係数を見直し、新バージョンの LIME2 となった。ソフトウェアにも新バージョン LIME2 を搭載する必要があるため、Ver. 4 をバージョンアップし、Ver. 5 を開発した。ソフトのバージョンアップに伴い、ソフトの新機能も搭載した。具体的には LCA の実施の時に複数シナリオを比較できるようにし、簡易データ品質評価結果を各データで確認できるようにした。また、ISO14040、14044 の発行に伴い、LCA 報告書のフォーマットが修正された。ソフトウェアには自動に報告書の作成する機能があるが、報告書自動作成に使用するフォーマットを見直した。

上記に加えて、一部のデータの見直しを実施した。特に電力データに関しては最新データにしておく必要があり、最新の2007年度の電力データを作成した。これまでの送電端基準で作成されていたデータを受電端基準に変更し、より使用者に使いやすいものにした。新しい年度の電力データを作成したことにより、ソフトウェア機能として、3カ年分の電力データを自由に選択できるようにした。これは、製造段階等に使用されているすべての電力が選択する年度に変更されるので、整合性を確保した、多様な分析に対応できるようになった。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】LCA、ソフトウェア、インベントリデータ

【研究題目】バイオマス由来溶媒を用いた使用済み電気電子機器からの資源回収とコークス炉原料化

【研究代表者】加茂 徹（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】加茂 徹（常勤職員1名）

【研究内容】

電気電子機器には貴金属の他に電子製品を製造する上で不可欠な希少金属等も多く含まれており、使用済み電気電子機器から有用資源を分離回収することは今後の重要な課題である。エポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂は加熱しても大部分が固体残渣となるため、これまで再生利用することは困難であった。提案者らは最近、杉の乾留タール中でエポキシ樹脂を加熱処理すると常圧下で可溶化できることを見出し、特許を出願した。本研究ではこの新しい知見に基づき、使用済みの電気電子機器や FRP 廃材から金や希少金属等の有用な資源を分離回収すると共に、製鉄で製品の品質を著しく低下させる銅等の共存物質を除去し、有機成分をコークス炉化学原料化法の原料として利用する技術を開発する。2008年度では、杉を有機溶媒中で共熱分解することにより、杉から得られる重質タールの収率を80%以上に増加させると共に、エポキシ樹脂の可溶化率を90%以上に向上させることに成功し、特許を出願した。今後、エポキシ樹脂を可溶化させた重質タールを分解改質し、軽質成分を杉の可溶化に適した循環溶媒として利用し、重質成分をコークス炉用原料とするための可溶化処理条件や分解改質条件を検討する。本研究ではバイオマスを単にエネルギー源として利用するのではなく、その化学構造を利用して化学原料化するもので、バイオマスの高度利用技術の開発を目指している。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】リサイクル、可溶化、廃電子機器、熱硬化性樹脂、バイオマス、コークス

【研究題目】インターカレーションによる硫化物薄膜の熱電性能向上

〔研究代表者〕太田 道広（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕太田 道広（常勤職員1名）

〔研究内容〕

近年、新規熱電変換材料として、スクッテルダイト化合物やクラスレート化合物など、ナノ空間を有する物質が注目を浴びている。ナノ空間を有する物質に、ゲストイオンやブロックを挿入（インターカレーション）することで熱伝導率が抑制でき、その結果、熱電変換特性を向上させることができる。そこで、本研究では、優れた熱電変換特性を実現するために、大きなナノ空間を有している  $\text{TiS}_2$  または  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  を基本構造に選び、ゲストイオンやブロックを挿入した化合物を作製することを目的とした。本年度は、まず、薄膜作製のためのターゲットとして、それらのバルク体を作製することを試みた。

$\text{TiS}_2$  は層状構造を有しており、その層間に遷移金属と硫黄からなる MS ブロックを挿入することができる。本年度は、MS に SrS と LaS を選択して、その合成方法を確立させた。まず、初めに、対応する複合酸化物（ $\text{SrTiO}_3$  と  $\text{La}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ ）の粉末を準備し、次に、それらを  $\text{CS}_2$  ガスで硫化することで、目的としている  $\text{SrTiS}_3$  と  $\text{LaTiS}_3$  の粉末を合成することに成功した。

層状チタン硫化物と同じように、シェブレル相硫化物は、基本構造である  $\text{Mo}_6\text{S}_8$  クラスター層の間に、様々な金属原子 M を挿入することができる。本年度は、M に Cu を選択し、すなわち、 $\text{Cu}_x\text{Mo}_6\text{S}_8$  を作製した。 $\text{Cu}_x\text{Mo}_6\text{S}_8$  のバルク焼結体は、p 型のゼーベック係数を示した。熱電変換特性は、Cu 量を増加することで改善され、熱電性能指数（ZT）は、 $\text{Cu}_{4.0}\text{Mo}_6\text{S}_8$  のときに高温で高い値を示した。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕熱電変換、ナノ空間制御、インターカレーション、硫化反応、層状チタン硫化物、シェブレル相硫化物

〔研究題目〕広範囲3次元音響を用いた視覚障害者の聴覚空間認知訓練カリキュラムの開発

〔研究代表者〕関 喜一（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕関 喜一、岩谷 幸雄、千葉 武尊、大内 誠、棟方 哲弥、水戸部 一孝（常勤職員1名、他5名）

〔研究内容〕

本研究では、視覚障害児・者の仮想音訓練空間による安全な歩行訓練を実現するための要素技術として、GPS・地磁気センサ・ジャイロなどの広範囲測位技術を3次元音響の測位センサとして用いる新しい技術（以下「広範囲3次元音響」）を使用し、仮想音環境内で長距離の身体運動を伴う聴覚空間認知訓練を可能にする訓練環境およびカリキュラムを開発することを目的とする。

本研究により開発される訓練カリキュラムにより、仮想音環境内で長距離の身体運動を伴う聴覚空間認知訓練

が可能となる。これにより、視覚障害児・者の仮想音空間による安全な歩行訓練において、長距離歩行に伴う音環境の変化を学習する訓練が可能となる。

平成20年度は、3次元音響処理技術と GPS・地磁気センサ・ジャイロなどの広範囲測位技術をモバイル PC に実装し、訓練システムを構築した。平成21年度にデバッグを完了し、視覚障害リハビリテーションへの試験導入を予定。

〔分野名〕ライフサイエンス

〔キーワード〕視覚障害、聴覚空間認知、バーチャルリアリティ

〔研究題目〕酸素安定同位体比測定による森林生態系における炭素循環の解明

〔研究代表者〕村山 昌平（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕村山 昌平、宇佐美 哲之、渡辺 力（北海道大学）、高村 近子（技術研修生・東北大学大学院）（常勤職員1名、他3名）

〔研究内容〕

本研究では、森林生態系における炭素循環を明らかにするために、大気中  $\text{CO}_2$  の酸素安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ）の変動原因に光合成・呼吸それぞれの変動が深く関わっていることを利用して、 $\delta^{18}\text{O}$  の精密観測を基に $^{18}\text{O}$  の収支をモデル化し、タワー観測等で測定される正味の $\text{CO}_2$  交換量を光合成と呼吸に分離評価する手法の確立を図る。そのために、森林内の大気中  $\text{CO}_2$  濃度、 $\delta^{18}\text{O}$  およびその変動要因と考えられる降水、土壌水、水蒸気等の $\delta^{18}\text{O}$  の系統的観測を実施し、これらの変動メカニズムを考慮した林内各層の詳細な  $\text{CO}_2$ 、 $^{18}\text{O}$  の収支モデルを構築する。

平成20年度は、上記観測を産総研飛騨高山サイトで実施し、データを取得するとともに、これまで得られたデータの解析を行った。得られたデータから、光合成、土壌呼吸、葉呼吸に伴う、 $^{18}\text{O}$  の同位体分別の日内変動を推定した。また、観測データから、夜間の土壌呼吸、葉呼吸、および全生態系呼吸で放出される各  $\text{CO}_2$  の  $\delta^{18}\text{O}$  値を見積もった。各呼吸の  $\text{CO}_2$  に関する  $\delta^{18}\text{O}$  値の比較結果から、展葉期の晩春には、夜間の全生態系呼吸に対する葉呼吸の占める割合が、他の季節より大きく、その後、夏～秋にかけてその割合が低下し、それに伴い土壌呼吸の占める割合が増加することが推定された。このような傾向は、他の生態学的な観測結果とも定性的に矛盾しなかった。さらに、林内各層の  $\text{CO}_2$ 、 $^{18}\text{O}$  の収支をモデル化するために、既存の鉛直次元多層キャノピーモデルの高山サイトへの適用改良作業を進めた。

〔分野名〕環境・エネルギー

〔キーワード〕酸素安定同位体比、森林生態系、炭素循環、水循環、多層キャノピーモデル

**〔研究題目〕遷移金属錯体触媒を用いた水中での二酸化炭素の活性化**

〔研究代表者〕 姫田 雄一郎（イノベーション推進室）

〔研究担当者〕 姫田 雄一郎（常勤職員1名）

**〔研究内容〕**

二酸化炭素の効率的な変換技術の開発は、温室効果ガス削減の究極的な解決策の一つである。我々が開発した新奇な触媒配位子により、水中で作用する高効率な二酸化炭素の水素化触媒を見出した。本研究では、この配位子を利用して、触媒のさらなる高効率化と環境調和型の二酸化炭素の変換プロセスの開発を目指した。

平成20年度は、我々が開発した触媒の性質を詳細に調査するために、pH に依存した触媒活性、溶解性を調べた。その結果、pH によって触媒配位子の性質が異なり、酸性条件に比べてアルカリ性条件で触媒性能が、1000倍以上活性化することを明らかにした。また、弱酸性条件下、水溶性がほとんど無くなり、沈殿することがわかった。これにより、均一系触媒の回収・再利用が可能になった。この触媒の pH 依存性を利用することで、錯体触媒を用いた水中での二酸化炭素の水素化反応において、極めて高い触媒性能と触媒の回収・再利用を世界で初めて同時に実現した。また、この成果を“The Handbook of Green Chemistry”（Oxford University Press、編集者 Prof. William M. Nelson）の分担著者として、貢献した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 二酸化炭素、触媒、水

**〔研究題目〕内視鏡下手術の遠隔指導システムの研究開発**

〔研究代表者〕 山下 樹里（人間福祉医工学研究部門）

〔研究担当者〕 山下 樹里、和田 哲郎、坂根 正孝、府川 和美（常勤職員1名、他3名）

**〔研究内容〕**

目標：

本研究の目的は、手術室にいる熟練医が、遠隔地にいる若手医師に、安全に内視鏡下手術技能指導を可能とする、新しい遠隔手技指導システムを開発し、その有効性を実験的に確かめることである。

研究計画：

内視鏡下鼻内手術を対象として、筑波大学付属病院の手術室と筑波大学次世代医療研究開発・教育統合センター スキルストラボを通信路で結び、手術室にいる指導医が、ラボにいる若手医師を遠隔指導するシステムを開発する。若手医師は、指導医が手術する患者の CT 画像から作成したモデル（患者ダミー）を手術しながら、指導医の手術操作を追いかける。

年度進捗状況：

平成20年度に、産総研・筑波大の倫理委員会の承諾を得て、システムのリハーサルを実施し、患者様より実験

協力の同意書をいただいた。平成21年度中に遠隔指導実験を予定。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遠隔医療、手術支援システム、バーチャルリアリティ、低侵襲治療

**〔研究題目〕爆発影響低減化の技術基準の作成に関する研究**

〔研究代表者〕 飯田 光明（安全科学研究部門）

〔研究担当者〕 中山 良男、松村 知治、若林 邦彦、保前 友高、緒方 雄二、久保田 士郎、椎名 拓海、飯田 光明（常勤職員8名）

**〔研究内容〕**

火薬類の製造・貯蔵施設の構造等に関する爆発影響低減化の技術基準作成に資する資料及び基礎的特性の資料を取得することを目的とする。今年度は、地下式火薬庫の構造、煙火火薬庫に使用される防爆壁の補強改良技術の検討及び製造施設の爆発飛散物の影響に関する実験を行い評価する。以下に概要を示す。

1) 防爆壁補強改良実験

煙火火薬庫に使用される防爆壁の補強改良技術の検討を行った。今年度は、実規模の2.5分の1スケールの従来型防爆壁を挟んで補強土（土塁）を設置し、その近傍で含水爆薬86 kg を爆発させて、発生する爆風圧、爆発破片の飛散状況に関するデータを収集した。その結果、補強土の厚さがある程度厚い場合には、コンクリート飛散物の飛散距離を抑えることが可能であることが明らかになった。

2) 地下式火薬庫実験

新しい構造の火薬庫の安全性を評価するために、今年度は、昨年度よりスケールが大きな規模での実験を目的に、実規模の8分の1と6分の1の模擬地下式火薬庫を用いて、爆発実験を行い、爆風圧、地盤振動、爆発破片の飛散等に関するデータを収集した。その結果、爆風圧は覆土により大きく減衰すること、地盤振動は発生するものの爆風圧よりは影響範囲は小さいこと、および爆発破片の飛散範囲は許容できる範囲であることなどが明らかになった。

3) 爆発飛散実験

爆発で発生する飛散物の基礎的なデータを収集するために、今年度は少量でパラメータ調査することを目的に、金属円板を用いて、爆発飛散実験を行った。特に、金属円板の直径に対する厚さの比（L/D）、及び金属円板と爆薬の間隔（スタンドオフ）を変化させ、モデル飛散物の飛翔速度を光学的方法により計測した。その結果、L/D が小さいほど飛翔速度は速くなること、スタンドオフを増加させても飛翔速度がほぼ一定の領域があること等が明らかになった。

〔分野名〕 環境・エネルギー



〔キーワード〕 地下式火薬庫、煙火火薬庫、防爆壁、補強土、爆風圧、爆発飛散物、地盤振動、保安距離、金属円板、スタンドオフ、飛翔速度

〔研究題目〕 富栄養化内湾堆積物からの硫化物溶出抑制機構

〔研究代表者〕 左山 幹雄（環境管理技術研究部門）

〔研究担当者〕 左山 幹雄（常勤職員1名）

〔研究内容〕

富栄養化海域では、堆積物表層における溶存硫化物 ( $\Sigma\text{H}_2\text{S}=\text{H}_2\text{S}+\text{HS}^-+\text{S}^{2-}$ ) の生成・蓄積・溶出は、底層水貧酸素化・青潮発生の原因であり内湾生態系全体に対して大きな影響を与えている。堆積物表層における  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  の動態は、硫酸還元反応による  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  生成速度と、生物学的・化学的過程による  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  酸化（固定化）速度とのバランスにより調節されているが、 $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  酸化過程の実態については解明が不十分である。本研究では、 $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  酸化過程に着目して、富栄養化海域の堆積物表層における  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  の動態とその機構・調節要因を、現場調査及び室内培養実験により解明する。そして、より自然環境に調和し効率の良い鉄鋼スラグを用いた青潮抑制技術を開発するための基礎的知見を得る。平成20年度は、現場環境下における  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  酸化に対する化学的及び生物学的過程の寄与を把握することを目的として、堆積物表層における  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  酸化過程に関わる物質の鉛直濃度プロファイル、及び堆積物からの  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  溶出フラックスについて現場調査を行った。調査は、東京湾湾央部水深20 m の1地点において、季節変化を把握するために1~2ヶ月に1回の頻度で行った。その結果、東京湾湾央部水深20 m 地点における堆積物からの  $\Sigma\text{H}_2\text{S}$  の溶出抑制機構として、以下の過程が重要であると考えられた。7月下旬： $\text{O}_2$ 及び  $\text{NO}_3^-$ による生物学的酸化。8月下旬：一時的な鉄による化学的酸化。10月下旬： $\text{NO}_3^-$ による生物学的酸化。11月下旬：未知の過程（電気化学的過程）。2月中旬：鉄による化学的酸化。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 硫化物、青潮、鉄、イオウ酸化細菌

〔研究題目〕 分散型電源用系統連系インバータの無効電力制御による瞬低乗切の研究

〔研究代表者〕 近藤 潤次（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 近藤 潤次、

Marta Molinas, Giuseppe Guidi

（常勤職員1名、他2名）

〔研究内容〕

目標：

現在の多くの分散型電源は、系統の故障による瞬時電圧低下（瞬低）が生じた際に、容易に解列する。例えば風力発電で多く用いられる誘導発電機は、系統の故障に

よる瞬低が生じている間、機械的な入力を電氣的に出力できず過渡的に回転数が上昇し、故障回復後も定常運転に復帰できずに解列に至る。多くの分散型電源が一斉に解列すると、需給バランスが崩れ、負荷の緊急遮断や大停電に至る可能性がある。瞬低発生時に分散型電源を解列させず、運転を継続させ系統故障を乗り切らせる技術を研究する。

研究計画：

高圧配電系統の動的挙動を18 kVA、200 V 三相交流回路で模擬した模擬実験装置に、誘導発電機型の風力発電を模擬する MG セットと高速制御可能な自励式インバータを連系運転する。その状態で、模擬実験装置内で瞬時電圧低下を発生させ、瞬低乗切に必要なインバータの制御法を研究する。

年度進捗状況：

STATCOM のような専用の自励式インバータを設けるのではなく、配電系統内に多数存在するインバータ負荷（インバータ駆動モータ等）に無効電力を高速制御させ、電圧変動を抑制することで瞬低乗切に貢献させることを検討した。インバータ負荷は通常、定電力負荷であるので、DC リンクから直流電子負荷装置により一定電力を消費させた状態で実験を行った。その結果、瞬低発生中の DC リンク電圧の制御が重要なことが分かった。すなわち、系統側で瞬低が発生している際は系統側から DC 側への電力供給が困難になるので、DC 側から一定電力を負荷に供給し続けると、DC リンクの電解コンデンサからエネルギーが放出され、DC リンク電圧が急低下する。この急低下に対応した制御アルゴリズムを構築しないと、インバータは制御不能となり停止する。STATCOM では生じない、インバータ負荷による故障乗切の固有の問題を明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 風力発電、電力系統、瞬時電圧低下、故障乗切、自励式インバータ

〔研究題目〕 硫黄雰囲気下における硫化物系熱電材料の薄膜化

〔研究代表者〕 太田 道広（エネルギー技術研究部門）

〔研究担当者〕 太田 道広（常勤職員1名）

〔研究内容〕

熱電変換材料は低次元化して、量子効果を利用することで熱電変換特性を大幅に改善できる。そこで、本研究では、バルク体で優れた熱電変換特性が報告されている  $\text{CdI}_2$  型  $\text{TiS}_2$  に注目し、その薄膜化を試みた。本年度は、 $\text{CS}_2$  ガス雰囲気制御したパルスレーザ蒸着（PLD）法を用いて  $\text{TiS}_2$  薄膜を作製し、主に、 $\text{CS}_2$  ガス圧力の薄膜組織と組成への影響、そして熱電変換特性について調査した。

PLD 法に用いる  $\text{TiS}_2$  ターゲットは、まず、 $\text{CS}_2$  ガスを用いてルチル ( $\text{TiO}_2$ ) 粉末を硫化し、次に、この粉

末をペレット状に成型することで準備した。組成と組織の観点から、PLD法のCS<sub>2</sub>ガス圧力を1.33 Paとしたときに、高品質な薄膜が作製できた。この薄膜は金属光沢を示し、膜厚は100 nm程度であった。さらに、SEM-EPMA観察から、緻密な連続膜であることが確認でき、その上、そのS/Ti原子比は、ターゲット組成(S/Ti=2.0)とほぼ一致した。これに対して、CS<sub>2</sub>ガスを導入しないで作製した薄膜は、緻密な連続膜であるものの、その組成は、ターゲット組成と比較して硫黄が欠損していた。一方、CS<sub>2</sub>ガス圧力を13.3 Pa以上に増加させると、薄膜組成は硫黄過剰となり、その上、ターゲット表面から飛行してきた粒子の平均自由行程が減少するため、薄膜は連続膜とは成らずに多くの空孔が確認された。

上記の通り、本実験では、組織と組成の観点から高品質なTiS<sub>2</sub>薄膜の作製に成功した。しかし、薄膜の結晶性は低く、その結果、その熱電変換特性はバルク体のそれと比べて劣っていた。薄膜の結晶性を向上させることが、今後の課題である。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】熱電変換、二硫化チタン、パルスレーザ蒸着、雰囲気制御、薄膜

【研究題目】東アジアにおけるバイオディーゼル燃料の基準調和

【研究代表者】後藤 新一

(新燃料自動車技術研究センター)

【研究担当者】小熊 光晴、葭村 雄二

(常勤職員3名)

【研究内容】

平成19年度にERIA(東アジア・アセアン経済研究センター) Energy Projectの一つとしてワーキンググループ“Benchmarking of Biodiesel Fuel Standardization in East Asia”を立ち上げ、良質なバイオディーゼル燃料の流通を目指した各国の標準化支援と基準調和活動を行っている。昨年度作成した低濃度混合用バイオディーゼル燃料品質の推奨規格が「EAS-ERIA BDF Standard (EEBS): 2008」として第二回東アジアサミットエネルギー大臣会合(2008年8月、バンコク)の共同声明文に明記された、平成20年度も引き続きワーキンググループを開催し、非食用作物の可能性調査やバイオディーゼル燃料流通ハンドブックの作成作業を進めた。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】東アジア、アセアン、ERIA、バイオディーゼル燃料、BDF、FAME、脂肪酸メチルエステル、酸価安定性、ハンドブック

【研究題目】熱水性鉱床におけるインジウムの濃集機構の解明

【研究代表者】清水 徹(地質情報研究部門)

【研究担当者】清水 徹、森下 祐一(常勤職員2名)

【研究内容】

本研究の目的は、インジウムを運搬した鉱化熱水の温度・塩濃度および硫黄種の起源を明らかにし、インジウム濃集機構を物理化学的に解明することである。今年度(3年実施計画の初年度)は主に基礎的な記載情報収集を目標とした。具体的には、インジウム含有鉱石(豊羽鉱山産、掌サイズ)の肉眼・光学顕微鏡観察、X線顕微鏡観察及びEPMA元素分析を計画し、インジウム含有鉱石の産状(鉱物組織及びインジウムの分析など)を調べた。その結果、以下の事項が明らかになった。

肉眼・光学顕微鏡観察によって、インジウム含有鉱石は細かな縞状又は緻密塊状を示し、閃亜鉛鉱を主とし、少量の方鉛鉱、黄鉄鉱及び硫比鉄鉱などからなることがわかった。

さらにX線顕微鏡にてインジウム含有鉱石(10 cm四方の範囲)の重金属(Zn, Cu, Fe, Inなど)元素分布状態を定性的に調べたところ、インジウムは銅とともに局部的に数ミリ幅(最大1 cm幅)の範囲に濃集していることが判明した。このようにインジウムは鉱石中の微小領域に分布するので、インジウム濃集機構解明のためには、インジウムの分布状態を精密に知る必要がある。そこで鉱石中のインジウム濃集部から両面研磨薄片9枚を作成して、EPMAにてインジウムの分布を細かく調べた。その結果同元素は、ミクロンオーダーで縞状に繰り返し濃集していることがわかった。そのインジウム含有縞状部の一つを予察的に定量元素分析した結果、インジウムを0.1 wt%含んでいることが明らかになった。

【分野名】地質

【キーワード】インジウム、熱水性鉱床、豊羽鉱山、閃亜鉛鉱、鉱物組織、重金属、X線顕微鏡、EPMA分析

【研究題目】高付加価値医工学用ミニブタの創成と効率的生産システムの開発

【研究代表者】岩橋 均(健康工学研究センター)

【研究担当者】岩橋 均、高橋 淳子、脇 詩織、東 哲司

【研究内容】

ミニブタをGLP試験用とするための標準化の取り組みの一環として、本課題では、PFミニブタにおける基礎データを集積するため網羅的遺伝子発現解析を行った。遺伝子発現はその生物の生理状態を反映しており、生物飼育法の安定性評価に用いることが可能である事が証明されている。そこで、ミニブタ飼育管理にも当該技術の適用を行う。すなわち、本取り組みは、RNA発現解析と生理的状態の評価、飼育管理下での個体間の再現性評価、非飼育管理下での指標遺伝子の評価、ストレス程度

の評価を行うことを目的とした。本プロジェクトでは、飼育管理、モデル非臨床試験、別サブ課題で利用したミニブタについて、血液などの組織の RNA を解析し、生理的状態の評価を行っている。本年度は、飼育管理下における、ミニブタ個体間の再現性評価を行った。また、炭酸ガス殺菌法の焼酎粕混合ミニブタ飼料への適用を検討した。その結果、一部の孢子を形成する微生物に対する無効性が確認されたが、ミニブタ飼育において、最も危害性の高いグラム陰性菌に対する殺菌性は確認することができた。これにより、焼酎粕混合ミニブタ飼料への炭酸ガス殺菌法の適用は有望であると考えられる。次年度は、炭酸ガス含有焼酎粕混合ミニブタ飼料をミニブタに給餌しその嗜好性への障害の有無を検討する。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ミニブタ、医工学、網羅的遺伝子発現解析、炭酸ガス、殺菌

【研究題目】屋久島を覆った7300年前の幸屋火砕流の流動機構および温度条件の復元

【研究代表者】下司 信夫（地質情報研究部門）

【研究担当者】下司 信夫（常勤職員1名）

【研究内容】

幸屋火砕流堆積物の噴出源である鬼界カルデラの南方約30 kmにある屋久島地域における幸屋火砕流堆積物の分布及び層序、堆積構造の野外調査から、海上を通過して到達した火砕流の挙動に屋久島の急峻な地形がどのように影響したのかを解明することが本研究の目的である。2009年度に二回にわたり屋久島・口永良部島地域の野外調査を行い、本地域に残された火砕流堆積物の分布や層相、粒子配列などの調査を行った。

本研究による火砕流堆積物の粒子配列解析により、屋久島地域を被覆した火砕流は、屋久島の海岸を回り込むように流走したものと、主稜線を乗り越えて流走した流れに大別できることが判明した。また、火砕流堆積物の分布調査から、屋久島南部には幸屋火砕流堆積物が欠如する地域が存在することが明らかになった。さらにこの地域に向かって、幸屋火砕流堆積物の層厚が尖滅することが判明した。幸屋火砕流堆積物が欠如している地域の北側には、火砕流の流走方向にほぼ直行する稜線や溪谷が発達しており、主稜線を越えた火砕流はこれらの地形障壁によってその流動が制約されたと考えられる。また、海岸平野を回り込んだ火砕流は島の反対側に到達する前に停止した。このような火砕流の挙動は、屋久島の標高に匹敵する程度に厚い流動層を持ち、かつ速度が比較的低速・希薄であることが必要であると結論付けられた。屋久島南部の山地のような比較的小規模な地形が火砕流の流動方向に与える影響については、地形を考慮した火砕流の流動シミュレーション等によってより詳細に検討する必要があり、今後の課題である。

【分野名】地質

【キーワード】噴火、火砕流、災害、環境、屋久島

【研究題目】地質科学分野におけるオンライン化の将来動向に関する研究

【研究代表者】竹内 圭史（地質情報研究部門）

【研究担当者】竹内 圭史（常勤職員1名、他3名）

【研究内容】

日本及び東アジアの地質科学界にとって効果的な成果発表の場の在り方を明らかにし、今後必要とされる国際学術誌の具体像を示すことを目的として、地質科学分野における国際学術誌のオンライン化の現状と将来動向について調査分析を行う。

3年目の20年度は前年度に引き続き、産総研図書室が有する購読/オンライン購読雑誌・文献データベース機能を用いて、地質科学分野の主要70国際学術誌の諸元を調査整理した。その資料およびオンライン投稿システムの実例の検討により、オンライン出版についての現状分析と課題の抽出を進めた。

【分野名】地質

【キーワード】国際学術誌、オンライン投稿、オンライン出版

【研究題目】食品の安全性評価用ナノチップの作製とP450活性測定

【研究代表者】森垣 憲一

（セルエンジニアリング研究部門）

【研究担当者】森垣 憲一、達 吉郎、田和 圭子、常 鋼、森 里織

（常勤職員3名、他2名）

【研究内容】

食品中に残留している極微量の農薬、環境負荷化学物質および潜在的危険化学物質とヒト P450酵素との直接的な相互作用を超高感度に検出・評価することにより、現在までその毒性が明らかになっていない潜在的危険化学物質を含めた新たな食品の安全性評価用超高感度ナノセンサーを試作することが本研究の目標である。平成20年度は、ナノチップの構成要素として、生体膜と同等な二分子膜構造を持つポリマー脂質膜を基板表面で作製する手法、ルテニウム錯体を用いた溶存酸素センサー基板を作製する手法を開発した。溶存酸素センサーは、微小流路などの微細構造と組み合わせることで、基板表面における局所的な溶存酸素濃度計測を行うことが可能になった。また、固体基板上に P450を固定化する手法としては、P450含有膜画分をシリカゲル薄膜層に封入する形で固定化する技術を確立した。また、計測手法の開発では、膜画分を基板表面に直接固定化する固定化量を SPR によって決定し、基板表面に固定化された P450の酵素活性を SPFS で観測することに成功した。さらに、酸素センサー薄膜を用いて、P450による酵素反応を観測することに成功した。さらに、PDMS 微小流路

において流路内に固定化した P450による酵素活性を計測することに成功し、3分子種（CYP1A1、CYP2C9、CYP2E1）の活性を同時計測した。これらの研究成果により、P450酵素マイクロアレイを作製して多様な化学物質との相互作用を高感度・高効率で計測する手法の基盤技術ができた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 酵素、チトクロム P450、センサー、人工生体膜

【研究題目】 切断識別モジュールの開発

【研究代表者】 谷川 民生（知能システム研究部門）

【研究担当者】 大場 光太郎（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本研究では、クローニング作業に係る卵細胞切断作業の自動化を目指した切断モジュールの開発を目標としている。直径約100ミクロンの牛の未受精卵を対象とし、細胞核の除去を目的として、細胞を自動的に切断する。また、本作業は微小流路系内部といった閉鎖系で行うこととし、解放系での作業のようにマイクロマニピュレータといった外部の機器は利用しないシステムを目指している。クローニング作業には切断、分離、カップリング、融合作業に大きく分けられ、それぞれがモジュール化される。この中の切断モジュールについては、卵細胞の単なる切断のみだけではなく、切断部の大きさ等の制御性を向上すると共に、他のクローニング作業に必要とされる作業モジュール組み合わせ、デスクトップバイオプラントとして自動クローニングシステムの構築を目指す。なお、スループットについては、50個/h 以上の速度で切断することを目標とする。

本年度の研究成果として、シリンジポンプ開発、切断用マイクロ流体チップを用いた卵子の核観察、蛍光観察の自動化、ワンチップシステムへの統合化のためのシステム設計が挙げられる。シリンジポンプは高応答性を実現し、流量については市販の微量なポンプと同等な流量を実現した。平成19年度行った細胞の自動切断において、市販のシリンジポンプは制御系に問題があり、一回の命令で200 [msec] の待ち時間が必要であった。そのため、流量制御が困難であり、自動切断の切断成功率は約6割であった。開発したシリンジポンプでは、応答時間10 [msec] を実現した。今後、製作したポンプを用いて自動プログラムを作成し、切断実験を行う。

切断プロセスにおいては、核観察が容易にできることから、切断と同時に卵子の核観察を行うことが可能か検証した。卵子が通常の状態では核観察は対物レンズで焦点合わせが必要である。しかし、切断で使用される狭小流路に細胞を吸引したときには、レンズの焦点を合わせなくとも、核が鮮明に判別可能であった。

【分野名】 情報通信・ライフサイエンス

【キーワード】 クローニング、切断、卵細胞、微小流路、

流れ制御

【研究題目】 バイオマス利用モデルの構築・実証・評価  
バイオマスの地域循環利用を持続的に進めるための環境影響評価の枠組みの構築

【研究代表者】 玄地 裕（安全科学研究部門）

【研究担当者】 稲葉 敦、玄地 裕、田原 聖隆、  
本下 昌晴、菱沼 竜男  
（常勤職員4名、他1名）

【研究内容】

持続的な社会システムの形成には、再生可能な資源であるバイオマスを活用した循環型システムの構築が重要である。また、バイオマス利用による環境面の有効性を確認するために、地域でのバイオマス利用事例を統一的に評価できる環境影響評価手法を開発する必要がある。本研究では、バイオマス利用システムの環境側面を評価するための枠組みや調査項目の提案を目標としている。これまでに、聞き取り調査や文献調査から各地域のバイオマス利活用実証モデルの概要を把握し、環境影響評価を行う際の対象作物（原料）、評価の目的、機能単位、考慮する環境負荷物質、調査範囲および評価する環境影響領域を提案した。調査範囲の設定では、LCA での評価対象システムの機能を統一する考え方をを用いた。また、各地域実証モデルの現状システムと代替システムのプロセスフロー案を作成し、比較対象システムのプロセスフローを提案した。作成したプロセスフロー案では、関連プロセスを生産システム、変換システムおよび利用システムの3つの領域に当てはめて整理している。本研究からの成果を活用することで、各地域実証モデルに LCA を適用する際の調査範囲の整理と評価対象としたバイオマス利用システムの中での検討内容の位置付けが把握できるようになった。また、作成したプロセスフロー案は、各地域実証モデルに LCA を適用する際にデータ収集を必要とするプロセスの整理や選択に活用できると期待される。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオマス、地域循環、環境影響評価

【研究題目】 花きの形質改変に特化した転写因子制御技術の開発とデータベースシステムの構築

【研究代表者】 光田 展隆

（ゲノムファクトリー研究部門）

【研究担当者】 光田 展隆、高木 優、大島 良美  
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

目標：

プロモーターや遺伝子を自在に変更できるベクター系を開発し、新ベクター系の優位性をモデル実験植物シロ

イヌナズナにおいて実験的に検証する。シロイヌナズナ全遺伝子の基本情報および独自情報を集積したデータベースを構築する。花き植物におけるオルソログを容易に探索、同定できるシステムを開発する。他機関も含む本研究課題で得られたデータを容易に共有できるシステムを開発する。これらを統合した情報システムを構築、研究参画機関向けに公開する。

研究計画：

島根大学の中川氏らが開発したマルチサイトゲートウェイ・バイナリーベクターR4pGWB401/501などをベースにして CRES-T 法用に転写抑制ドメインを挿入する。このようにして開発した新ベクター系の優位性を検証するために、様々な転写因子についてシロイヌナズナでの効果を検証し、利用情報として各機関に提供する。転写因子を含むシロイヌナズナ全遺伝子の基本情報と、これまでに産総研が独自に集積してきた情報を統合した Web インターフェース方式のデータベースを構築する。また、本研究課題によって得られる成果を容易にサーバーに送信できる仕組みを整え、全参画機関がデータを共有できるシステムを構築する。

年度進捗状況：

より簡便かつ高効率に CRES-T 法を実施するための17種類の新ベクターを開発した。新ベクター系はゲートウェイ技術に対応したもので、従来に比べはるかに簡便に多様なコンストラクトの作成が可能となった。これらの新ベクター系についてシロイヌナズナでの検証実験を進めている。新体制に対応したデータベースシステムの開発を行い、データの共有、共同研究開発を円滑に進めるための新機能の開発を複数行った。各花き植物におけるオルソログ遺伝子を容易に探索できるプログラムの開発もほぼ完了し、システムの基本骨格はほぼ完成した。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 転写因子、花き植物、シロイヌナズナ、データベース、発現制御

【研究題目】 比較ゲノミクスによる標的遺伝子領域の決定と解析

【研究代表者】 町田 雅之

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 町田 雅之、玉野 孝一、戸田 智美、石井 智子 (常勤職員2名、他2名)

【研究内容】

目標：

野田産業科学研究所との連携によって進められた麹菌転写制御因子の破壊株作製については、設計したプライマーの配列情報や遺伝子破壊領域の情報、遺伝子破壊の確認状況など、今後の解析を有効かつ円滑に進めるために必要となる基本情報の作成を併せて行う。取得した大量の破壊株を用いて、生育性や物質生産性を指標としたスクリーニングを行い、対照株 ( $\Delta ku70$ 、PyrG 復元

株) と比較して表現型に明らかな差異が認められた遺伝子破壊株について DNA マイクロアレイ、マスペクトル解析などを実施する。対照株と破壊株間の代謝物質を比較することにより、いずれか一方でのみ生産される物質の有無や生産性が有意に変化した物質に着目し解析を進める。固体培養を含む6つの培養条件のいずれかで有意に変動のあった遺伝子を抽出し、培養条件特異的に変動する遺伝子の探索を行う。また、探索により見出した培養条件特異的に変化する遺伝子の過剰発現株および破壊株を用いて、遺伝子発現に及ぼす影響についての解析に着手する。

研究計画：

転写制御に関連すると予測された遺伝子を主とした破壊株の作製では、既にプロジェクト全体での数を合わせて300株以上にのぼる。すべてのプライマーの配列情報や遺伝子破壊領域の情報などを見直し、各解析の過程で必要となる基礎データの作成も併せて行った。破壊株ライブラリーのうち、約200検体を標準的な完全栄養培地であるマルツ寒天培地上で生育し、菌糸伸長や特徴的な形態を観察したところ、親株と比較して菌糸の生育速度が20%以上抑制されたものが19株確認され、分生子の形態異常も複数の株で観察された。

これらの破壊株を用いて、*Aspergillus nidulans* での生産が報告されているペニシリンについて麹菌での生産性について調査を行ったところ、RIB40と RIB40由来株である3-1株に溶菌がはっきりと確認され、ペニシリン系物質を生産していることが示された。また、破壊株数検体について同様に評価したところ、麹菌自体の生育が大きく異なるものの破壊株間でその生産性に明確な差異があることが確認された。また、麹菌の野生株においても、二次代謝の生産性が異なることを見出した。CGHの結果から、転写因子などの遺伝子の存在が示されたことから、両者で制御系に違いがあることが示唆された。

転写因子を過剰発現させたマイクロアレイ解析の結果から、NSB 領域の遺伝子を有意に誘導かつ抑制する4つの遺伝子が見つかった。約100のマイクロアレイデータをもとにカイ二乗検定を行ったところ、NSB 領域に局在する遺伝子を有意に制御すると推測される遺伝子は約20個見出されたが、その中で誘導・抑制の両方を制御する4つの遺伝子のうちの 하나가、固体培養で特異的に抑制された遺伝子の一つと一致した。そこでさらにこの遺伝子の破壊株を用いて、本遺伝子によって制御される遺伝子について、液体培養条件下で対照株と比較して解析したところ、固体培養で抑制された遺伝子と共通する遺伝子が17個見出され、それらは1つの遺伝子を除いてすべて抑制されていることが分かった。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 麹菌、ゲノム解析、二次代謝、転写制御因子、染色体加工

**〔研究題目〕 備讃地域陸海域の水・栄養塩動態解明と農業への再利用技術の開発**

**〔研究代表者〕** 高橋 暁（地質情報研究部門）

**〔研究担当者〕** 高橋 暁、湯浅 一郎、三島 康史、三好 順也（常勤職員3名、他1名）

**〔研究内容〕**

閉鎖性海域の栄養塩濃度は陸域からの負荷の影響を受けるが、富栄養化や貧栄養等、栄養塩濃度に起因する水産被害が生じて、陸域からの栄養塩負荷による海域水質への影響の範囲と程度が明らかでないために対策が取りにくいという問題があった。そこで、水資源に乏しく閉鎖性海域を有する備讃地域を対象とし、水産被害等の軽減対策立案に貢献することを目的として、これまで陸域と海域において別個に取り扱ってきた栄養塩の動態を、発生源（陸域）から海域まで一貫して解明することを試みている。なお、今年度は昨年度作成した数値モデルを水温・塩分を考慮できるよう拡張し、水温・塩分場を精度良く再現することに成功した。このモデルにより、流況および水温・塩分場の季節変動を再現した結果、備讃瀬戸は強い潮流のため鉛直混合が盛んで、夏でさえ成層が発達しないこと、このため河口のごく近傍を除き、密度流が卓越しないため、流況に季節変動がほとんど現れないこと等が明らかとなった。また、栄養塩の動態解明のために当該モデルをベースにした生態系モデルの作成も開始した。

**〔分野名〕** 地質

**〔キーワード〕** 瀬戸内海、備讃瀬戸、栄養塩の動態、陸海一環

**〔研究題目〕 人為的変異を利用したイネ実験系統群の作出**

**〔研究代表者〕** 高木 優

（ゲノムファクトリー研究部門）

**〔研究担当者〕** 光田 展隆、瀧口 裕子

（常勤職員2名、他1名）

**〔研究内容〕**

イネ転写因子のキメラリプレッサー発現イネ系統の作出と特性評価を行う。新規遺伝子サイレンシング技術である CRES-T 法を用いて、転写因子をキメラ転写抑制因子に変換してそれをイネで発現させ、機能欠損表現型を示すイネを作出する。これを整備する事によりイネの形質変化解析用リソースを完成させる。その中で、グリーンソニアでは糖化率を向上させる形質に注目してスクリーニングを行う。これらにより、イネ生産量の増加、バイオ資源としての有用系統の単離を目的とする。現在、リグノセルロースが次世代型バイオエネルギーとして注目されているが、リグノセルロースに含まれる結晶性セルロースは極めて難分解性の多糖類であり、単糖を得るまでの効率化が課題である。またセルロースにリグニン

が強固に結合しているためセルロース成分を取り出すためにはリグニンを除去する必要がある。そこで新規遺伝子サイレンシング技術である CRES-T 法を用い、リグニン含量が低く、且つ低分子化したセルロース成分を有するイネを作出し、その中から糖化効率の上昇したイネを探索する。イネゲノムリソースから転写因子をコードする cDNA の探索、選択を行い、イネ転写因子データベースの整備、構築を行う。それらの転写因子の終止コドンを除いたタンパク質コード領域をゲートウェイベクターを用いた系にクローニングする。平行して、イネのキメラリプレッサー作成用デスティネーションベクターの構築を行い、作成した転写因子クローンをイネ導入ベクターに組み込む。また、イネ植物体の糖化率を測定するための手法の開発および最適化を行う。具体的には、イネの桿、葉、等の部分を用いて酵素あるいは硫酸法を用いて細胞壁成分を糖化し、糖測定システムを用いて糖化率の測定方法の最適化を行う。

**〔分野名〕** ライフサイエンス

**〔キーワード〕** 遺伝子組換え植物、機能性作物、遺伝子発現抑制

**〔研究題目〕 東部南海トラフメタンハイドレート賦存海域の地質地化学総合解釈**

**〔研究代表者〕** 松林 修（地圏資源環境研究部門）

**〔研究担当者〕** 松林 修、棚橋 学、坂田 将、中嶋 健、後藤 秀作、森田 澄人（常勤職員6名、他1名）

**〔研究内容〕**

東部南海トラフのメタンハイドレート賦存状況を総合的に解釈することを目的とし、世界の最新研究動向を文献や研究集会参加などにより調査した。

基礎物理解探「東海沖～熊野灘」で取得された三次元地震探査データにより海底面からハイドレート下限付近までの深度における地質地化学プロセスおよびメタンハイドレートと間隙流体に関わる情報の抽出のための解析作業を行ない BSR の深度よりも下方においてハイドレートの原料となりうる少量メタンを含む地層流体の存在状態に関する物性情報を含む情報を空間的に抽出することを試みた。

地下温度データをパラメータとするハイドレート集積メカニズムに関し、熱的な数値シミュレーションの手法を用いて地層中でハイドレートが生成・分解する際の温度場の時間変化をモデル化し、東部南海トラフにおいて現実に観測されている「ダブル BSR」がどのような物理化学的なメカニズムにより生成するのかを検討し、さらに理論的 BGHS と観測ハイドレート層下限との関係を議論し、観測された地質地化学事象を良く再現できるようモデルを高度化した。

今日までに世界各地の海域で知られている MH 関連

の様々な浅層地質地化学事象との比較検討を含めて、本研究の対象海域での浅層地質地化学過程の総合解釈を行って、この分野でのフェーズⅠの成果を総括した。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 ガスハイドレート、ハイドレート集積メカニズム、地化学調査、三次元地震探査

〔研究題目〕 海底電気探査法の適用可能性と探査システムの検討

〔研究代表者〕 内田 利弘（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 内田 利弘、光畑 裕司  
（常勤職員2名、他1名）

〔研究内容〕

海底下の新たな地下資源として、活発な熱水活動を示す海域に分布する硫化物鉱床が注目を浴びており、日本海域やその他の海底熱水鉱床を対象として、賦存域や資源量を把握するための探査手法の開発・整備が急がれている。陸上における浅熱水性硫化物鉱床の探査の経験から、海底硫化物鉱床に対しても、比抵抗や IP 効果といった電気的特性を用いた探査が有効であると思われる。しかし、深海底の浅部構造を対象とする電気探査は計測技術がまだほとんど整備されていない。本共同研究では、海底熱水鉱床探査のための基礎研究として、主に電気・電磁探査法について、深海底における計測技術やデータ解析技術開発に関する国内外の文献の調査、海外の研究機関・探査機器開発企業における情報収集を行った。また、海底熱水鉱床を想定したモデルシミュレーションにより、実際の探査に適用が期待される測定システムの仕様・条件などについて検討を行った。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 浅熱水性硫化物鉱床、比抵抗、IP 効果、海底電気探査法

〔研究題目〕 石灰岩の形成年代に関する研究

〔研究代表者〕 西村 昭（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 西村 昭、中澤 努（常勤職員2名）

〔研究内容〕

石油天然ガス・金属鉱物資源機構が実施した大水深事業により海底掘削装置（BMS）等により採取された試料とその他の関連資料について、石油天然ガス・金属鉱物資源機構との共同研究を実施し、分析・解析を行うとともに、それに基づく解釈を行った。

石灰岩の堆積環境とその年代から過去の浅海環境の実態とその後の海山等の構造運動の解明を目標としている。平成19-20年度採取のコア試料・ドレッジ試料の記載・薄片観察・大型有孔虫類の同定・ストロンチウム同位体比層序学的検討を行った。小笠原海台域の白亜紀の浅海性石灰岩の分布・年代を明らかにし、小笠原海台の浅海成石灰岩が白亜紀に2つの形成時期があったことと小笠原海台が伊豆・小笠原弧に付加していることを明らかに

した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 海洋地質調査、海山、年代、プレート運動

〔研究題目〕 フィリピン海周辺海域の重磁力解析に関する研究

〔研究代表者〕 石原 丈実（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 石原 丈実、田中 明子  
（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

石油天然ガス・金属鉱物資源機構の大水深事業により取得された海洋物理探査データ等を用いて、石油天然ガス・金属鉱物資源機構との共同研究を実施し、解析と解釈を行った。

まず、伊豆-小笠原弧のほぼ全域の重力データ・地磁気データを処理し、重力異常図・磁気異常図にまとめた。

重力データについては、反射法地震探査結果を用いた堆積層の厚さ、伊豆-小笠原弧北部の東西測線上の屈折法地震探査結果を参考にして3次元解析を行い、地殻の構造を求めた。西之島トラフにはその西の四国海盆と同程度の薄い地殻が、その北側でもそれよりやや厚い程度の地殻が南北にのびて存在する。さらに七島硫黄島海嶺（火山フロント）の東側では、北部でフロントのすぐ東側の堆積層が厚いところ、南部で小笠原トラフと小笠原海嶺の境界付近と海嶺の中央部分に地殻の薄い部分が存在するという結果を得た。

地磁気データについては、伊豆-小笠原弧の北部前弧域にみられる正異常が蛇紋岩化したマントルによるものとする可能性について検討した。また、フィリピン海西部海域の磁気異常のパワースペクトルデータの解析から磁性体の中心深度の分布を求め、基盤の深度分布と大きな傾向としては一致する結果を得た。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 海洋物理探査、重力異常、磁気異常、フィリピン海、地殻構造

〔研究題目〕 古地磁気によるフィリピン海プレートの運動の推定

〔研究代表者〕 山崎 俊嗣（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 山崎 俊嗣（常勤職員1名、他1名）

〔研究内容〕

昨年度までの研究により、フィリピン海プレート北西部は5000万年前頃には赤道付近に位置していたのが、約2000万年前頃にはほぼ現在の緯度に達していたことを推定した。今年度はさらにデータを増やして推定の信頼性を上げることを目指し、「大水深域における石油資源等の探査技術等基礎調査」において採取されたコアから5地点、10セクションの試料を選んで古地磁気測定を行い、3地点、3セクションから信頼できる古緯度を得た。その

結果、昨年度まで比較的データの少なかった、始新世と後期中新世のデータを補強することができた。これまでの研究結果を総合して、5000～1500万年前にかけて23°N, 162°E のオイラー極で90度回転したとするフィリピン海プレートの運動モデルを考案し、論文にとりまとめて投稿した。

【分野名】地質

【キーワード】フィリピン海、古地磁気、古緯度、プレート運動

【研究題目】大水深事業において採取された地質試料などの地球科学的特徴に基づいた海底鉱物資源の潜在的ポテンシャルに関する研究

【研究代表者】飯笹 幸吉（地質情報研究部門）

【研究担当者】飯笹 幸吉（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

フィリピン海プレート上の伊豆・小笠原弧、九州・パラオ海嶺及びその周辺海域における熱水鉱床生成の可能性を把握するために、主に堆積物試料中の重鉱物分析を行った。その結果、九州・パラオ海嶺南部の海山では、熱水活動に伴う硫化物（エレクトラム、黄銅鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱等）鉱化作用に伴う数多くの粒子を確認した。堆積物試料中の元素含有量の最大値は、金17 ppm、銅1wt. %、亜鉛2 wt. %、バリウム30.4 wt. %である。珪化作用及び粘土化作用を受けた母岩は火山砕屑物である。当該海山では、過去において熱水活動に伴う顕著な硫化物鉱化作用が起こっていた。硫化物、重晶石粒子を伴う火山砕屑物は、掘削試料が採取された地点より浅所からもたらされたものと推定される。

伊豆・小笠原弧の元禄海山北方海山は、凹地を伴っている。この凹地の音探査断面には海底面に達する断層が存在し、現在も活動的であることを示している。凹地南東部の小海丘斜面の堆積物中に、黄鉄鉱粒子を伴う繊維状重晶石集合体を確認されている。このような粒子は熱水活動に伴う硫化物鉱化作用が生じている海底周辺においてみられることから、この海丘においても何らかの熱水活動が生じていたことが推定される。

【分野名】地質

【キーワード】熱水活動、鉱化作用、重鉱物、硫化物、構造、海嶺、海山、金、黄銅鉱

【研究題目】大水深事業において採取された基盤岩類等の地球科学的特徴に基づいた火成活動史の解明および鉱化作用の可能性に関する研究

【研究代表者】石塚 治（地質情報研究部門）

【研究担当者】石塚 治、湯浅真人（常勤職員2名）

【研究内容】

本研究は大水深事業の調査海域であるフィリピン海

域およびその周辺の小笠原海台や南鳥島周辺海域において、採取された地質試料に関する地球科学的分析データをもとに、各海域におけるマグマ活動およびマントルダイナミクス等を含めた火成活動史を把握することを目的としている。20年度の成果として、これまで岩石試料が得られていなかった九州パラオ海嶺南部（四国海盆内に連続する海脚等）で試料採取が行われ、海嶺上の火山岩試料はいずれも島弧火山岩の特徴を持つことが明らかになった。

これにより、日本の国連への大陸棚限界画定申請に必要な岩石関係のデータ取得はほぼ終了した

【分野名】地質

【キーワード】大水深事業、火成活動史、フィリピン海

【大項目名】生産・流通・加工工程における体系的な危害要因の特性解明とリスク低減技術の開発

【研究題目】放出選択的ドラッグデリバリーのための無機カプセル材料の研究開発

【研究代表者】藤原 正浩

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】藤原 正浩（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

鶏肉におけるカンピロバクターや牛肉、豚肉、鶏肉及び鶏卵におけるサルモネラ属菌、および牛肉における腸管出血性大腸菌のリスクを低減する技術が求められているが、それら菌類から家畜類を守る際、薬剤等を無為に投与することは、薬剤の大量使用が必要となり、副作用や排出された薬剤による環境や生態系等への影響も懸念される。そのためには、薬物等を必要量、適切な部位（家畜体内および臓器等）へ選択的に運搬（デリバリー）する必要がある。さらに、菌類によるリスク軽減には、薬剤の投与方法が簡便であることも、重要な要素である。従来の薬剤投与の多くは、注射等による直接的な投与が多く、その際は家畜一体を捕獲して行うという煩雑で負担の大きな操作が必要であった。また、エサ等に漫然と混入させる方法では、家畜が摂取する量が少なくなるため、多量に薬剤を使用しなくてはならなくなるため、薬剤のコストが上がる、あるいは環境中への薬剤の拡散という問題も想定させる。

本研究課題は、畜産物における病原微生物のリスク低減を有効に行うため、産業技術総合研究所が独自に開発したシリカや炭酸カルシウム等の無機マイクロカプセル等へ病原微生物に対し高活性な薬剤を封入し、エサ等に混入するという簡便な方法で当該薬剤を家畜体内の必要とする部位（臓器）等に選択的に放出・運搬できるドラッグデリバリー技術を開発することを目的とする。産業技術総合研究所が独自に開発しているシリカ、炭酸カルシウムやリン酸カルシウム等の無機マイクロカプセル粒子への、タンパク質やポリペプチド等の有効な封入法を



検討し、また封入された薬剤のカプセル粒子からの基本的な放出挙動を解析する。

〔分野名〕 ナノテクノロジー

〔キーワード〕 食の安全、ドラッグデリバリーシステム、マイクロカプセル、畜産物

〔研究題目〕 リグニン合成およびストレス耐性を制御する転写因子の検索

〔研究代表者〕 高木 優

(ゲノムファクトリー研究部門)

〔研究担当者〕 光田 展隆 (常勤職員2名)

〔研究内容〕

リグニン含量を抑制した高消化性および環境ストレスに抵抗性を示す牧草・芝草＝スーパーグラスの開発を行う。これに必要なリグニン生合成を制御する転写因子、高温、乾燥等の環境ストレス耐性に関連する転写因子を探索同定し、それらのキメラリプレッサーをモデル植物であるシロイヌナズナで発現させ、リグニン含量の抑制および環境ストレスに抵抗性を付与する因子の同定を行う。また、さらにそれら同定した転写因子のイネにおけるオーソログを探索し、イネにおける検証実験を行うと共に、トールフェスク、日本シバで実験を行う共同研究グループに導入すべき遺伝子、コンストラクトの提供及び必要な情報の提供を行う。最終的には、リグニン含量が50%以上(イネにおいては20~30%)減少した遺伝子組換えシロイヌナズナおよびイネを作出し、それに伴って起きる代謝物の変化を明らかにする。また、シロイヌナズナ、イネにおいて野生株よりも環境ストレスに耐性を持つ植物を作出し、それに伴って起き得る問題点を洗い出す。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 遺伝子組換え植物、機能性作物、遺伝子発現抑制

〔研究題目〕 病原性原虫による Th1免疫回避機構の解明と糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立

〔研究代表者〕 池原 謙 (糖鎖医工学研究センター)

〔研究担当者〕 池原 謙、山口高志、山中 将敬  
(常勤職員1名、他2名)

〔研究内容〕

本研究は、「病原性原虫による Th1免疫回避機構の解明」と、「糖鎖被覆リポソームワクチン評価技術の確立」を目指して実施するものであり、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 生物系特定産業技術研究支援センターの行う新技術・新分野創出のための基礎研究推進事業より助成されている。

当該年度の研究成果は、以下の通りである。1) ウシ Th1免疫応答の検出システム (ELISpot 法) を展開し、小型ピロプラズマ (ウシタイレリア原虫: *T.*

*orientalis*) 感染時のウシ Th1免疫反応が検出できるように評価技術の最適化を達成した。さらに、2) 小型ピロプラズマ感染時、ワクチン候補蛋白質である MPSP (major piroplasm surface protein) に対して惹起されるウシの Th1免疫応答を検出できるシステムを確立した。当該システムを活用して、サーベイランス研究で収集保存した小型ピロプラズマ自然感染野外ウシや小型ピロプラズマを実験感染させたウシの末梢血液有核細胞 (PMBC) を解析し、ウシでの免疫応答の多様性や経時的推移を個体レベルで追跡した。一連の成果は、MPSP 組換え抗原を OML に封入したワクチン接種実験において、ウシに惹起される Th1免疫応答の評価参照値となるものである。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 糖鎖被覆リポソーム、細胞性免疫活性化ワクチン、評価技術、タイレリア原虫感染症

〔研究題目〕 高度食味プロファイリングにおける脳内感覚処理の研究

〔研究代表者〕 小早川 達 (人間福祉医工学研究部門)

〔研究担当者〕 小早川 達、戸田 英樹  
(常勤職員1名、他1名)

〔研究内容〕

食品の官能評価パネルの育成において、味に対する内省強度の評定は非常に重要なトレーニング項目のひとつである。加えて、官能評価に関わる認知処理過程を解明する上でも、内省強度の評定に着目し、検討する意義は極めて高いと考えられる。そこで、本研究では官能評価の構成要素のうち、内省強度の評定を取り上げ、その脳内認知処理メカニズムの解明を行うことを目的とする。脳磁場計測法を用いて複数段階の濃度の食塩水を提示した時の脳活動を計測することにより、物理濃度と内省強度という二つの観点から、内省強度のコーディングを行っている脳内部位および活動潜時の解明を目指す。

昨年度開発した複数種の味覚刺激を提示することが可能な刺激提示装置を用い、4種類の濃度 (30 mM、100 mM、300 mM、1 M) の食塩水を提示した。内省強度の評定に関わる脳活動の潜時について解析を行ったところ、0~240ミリ秒、320~480ミリ秒、680~920ミリ秒付近で脳活動と内省強度の相関が高い時間帯が確認された。短潜時である0~240ミリ秒の活動時間帯は一次野の活動を反映していると思われ、実際に内省強度の判定を行っているのは320~480ミリ秒もしくは680~920ミリ秒の時間帯である可能性が高いと考えられる。本年度の結果から、強度評定に関わる脳内処理は中潜時と長潜時の2回の時間帯においてなされていることが示唆された。

次年度は内省強度の評定に関わる脳内部位を特定するため、データ解析を進めると共に、官能評価のトレーニングを受けたパネルとトレーニング未経験者の脳活動に

ついて比較検討する予定である。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 官能評価、内省強度、活動潜時

〔研究題目〕 メガデルタ監視技術に関するアジアにおけるネットワーク構築と人材育成

〔研究代表者〕 齋藤 文紀（地質情報研究部門）

〔研究担当者〕 齋藤 文紀、村上 文敏、七山 太、田村 亨、西村 清和、田中 明子（地質情報研究部門）、金井 豊（地圏資源環境研究部門）（常勤職員7名）

〔研究内容〕

アジアに数多く分布するメガデルタ（大規模デルタ）の環境保全や人材育成を目途として、日本、中国、ベトナム、タイの4ヶ国が参画し本課題を遂行している。各国の拠点機関は、日本が産業技術総合研究所、中国が中国海洋大学、ベトナムがベトナム科学技術院海洋環境資源研究所、タイがチュラロンコン大学である。平成20年度は、3ヶ年計画の初年度にあたり、10月26日から11月2日に中国の上海と青島でセミナーを実施した。上海では華東師範大学、青島では中国海洋大学がホストとなり、APN のメガデルタプロジェクト、IGCP-475のデルタマップと共同で主催した。16ヶ国から約100名が参加した。また2009年1月20日にベトナム科学技術院海洋環境資源研究所においてデルタの発達と近年の変貌に関するショートセミナーを行い、約30名が参加した。これらに加えて、人材育成と共同研究を兼ねて、2009年2月にベトナムから1名、中国から3名の研究者を産業技術総合研究所に招聘した。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 アジア、デルタ、環境変動、監視技術、沿岸侵食

〔研究題目〕 震源断層評価に係る地質構造調査の高度化に関する研究

〔研究代表者〕 内田 利弘（地圏資源環境研究部門）

〔研究担当者〕 光畑 裕司、内田 利弘、横田 俊之、神宮司 元治、山口 和雄、大熊 茂雄（地質情報研究部門）（常勤職員6名、他1名）

〔研究内容〕

現在、原子力施設敷地周辺の地質構造調査には、重力探査、反射法地震探査、そしてトレンチ調査が一般的な調査手法として適用されている。しかしそれらの調査手法には、重力探査法では地下構造が一意的には決定できない、反射法地震探査は高価な調査費用を要するため広範囲な領域をカバーすることは困難である、トレンチ調査は掘削場所の正確な選定に困難がある等の問題点がある。これら個々の調査手法の技術的問題点は、調査手法

間で、相互に補うことで補完しているが、さらに他の多様な物理探査法を複合的に適用することで、より効果的に高精度に地質構造把握に貢献することが期待される。本研究では、現在、様々な分野に適用されている各種物理探査法の適用に関して、まず断層構造調査への適用事例について、文献調査として200編の研究論文を収集し、情報を整理した。そして、文献調査の結果をもとに重力探査、磁気探査、地震探査、リモートセンシング、電気・電磁探査、地中レーダ探査法について、適用事例における探査スケール、適用頻度等について整理した。探査スケールに関しては、水平方向を探査エリア分類として、局所域・小域・中域・広域の四段階に、深度方向も探査深度分類として、極浅部、浅部、深部、大深部の四段階に分け、個々の手法の適用範囲を図化した。そして、原子力施設敷地からの距離に応じた探査手法の選択、地表地震断層から震源断層への連続的なイメージングの実現について考慮し、複合的な物理探査手法の適用について検討した。さらに、それぞれの探査手法の技術的問題点、3次元イメージングの実現性について言及した。

また、地下浅部から深部にかけての連続的なイメージングを意識した複合的な物理探査手法の適用実験を実施するため、実験候補サイト選定を目的に、トレンチ掘削調査現場を視察した。産総研・活断層研究センターが今年度実施した岐阜県北部の断層群、岩手・宮城内陸地震の震源域、埼玉県櫛挽断層のトレンチ掘削調査を視察し、トレンチ壁面の比抵抗分布を計測した。そして比抵抗分布から地表探査による断層特定の可能性について検討し、また調査現場へのアクセスの容易さ、人家の存在や調査作業のための用地の確保、既存の物理探査データやボーリングデータの整備状況を調査した。結論として、岩手・宮城内陸地震の震源域の岡山トレンチ、櫛挽断層トレンチサイト周辺での適用実験が妥当であろうとの結論に至った。

〔分野名〕 地質

〔キーワード〕 重力探査、磁気探査、地震探査、リモートセンシング、電気・電磁探査、地中レーダ探査法、探査スケール

〔研究題目〕 ダイヤモンド製バイオナノ針を用いたDNAの輸送

〔研究代表者〕 上塚 洋

（ダイヤモンド研究センター）

〔研究担当者〕 上塚 洋、中村 挙子、山田 貴壽

〔研究内容〕

ダイヤモンドをキャリアーとしたDNAの輸送について、本年度はダイヤモンドの表面修飾による機能化について検討を行った。

1) 硫黄元素のみで構成された環状の硫黄化合物を用いて、水素終端したダイヤモンド表面に光化学的に修飾を行うことに成功した。修飾後のダイヤモンド

表面を XPS、FT-IR およびラマン分光法にて観察し、表面がチオール基で修飾されていることを確認した。この表面を、末端にチオール基を有する一本鎖 DNA と反応させることにより、DNA 修飾ダイヤモンドを作成することが可能となる。

- 2) 4-メルカプトアニリンを出発物質に、SH 基およびジアゾニウム基を有する SH-ジアゾニウム塩の合成に成功した。生成物は<sup>1</sup>H NMR と<sup>13</sup>C NMR の測定、および NMR スペクトルのシミュレーションにより確認した。
- 3) 合成した SH-ジアゾニウム塩を用いて、ダイヤモンド表面への電気化学的修飾を行った。この物質は、SH 基とジアゾニウム基の二つの活性な官能基を有する。電位掃引法で修飾を行った場合、他のジアゾニウム塩を用いた場合と同様な還元ピークが得られたことから、ジアゾ基の還元による修飾が行われ、表面はメルカプトフェニル基で覆われていることがわかった。また、電位を-0.2V に固定し還元時間を変化させた場合、修飾率を制御することが可能であった。これにより、電気化学的反応を用いた DNA の放出が可能になる。

〔分野名〕 ナノテクノロジー・材料・製造

〔キーワード〕 ダイヤモンド、バイオ、表面修飾

〔研究題目〕 複合糖膜の抗菌ペプチドによる機能変化とその評価技術の開発

〔研究代表者〕 福岡 聡 (健康工学研究センター)

〔研究担当者〕 福岡 聡、安部 博子、伊藤 民武、大槻 壮一 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

本研究は、ドイツ・ボーステル研究センター生物物理研究室と共同し、抗菌ペプチドの細菌外膜への作用機構を分子レベルで解明すると共に、同ペプチドの活性高度化技術を開発する。また、生体関連分子を単一分子感度で計測可能にする技術を検討する。細菌外膜を構成する物質の中では、敗血症の原因物質となるリポ多糖に着目する。リポ多糖の機能発現の本体であるリピド A を分離精製し、高次構造変化を X 線解析や赤外スペクトル測定などにより解析すると共に、基本物性を熱分析など物理化学的に評価する。リピド A に抗菌ペプチドを作用させたときの変化を調べることにより、活性を向上させるための主要素を明らかにする。

平成20年度は *Erwinia carotovora* のビスリン酸リピド A を用いて、抗菌ペプチドマガイニン2の高活性化を検討した。同ペプチドの構成アミノ酸の中でグリシンやアラニンを、疎水性アミノ酸のフェニルアラニンや荷電性アミノ酸のアルギニンなどと置換したペプチドを合成して用いた。その結果、疎水性の向上及び荷電性基数の増加により、リピド A の高次構造はキュービックからラメラ状に転移し、リピド A 会合体表面のチャージは

中和された。また、生物活性は低下した。このことから抗菌活性の向上には、膜結合性を高めることが重要と考えられる。高感度計測技術の検討では、直径が約40 nm の銀微粒子を細胞表層に吸着させたときに、銀ナノ粒子間の表面増強ラマン散乱スペクトル信号が顕著に増幅され、タンパク質の単一分子レベルの計測を示唆する結果を得た。

〔分野名〕 ライフサイエンス

〔キーワード〕 リピド A、抗菌ペプチド、マガイニン2、高次構造、生物物理、単一分子感度計測

〔研究題目〕 超臨界二酸化炭素を利用するバイオマスから有用化学物質への触媒変換プロセス

〔研究代表者〕 白井 誠之 (コンパクト化学プロセス研究センター)

〔研究担当者〕 白井 誠之、佐藤 修、日吉 範人、山口 有朋 (常勤職員4名)

〔研究内容〕

本研究はインド国立化学研究所と共同で、環境負荷低減型の未利用バイオマス資源利用研究を行うものである。今年度は環境負荷低減型技術として高圧の二酸化炭素と高温水を用いた反応場を用い、植物油からバイオディーゼル燃料を生成する際に複成するグリセリンの変換について検討した。

グリセリン変換反応はバッチ式反応器で評価した。300℃の高温水のみでグリセリンを処理すると加水分解反応が進行した (反応時間5時間、転化率77%)。生成物の大部分はグリセリン及び中間体の重合により生じたチャーで、有用な化合物であるアセトール収率は極めて低かった (0.3%)。反応系に17.7 MPa の二酸化炭素を共存した条件で脱水反応を行うと、転化率とアセトール収率が共に向上することがわかった (反応時間5時間、転化率82%、アセトール収率1.3%) した。また二酸化炭素添加圧とともにアセトール収率も向上することも明らかにした。

〔分野名〕 環境・エネルギー

〔キーワード〕 バイオマス、超臨界二酸化炭素、環境負荷低減型化学合成プロセス

〔研究題目〕 糖鎖改変のための新規糖鎖関連酵素のクローニング

〔研究代表者〕 地神 芳文 (糖鎖医工学研究センター)

〔研究担当者〕 地神 芳文、千葉 靖典、新聞 陽一、横尾 岳彦 (常勤職員3名、他1名)

〔研究内容〕

酵母を利用したタンパク質生産については、これまで数多くの取り組みがなされ、一連の成果が報告されている。しかしながら、酵母の生産するタンパク質には酵母特有の糖鎖が付加するため、そのまま血中に投与すると糖鎖に対する免疫反応が起こり、医薬品などへの利用が

困難であった。本研究では、日本と韓国に存在する数多くの遺伝子バンクから糖鎖のヒト型化に必要な遺伝子ができるだけ多く単離し、それぞれの酵母で発現させ、効率良い変換が可能な遺伝子の評価を行なうことにした。

昨年度までに、酵母における糖鎖改変の初期反応に関与する $\alpha$ -グルコシダーゼ II と $\alpha$ -マンノシダーゼ-I、-II、GnT-I、-II などについて植物やカビ由来のオルソログ遺伝子の発現と機能解析を試みた。上記のうち、 $\alpha$ -グルコシダーゼ II、 $\alpha$ -マンノシダーゼ-I、GnT-I については、糸状菌 *Aspergillus saitoi* やイネ由来の遺伝子を導入しその効果について糖鎖構造解析による評価を行なったところ、酵母の N-型糖鎖改変において *A. saitoi* 由来の $\alpha$ -1,2-マンノシダーゼとイネの GnT-I の導入がよりよい効果が得られることが示された。

それぞれの研究成果については、随時メールなどで情報交換を行なった。また2008年6月に韓国・太田にて最終ミーティングとセミナーを行ない、地神と千葉が発表を行なった。また今後共同研究をどのように進めるか議論を行ない、それぞれ持ち帰って検討する事とした。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】糖転移酵素、酵母、糖鎖改変

【研究題目】角度分解型光電子分光による低次元量子系の研究

【研究代表者】永崎 洋 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】永崎 洋 (常勤職員1名)

【研究内容】

高温超伝導体 ( $\text{Ln, Ce})_2\text{CuO}_4$  (Ln: 希土類金属元素) 単結晶を育成し、角度分解光電子分光を行った。価電子帯の分散を詳細に調べたところ、反強磁性スピン相互作用に相当する波数において特徴的な電子構造の異常を観測した。また、この異常は、 $T_c$  の低い Ln においてより顕著であった。本実験結果によって、本系における伝導電子とスピンの強い相互作用がその電子状態、特に超伝導出現機構に大きな影響を与えていることが明らかとなった。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】高温超伝導体

【研究題目】ICT による安全・安心を実現するためのテラヘルツ波技術の研究開発

【研究代表者】神代 暁 (エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】神代 暁、菊池 健一、山田 隆宏 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

煙・煤・炎等により、試料採取が困難かつ赤外光・可視光の透過しにくい状況下における発生有害ガス濃度の遠隔検知を可能とする、可搬型テラヘルツ波分光器の開発を目標とする。昨年度は、独自開発の広帯域・低雑音超伝導ミキサと、共同研究機関 NTT の開発したフォト

ニック局部発振器を組み合わせ、従来技術では3バンド分を要する200~500 GHz 帯を1バンドでカバーするヘテロダイン受信器を、液体ヘリウム冷却の基で実現した。本年度は、受信器動作条件の最適化を進めるとともに、これを亜酸化窒素ガスの放射する10~100 fW 級の微弱テラヘルツ波の分光に応用し、広帯域スペクトル取得に成功した。また、周波数分解能0.5 GHz、測定時間40秒、電力分解能約10 fW の分光器性能を実証した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス、標準・計測

【キーワード】テラヘルツ、遠隔分光、ヘテロダイン分光、ミキサ、超伝導

【研究題目】光通信波長帯量子制御光変復調技術の研究開発

【研究代表者】土田 英実 (光技術研究部門)

【研究担当者】土田 英実、吉澤 明男、福田 大治 (計測標準研究部門) (常勤職員3名)

【研究内容】

実用的な搬送波であるコヒーレント光パルスに量子一括測定を適用して、シャノン限界を超える大容量光通信を実現するためには、光子レベルで強い非線形過程 (測定誘起非線形) を実現する必要がある。本研究は、このための基盤技術を確立することを目的として、光子数を識別できる光検出器の開発を行った。具体的には、チタニウム薄膜を用いた超伝導転移端センサを試作し、特性を評価した。390 mK 付近に転移温度を有するチタニウムを用いて光子数識別を実現する。本年度は、超伝導体への光吸収が最大となるように減反射コートや高反射ミラーによる光吸収構造を構築することで超伝導体への吸収率としては99%以上を達成することに成功した。また、1 MHz 以上のレーザ繰り返し周波数に対応するため、光受光素子への定電圧回路、SQUID 電流アンプなどの高速化による動作速度改善を行い、レーザ繰り返し周波数が1 MHz に至るまで量子効率が劣化することなく素子が動作することを実証した。更に、光通信波長帯においてエネルギー分解能0.28 eV~0.35 eV、量子効率65%、応答速度100 ns~540 ns を達成した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】光子数識別、超伝導転移端センサ、シャノン限界、量子一括測定、測定誘起非線形

【研究題目】高効率半導体量子ドット発光素子の研究

【研究代表者】西井 準治 (光技術研究部門)

【研究担当者】渡辺 歴、望月 博孝、金高 健二 (常勤職員4名)

【研究内容】

半導体量子ドットとナノ構造デバイスを組み合わせた高効率半導体量子ドット発光素子に関する研究に取り組

んだ。高効率半導体量子ドット発光素子作製に向け、粒径2.5~3.8 nm の広い範囲で大きさを制御して CuInS<sub>2</sub> 量子ドットを合成し、発行効率等を評価した。また、熱酸化膜を形成したシリコン基板の微細加工を行い、表面に周期300 nm 以下でサイドエッチされた基板を形成した。さらに、共同研究相手の韓国全南大学との合同セミナーを開催し、双方の研究成果についてディスカッションした。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】半導体量子ドット、周期構造、発光素子

【研究題目】短時間でストレス、疲労度、パフォーマンスの低下を自己評価できるテスト方法に関する研究（その3）

【研究代表者】熊田 孝恒（人間福祉医工学研究部門）

【研究担当者】熊田 孝恒、瀧田 正寿、河原 純一郎、武田 裕司、永井 聖剛（常勤職員5名）

【研究内容】

国際宇宙ステーションなどの隔離環境での人間のストレスを簡易に評価するために、認知課題に対する反応を利用した手法の開発を行った。本年度は、主に以下の2点を検討した。

まず、ストレスと認知課題の関係を明らかにするために、軽度な精神的ストレス負荷を与える被験者群と与えない被験者群について、Task Switching 課題の成績を群間で比較した。その結果、軽度な精神的ストレス負荷を与える被験者群と与えない被験者群で課題成績に違いがみられ、高ストレス群では、手がかり提示時間の影響を受けやすいことが明らかとなった。したがって、本手法が課題自体のストレスを測定しているのではなく、外的なストレスに応答する直接的な証拠を示すことができた。

また、昨年度までの成果からプロトタイプを作成し、8名の被験者に適用し、1日1回の課題遂行、POMS などのストレス評価を行った。その結果、被験者の年代に関わらず、一週間程度の較正期間をおくことで、その後のストレスを評価できることが示された。したがって、本プロトタイプがストレス評価に有効であることが確認された。

これまでの成果を基に、ハンドヘルド PC を用い、ゲーム感覚で行うことができる課題へのパフォーマンスに基づき、ストレス状態を自己評価できる二種類の方法（個人間データに基づくストレス評価モデル、個人内データに基づくストレス評価モデル）を完成させた。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】ストレス、認知課題、簡易生体計測

【研究題目】液晶性半導体分子設計のためのディスコチック液晶の基礎研究

【研究代表者】清水 洋（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】清水 洋（他常勤職員1名）

【研究内容】

π電子共役系を分子中心に有するディスコチック液晶では、分子が積層し形成されるカラムナ相においてアモルファスシリコンに迫る高速の電荷移動度を示すものが見出されており、液晶性半導体として近年の有機エレクトロニクス研究の一つの興味深いカテゴリーとして活発に研究されている。本研究では、中華人民共和国四川師範大学化学興材料学院趙可清教授を代表とする研究グループと共同でトリフェニレン骨格を持つ種々のディスコチック液晶について、液晶状態における水素結合等の分子間相互作用による分子揺動の変化と観測される電荷輸送特性の相関について研究を行ない、ディスコチック液晶をベースとした液晶性半導体の分子設計指針の確立に資する。日本側は中国側の合成した試料について電荷輸送特性を評価し、電荷移動度の高速化を目指した分子設計指針の確立を目指す。本年度は初年度の取り組みとして分子中に水素結合ポイントが一つ存在するトリフェニレンを先方から入手、電子物性測定用に再度精製を加えて電荷移動度を飛行時間計測法により評価した。その結果、ひとつの水素結合ポイントでは相当する非水素結合性化合物と同様の電荷移動度を示すことが判った。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】有機エレクトロニクス、液晶性半導体、電荷輸送

【研究題目】水中汚染物質分離用メソ孔性炭素吸着材の開発とオンライン水晶振動子微小天秤への応用

【研究代表者】山本 拓司（環境化学技術研究部門）

【研究担当者】山本 拓司、中岩 勝、遠藤 明、大森 隆夫（常勤職員4名）

【研究内容】

本研究では、制御されたメソ細孔構造を有する新規カーボン吸着剤を用いて、水中の微量汚染物質を検出するためのオンラインセンサーを日韓の共同研究により開発する。主な開発項目は、日本側（産総研）が「メソ細孔性吸着材の細孔特性・形状制御と水中における有機物吸着機構の解明」、相手国側（東亜大学）が「メソ細孔性吸着材を用いた水中の微量有機物質のオンライン測定システムの開発」である。日本側は、カーボン吸着剤の原料水溶液を均一な孔径を有する多孔質膜（SPG 膜）を通して乳化する方法（膜乳化法）で合成した、単分散の湿潤ゲル微粒子を前駆体として、単分散のカーボン吸着剤微粒子を合成した。膜乳化法における保持温度や連続相中の界面活性剤濃度を調節することで、作製した吸着剤のメソ細孔特性の制御技術を確立した。韓国側では、日本側で開発した吸着剤を水晶振動子にバインダーで固定化することでセンサーを開発し、水溶液中での水晶振

動子の振動数の変化に及ぼす吸着質の濃度の影響を検討した。モデル吸着質としてフェノール、リアクティブブラック、ローダミン B を用いた液相吸着実験を実施し、吸着質の分子構造とカーボン吸着剤の細孔特性との相関関係を示唆する結果が得られた。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 水中汚染物質、メソ細孔性吸着材、オンライン測定

【研究 題 目】 平成20年度高エネルギー密度界面を用いた大容量キャパシタの開発

【研究代表者】 本間 格 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 本間 格、松田 弘文、白 承敏、李 愚滉、平林 正之、工藤 徹一

【研究 内 容】

ナノ界面制御技術を用いて擬似容量付与した高容量型カーボン電極と耐電圧型固体電解質の2つの技術を融合することにより革新的な高エネルギー密度ナノ界面を構築し従来材料では達成出来なかった大容量電気二重層キャパシタの研究開発を行った。

① 耐電圧型固体電解質の開発：

耐電圧特性に優れ、且つ液体と同程度のイオン伝導性を有する新規固体電解質を目的とした新材料設計と合成プロセスの開発を行った。三次元連結的な無機固体ネットワーク中にイオン液体を閉じ込めることにより液体と同様なイオン伝導機構を有する固体電解質材料の合成と伝導特性評価を行った。

② 擬似容量付与した高容量型カーボン電極の開発：

グラフェンは柔軟な二次元炭素六員環ネットワークを有し高い電子伝導性、高比表面積と電気化学活性を有しているため大容量キャパシタに適した新規ナノカーボン材料といえる。本年度の研究開発ではグラフェンに擬似容量を付与するため、酸化スズのナノ粒子との複合型電極の合成プロセスを開発し、そのキャパシタ特性を評価した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 大容量キャパシタ、電気二重層、固体電解質、グラフェン、イオン液体

【研究 題 目】 木粉の元素分析業務

【研究代表者】 鷹觜 利公 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 丸山 一江 (常勤職員1名、他1名)

【研究 内 容】

地球温暖化問題への関心の高まりとともに、化石資源に代わるエネルギー源としてバイオマスが注目されている。特にわが国において小規模に分散している未利用の木質バイオマスの高効率利用技術の開発が求められている。

木質バイオマスには多量の水分が存在しており、輸送、利用においては事前に乾燥工程が必要である。その乾燥

処理後に熱分解して得られる炭化物をエネルギー源として利用する技術が開発されている。それら乾燥、熱分解過程では、その条件に依存して多くの化学変化が進行し、木質バイオマスの化学構造が変化することが考えられる。本研究では、そうした乾燥、熱分解で起こる化学構造変化の知見を得る目的で、原料である木質バイオマスおよびその乾燥試料、熱処理試料の元素分析を行う。

実験方法として、プラスチック製試料管に木粉または木粉熱処理物約1 g を採取後、CHN 分析計、およびCHNS 分析計にて分析する。同じ試料について3回分析を行ない、その平均値を結果とする。その後データ処理して、各試料の炭素%、水素%、窒素%、硫黄%、酸素% (差分より)、および灰分%を決定する。

今年度は、木粉、木粉熱処理物を8検体に対して上記の元素分析を計画通り実施し、その結果を報告した。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 木質バイオマス、元素分析、化学構造

【研究 題 目】 3次元画像情報に基づく看護教育支援のためのヒューマンセンシング

【研究代表者】 依田 育士 (情報技術研究部門)

【研究担当者】 依田 育士、大西 正輝、佐藤 雄隆、小林 匠、坂上 勝彦、細谷 大輔、佐藤 信彦 (常勤職員5名、他2名)

【研究 内 容】

本研究は、英国キングストン大学工学部、健康科学部と共同で、3次元画像情報を利用した看護教育支援方法に関する国際共同研究を実施するものである。その目的は、健康科学部基礎看護実習におけるロールプレイングの授業において、個々の学生の看護スキルを詳細に指導するために、3次元画像情報がどのように利用できるのかを具体的に検討することにある。現在の実習授業は、よりリアルな看護実習を実施するために、6台のベッドが置かれた看護実習室内において、個々のベッドに症状が異なる6人の患者に対して複数の看護師が同時並行的にケアする設定で指導が行われている。そのため、複数の講師側から見ても、細かい状況認識や指導が難しい環境であり、この問題に対して、3次元ステレオビジョンを利用することで、学生の移動軌跡を自動で取得したり、さらには行為に抜け落ちがないかなどを自動で認識したりすることで、きめ細やかな指導を実現することが可能かを検討するために行っている。共同研究開始2年目となった平成20年度は、昨年度行った基礎実験結果の検討を行い、その利用方法に関する具体的な検討を行った。また、双方の研究者が相手先を訪問・滞在して十分な議論を行うことで、研究交流を実施した。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 看護教育実習、3次元動線解析、ステレオビジョン、画像処理

**〔研究題目〕** 新世代ネットワークサービス基盤構築技術に関する研究開発 課題ア ネットワークユーザを支援する計測技術～ネットワーク『見える化』の実現に向けて～

**〔研究代表者〕** 小林 克志（情報技術研究部門）

**〔研究担当者〕** 小林 克志（常勤職員1名）

**〔研究内容〕**

効率的なインターネットアプリケーションの実現には、通信経路の状況（回線容量、誤り率、位置情報など）の把握と、それに応じたアプリケーション端末側の振る舞いが不可欠である。一方、インターネットでは通信経路の状況を端末側に提供する枠組みは提供されず、端末は通信経路の状態を推定、これに基づいて自身の振る舞いを決定してきた。回線の広帯域化と無線の普及によるネットワーク基盤の多様化は、内部状態の推定を一層困難としている。コンテンツ配信ではトラフィックの地理的な局所化による効率化が見込まれる一方で、通信経路の位置情報取得の困難さがこれを阻んでいる。

これらの問題を解決するため、本研究では、通信経路の状況を端末側に提供する枠組み『ネットワークの見える化』の実現に必要な技術開発をおこなう。

本研究の『見える化』は、送受信をおこなう端末および、通信経路上のルータの協業によって実現される。一方の端末は情報要求を送信データに重畳して送信、ルータは要求に基づいて自身の状況を通過データに上書き、もう一方の端末がこのデータを受信し、経路上の情報を得る。

本研究では、『見える化』にあたって必要な上述した基盤技術の実装に加えて、アプリケーションが内部情報を活用するための機構、サービス提供者、利用者の意向に沿った『見える化』の枠組みの技術開発をおこなう。

20年度は、『見える化』に必要なルータ機構の実装および検証をおこなった。さらに、実験テーマ毎に独立なネットワーク資源が提供される仮想化テストベッドでの実証実験を想定した、情報取得機構をルータに実装した。

**〔分野名〕** 情報通信・エレクトロニクス

**〔キーワード〕** インターネット計測、クロスレイヤ

**〔研究題目〕** 新世代ネットワークサービス基盤構築技術に関する研究開発 課題イ ネットワーク広域制御を利用するアプリケーションのためのフレームワーク技術

**〔研究代表者〕** 中田 秀基（情報技術研究部門）

**〔研究担当者〕** 中田 秀基、工藤 知宏、竹房 あつ子、高野 了成（常勤職員4名）

**〔研究内容〕**

計算機と光パスネットワークを、同時に事前予約、確保する環境で、容易に広域分散アプリケーションの実行を可能にする、アプリケーション実行フレームワークを設計実装する。

平成20年度に設計を行い、平成21年度に実装を、平成22年度に実証実験を行うことを予定している。

本フレームワークは、各ノード上で起動するアプリケーションプロセスの実行環境をあらかじめ整備する。このために、計算機上に、ユーザプロセスを直接起動せず、パイロットジョブを起動する。パイロットジョブは、仮想OSやユニファイドファイルシステムを利用して、実行環境を整え、その中でユーザプロセスを起動する。また、実行時に動的に定まる、ネットワークアドレスなどの情報、ノード間通信に必要な、暗号キーの交換なども、パイロットジョブが請け負う。これによって、ごく普通のクラスタ環境を前提としたユーザアプリケーションを、そのまま分散グリッド環境下で実行することができる。

平成20年度は、パイロットジョブを実行するノードマネージャの設計とプロトタイプ実装を行った。このプロトタイプでは、スタックブルファイルシステムを用いて、個々のノードでユーザが持つファイル環境上に、アプリケーション実行用の新たな環境を構築した。また、動的に確保する環境上で、静的な環境用のアプリケーションを変更することなく実行できることを確認した。平成21年度は、他プロジェクトで開発したモジュールへ組み込んだ本システムの実装を行う予定である。

**〔分野名〕** 情報通信・エレクトロニクス

**〔キーワード〕** グリッド、スケジューリング、事前予約、光パスネットワーク

**〔研究題目〕** ダイナミックネットワーク技術の研究開発 課題エ 大規模資源の管理・制御に関する研究

**〔研究代表者〕** 田中 良夫（情報技術研究部門）

**〔研究担当者〕** 田中 良夫、小島 功、工藤 知宏、児玉 祐悦、中田 秀基、竹房 あつ子、高野 了成（常勤職員7名）

**〔研究内容〕**

高品位映像サービスや大規模科学技術計算など、ネットワーク、計算機、ストレージなど複数の資源を要求に応じて動的に組み合わせて利用することを期待する分散アプリケーションは多岐にわたるが、そのための技術が確立されておらず、実用には至っていない。本研究では、大量のネットワーク資源、ストレージ資源ならびに計算機資源を、管理組織の境界を超えて仮想化して提供する、スケーラブルな仮想インフラストラクチャー構築技術の研究開発を行う。具体的には、①複数の組織から提供される多数の資源の情報を管理する高機能分散資源レジストリ、②複数の管理組織にまたがって資源のモニタリングを行う分散モニタリングシステム、③複数の組織により提供される資源を束ねて仮想インフラストラクチャーとして提供し、資源の負荷状況に応じてその構成を動的に変更可能にする資源管理システム、の3つの要素技術の研究開発を行う。平成20年度においては、高機能分散

レジストリの研究開発の実装を完了した。また、実装と並行して性能評価を行い、基本的な機能では実用的な性能が得られていることを確認し、本プロジェクト参画機関である KDDI 研究所と行なった基本接続試験において資源記述のデータ転送に成功した。分散モニタリングシステムの研究開発では、平成19年度に行った設計に基づき、詳細設計とプロトタイプの開発を行った。資源管理システムの研究開発では、(1)①高機能分散資源レジストリからの静的情報取得、(2)ユーザの要求に応じて仮想インフラストラクチャーを構成する資源の確保、(3)仮想インフラストラクチャーの再構成、(4)モジュール間インタフェースと授受データの標準技術の適用を考慮して詳細設計とプロトタイプ開発を完了した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】グリッド、ダイナミックネットワーク、仮想インフラストラクチャー

【研究題目】イオン交換樹脂の火災・爆発安全性に関する比較論的研究(Ⅲ)

【研究代表者】岡田 賢(安全科学研究部門)

【研究担当者】岡田 賢、佐藤 嘉彦、秋吉 美也子、松永 猛裕(常勤職員3名、他1名)

【研究内容】

先進オリエントサイクルの研究開発が行われており、アクチニドの精密分離技術として3級ピリジン型樹脂を用いたイオン交換法が開発されている。本技術では塩酸、硝酸およびメタノールを溶媒として用いており、酸化剤と還元剤との混触となるため、潜在的な発火・爆発危険性がある。熱的安全性を定量的に把握することが必要不可欠である。3級ピリジン型樹脂単体および溶媒との混合物の基礎熱化学特性を熱分析等により把握した。また、熱分析装置で得られた結果を参考として、実スケールにより近いグラムスケール加熱実験を実施し、工学的実証に向けた基礎データを得ることを目標とした。熱分析装置での発熱量が多い硝酸系での実験を実施した。塩酸系では樹脂の熱的安定性はよいと考えられる。一方、硝酸型樹脂/メタノール/8M 硝酸混合系については約220℃に発熱が検知され、塩酸型樹脂より反応性が高いと考えられる。硝酸型 IER/メタノール/硝酸の混合物は、断熱状況下では潜在的な発火危険性があるため実際の運転では温度、酸濃度、メタノール含有量に注意を払う必要がある。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】原子力安全、新再処理システム、工学的評価、熱的安全性

【研究題目】FY20液化天然ガス/液体酸素ロケット燃料の爆発威力に関する要素実験

【研究代表者】飯田 光明(安全科学研究部門)

【研究担当者】飯田 光明、角舘 洋三、藤原 修三、

薄葉 州、若槻 雅男、金 東俊、Martin Castillo、中山 良男、和田 有司、椎名 拓海、今村 友彦、堀口 貞茲、茂木 俊夫  
(常勤職員7名、他6名)

【研究内容】

本研究は、ロケット推進薬としての液化天然ガス/液体酸素の爆発威力に関して、シミュレーション解析および大規模検証実験の実施に必要な、推進薬特性の取得と実験手法を確立することを目的としている。そのため、ロケットの転倒あるいは墜落時に起こりうる現象に対応して、少量(百グラムオーダー)の液化天然ガス/液体酸素を用いて以下の要素実験を実施した；①気相爆発における遠方での爆発威力評価法の確立、②液相爆発における爆轟条件の導出、③液相気相状態調査(1)平衡状態図、④液相気相状態調査(2)コンクリート表面での蒸発挙動、⑤液体飛散実験手法の検討および自己着火の可能性の調査、⑥蒸発ガス拡散の調査。①に関しては TNT 爆発時の爆風挙動、特に遠方での爆風波形との比較により、TNT 当量を算出する方法について検討を行い、②については液相混合物の閉じ込め条件が爆轟に与える影響を求めた。③、④および⑥に関しては、シミュレーション解析手法の確立および精度向上に必要な基礎データとして提供することができた。⑤に関しては、大規模なロケット燃料の衝突実験を行うことを想定し、そのために必要な実験手法を確立するとともに、データ取得、解析を行う上での問題点を明らかにした。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】ロケット燃料、推進薬、液化天然ガス、液体酸素、飛散、蒸発、拡散、爆発、爆轟、爆発威力、爆風

【研究題目】微傾斜基板を用いる III 族窒化物半導体薄膜及びヘテロ構造に関する研究

【研究代表者】沈 旭強(エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ)

【研究担当者】沈 旭強、奥村 元、清水 三聡、井手 利英(常勤職員4名)

【研究内容】

高周波、高出力、高温動作電子デバイス、特にマイクロ波高出力デバイスは次世代通信分野では非常に大きな実用価値がある。しかし、現在の材料及びプロセスがその限界に達しており、それ以上に発展させることが困難である。社会の発展ニーズに適合するためにワイドバンドギャップ半導体の利用が現在の困難を克服する鍵を握っている。ワイドバンドギャップ半導体である窒化物半導体は優れた特性を持ちながら AlGaIn/GaN のようなヘテロ構造の作製が可能であるので、近年最も注目されている分野の一つとも言える。

本研究目的は、窒化物半導体材料品質改善及び電子デ



バイス（特に高周波、高出力、高温動作電子デバイス）実用化のために基礎研究を行うことである。

研究内容として、微傾斜サファイア基板上に MBE 法および MOCVD 法による高品質な AlN と GaN 薄膜を成長する。そして AlGaIn/GaN ヘテロ構造を作製とその構造特性及び電気特性の評価を行う。今年度では、MBE 法、MOCVD 法およびそれらの成長法を融合して GaN 薄膜を成長し、HRXRD および AFM により薄膜の構造特性及び表面モロロジーの評価を行った。特性評価を行った所、最適な基板傾斜角度が  $0.5^\circ$  であることが分かった。また、AlGaIn/GaN ヘテロ構造を作製し、その電気特性評価およびデバイス試作を行った。デバイスのゲートリーク電流が基板傾斜角度に大きく依存することが分かった。研究成果を国際学会に発表した。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】窒化物半導体、薄膜、表面モロロジー、表面ステップ

【研究題目】平成20年度地下水流動解析モデルの総合的検証手法の検討

【研究代表者】渡部 芳夫（深部地質環境研究コア）

【研究担当者】渡部 芳夫（深部地質環境研究コア）、関 陽児、杉原 光彦、富島 康夫、鈴木 庸平、李 琦、塚本 齊、風早 康平、高橋 正明、森川 徳敏（地質情報研究部門）（常勤職員9名、他1名）

【研究内容】

日本原子力研究開発機構（JAEA）幌延深地層研究センターおよびその周辺地域から地下水流動に関する実データを取得し、長期の地質環境変動を考慮した広域地下水流動解析の検証を行い、評価手法を提示することを目標とした。

前記の目標へ到達するために1) 広域地下水流動概念モデル構築のための地下水水質形成機構の解明、2) 長期にわたる広域地下水流動に与える外的要因の評価、および、3) 水文地質構造モデルの高度化のための解析手法の整備、の3つの課題の解明を目指した。そのための具体的な調査研究として、以下の6項目を実施した。

1) 深層試錐孔掘削では、孔底深度512 m の調査孔を掘削し、深度150 m 以深からオールコア試料を採取して、6) に供するとともに、10区間における水理試験を実施して水理特性を明らかにしたうえで、みずみちが捕捉できた3区間において原位置地下水の採試し、4) に供した。2) 基準点における絶対重力計による連続精密測定と50地点での相対重力計による重力測定結果を併用するハイブリッド重力探査を実施し、次年度以降の継続観測の可能な体制を構築した。3) 衛星レーダーの確実な参照点とするため5箇所レーダー反射板を設置し、次年度以降の継続観測の可能な体制を構築するとともに、

予察的な衛星画像解析を行なった。4) 取得された人為的擾乱程度の比較的少ない地下水・ガスの化学分析と同位体分析を実施し、幌延地域の地下水の起源と年代に関して予察的に検討した。5) 立坑掘削に伴う地下水の排水と地下水流動、それに伴う帯水層の変形に関する基礎的なモデル計算を実施した。6) 取得された人為的擾乱程度の比較的少ない岩芯試料から間隙水を抽出して化学、生物化学分析を実施し、幌延地域の地下水の生物化学的特性の基本的な情報を取得した。

【分野名】地質

【キーワード】安全評価、地下水流動モデル

【研究題目】テストに基づく補題発見法を用いた安全性自動検証器の開発

【研究代表者】高橋 孝一

（システム検証研究センター）

【研究担当者】高橋 孝一、関澤 俊弦、中野 昌弘（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

プログラムの正当性において基本的かつ重要である、不変性の自動検証手法の開発を目的とする。不変性はプログラムの実行によって起こりうるそれぞれの状態において、前後の状態に関わらず成否が決定できる性質である。不変性の自動検証手法として、不動点帰納法が提案されているが、証明成功に必要なひらめきの情報、つまり人が補題を与えなければ、多くの問題において自動証明は困難である。

本研究は、証明に必要な補題を自動発見することで、不動点帰納法の証明力を向上させる。不動点帰納法によって得られる部分的な情報を元に大量に補題候補を生成し、各候補を並列的に検査することで、多くの問題が自動証明可能となることを期待する。

既に知られている自動証明技術を簡便に取り入れるため、検証エンジンとして SMT を採用し、不動点帰納法に必要な最弱事前条件計算の実装を行った。SMT の本来の使用法と若干異なるため性能が著しく低かったが、コードを修正することで最低限の性能を確保した。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】形式仕様、自動検証、安全性、帰納法

【研究題目】高感度・高密度バイオ光受容素子

【研究代表者】山本 典孝（光技術研究部門）

【研究担当者】谷垣 宣孝、服部 峰之、平賀 隆（光技術研究部門）、寺崎 正（生産計測技術研究センター）、（常勤職員5名）

【研究内容】

光合成系は40億年にもおよぶ生物の進化過程で自然淘汰されて生み出された最高の光電変換系であり、直径わずか10 nm の蛋白構造体が行っている量子収率は100%近く、人工分子では達成できない性能を有する。本研究

はこの基本性能を利用した、“室温”で光電変換効率60%、ピクセルサイズ100 nm の光受容素子を達成することを目標としている。

本年度の成果として以下のものが得られた。

(1) 光化学系 I 複合体 (PSI) を固定化した Au 電極基板上を FET のゲートに接続しソースドレイン間電流の光応答 (光 Ids) を評価し、作用スペクトルから PSI の光励起に由来することを確認し、PSI を介して FET 駆動できることを実証した。(2) PSI 刺激 FET の光 Ids に関して16階調の照射光強度に応じて16階調の Ids 信号が得られることを確認し、イメージング素子として機能することを実証した。(3) 共同研究先の名古屋大学・中里研が試作した CMOS チップアレイ上に PSI の固定化を行い、FET デバイスが高密度に集積したセンサーアレイのプロトタイプ作製を行なった。(4) 溶液中に存在するイオンの動きによる動作の不安定性などを抑えるため、密閉系セルの開発を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 光化学系 I 複合体 (PSI)、光電変換、Au ナノ微粒子、耐熱性藍色細菌

【研究題目】 透過型陽電子顕微鏡

【研究代表者】 鈴木 良一

(計測フロンティア研究部門)

【研究担当者】 大島 永康、大平 俊行、木野村 淳、小林 慶規、伊藤 賢志

(常勤職員 6名)

【研究内容】

透過型陽電子顕微鏡の実現には、0.1 mm 以下の径の高強度低速陽電子ビームが必要であることから、電子加速器を用いて高強度低速陽電子ビームを発生し、効率よく集束して透過型陽電子顕微鏡として利用する研究を行っている。また、集束した陽電子ビームを用いた応用研究も進めている。陽電子ビームの集束技術には、電子加速器で発生した10 mm 程度の磁場輸送陽電子ビームを1 mm 程度に集束して弱磁場領域に引き出し、集束ビームを金属薄膜を透過させて減速することによりビームの発散角を小さくし、その後ビームを再度加速して集束する高輝度化手法を用いている。この陽電子の減速を行う金属薄膜の安定的な熱処理法を確立することにより、陽電子ビーム径を最小30マイクロメートル程度に縮小することに成功し、試料部におけるビーム強度も同時に4倍ほど改善することに成功した。また、メッシュでマスクしてイオン照射を行うことにより一部の領域に欠陥を導入した試料を準備し、集束した陽電子ビームを短パルス化して試料中に3次元的に制御して打ち込むことで、任意の深さにおける陽電子寿命をコントラストとした欠陥分布の画像を取得することに成功した。計測時間は1画素1秒程度と実用的なレベルであり、1時間程度の計測時間で1画像が取得できることを実証した。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 陽電子、顕微鏡、ビーム集束

【研究題目】 変異遺伝子の設計・作成、組換え蛋白質の発現・精製・解析

【研究代表者】 上田 太郎

(セルエンジニアリング研究部門)

【研究担当者】 上田 太郎、岩井 草介、

(兼任常勤職員1名、他2名)

【研究内容】

目標：

アクチン・フィラメント (以下アクチン) は細胞内のさまざまな部位に過渡的に形成され、多様な生理現象に関与するが、同一細胞内の異なる領域に存在するアクチンが、どのような分子機構で別々のアクチン結合蛋白質と相互作用して機能分化するのかは未だ明らかではなく、細胞生物学における大きな課題である。一方、アクチンは構造多型を示すことが報告されたが、構造が異なるアクチンが別々の結合蛋白質に対して異なる親和性を有することは容易に予想されることから、アクチンの構造多型が細胞内での機能分化と関連している可能性が高い。そこで本研究では、アクチンの構造多型を電子顕微鏡、および蛍光顕微鏡で観察するための標識を開発する。

研究計画：

アクチンフィラメント中の個々のサブユニットの構造多型を観察するために、われわれが開発した棒状標識 (反平行 $\alpha$ ヘリックスの折り返し点に GFP をもつ、長さ15 nm の棒状人工蛋白質モジュール) を付加したアクチンを作成し、この構造を電子顕微鏡で観察する。具体的には、この棒状標識を、アクチンの N 末、C 末、および1-4の各サブドメイン内の表面ループに付加した組換えアクチン遺伝子を作成し、われわれが最近開発した高効率組換えアクチン発現系で発現、精製する。こうした得られた棒状標識付加アクチンを電子顕微鏡で観察して、標識の方向と構造多型の関連を調べる。さらに、ミオシンなどの種々のアクチン結合蛋白質を結合させ、これによってアクチンの構造が変化するか、もし変化があるなら、結合したアクチン結合蛋白質に対して一方向的か双方向的かなどの検討を行う。

構造の異なるアクチンは、サブドメイン2と4の間のクレフトの開き方に顕著な差があると示唆されている。それにしたがって、クレフト内部の適当な位置に蛍光標識を導入すれば、構造変化に対応して蛍光特性が変化するアクチンを作成できると期待される。そのアクチンに上記棒状標識を導入し、蛍光特性、棒状標識の角度、および平均化像の画像解析の関連づけを確立し、電子顕微鏡による高解像度解析と蛍光観察の結果の対応づけを実現する。

一方、上記蛍光アクチンを培養細胞に顕微注射して蛍光観察を行う。この結果と全アクチンの蛍光像を比較し、

構造の異なるアクチンの細胞内分布を決定することで、細胞内の分子構築（葉状仮足、指状仮足、接着斑、分裂環、ストレスファイバーなど）とアクチンの構造多型の間の関連を探る。

以上の実験から得られる結果を統合し、アクチンの構造多型に関する高分解の構造的知見、関連するアクチン結合蛋白質、細胞内構造と運動機能の関連を明らかにする。本研究では対象をアクチンに絞るが、対象となる蛋白質が複数の構造状態をとり、かつ多機能であることが予想される際に、その蛋白質に電子顕微鏡および光学顕微鏡で検出可能な標識を付加することで構造多型と細胞内機能との関連を明らかにするという、モデルケースの1つとなると期待される。

年度進捗状況：

棒状プローブ自体の開発は順調に推移し、これをアクチンの N 末端に融合したタンパク質の発現・精製・電子顕微鏡観察も行った。しかしアクチンの構造変化を鋭敏に検出するためには、アクチンの内部にプローブを挿入する必要があるため、そうした融合タンパク質遺伝子を4種類作成した。しかしいずれも全く発現されなかった。アクチンは非常に保守的なタンパク質なので、そうした改変には適さないのかも知れない。そこで、プローブとアクチンを個別に精製し、タンパク質工学的に導入した二つの Cys 同士をニカ所で結合させることにより、アクチン表面に棒状プローブを固定することを試みることにした。

一方蛍光アクチンの細胞内観察に関しては、アクチンの構造変化を鋭敏に検出するためには、ピレンラベルのアクチンが好適であるが、ピレンの蛍光は細胞内では検出することが事実上不可能であることが判明した。そこで次善の策として、ピレン蛍光を用いてアクチンフィラメントの協同的構造変化の方向性を検出することとした。その結果、ミオシン結合によるアクチンフィラメントの構造変化は一方的であり、B 端方向にのみ伝播することが明らかとなった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】棒状プローブ、電子顕微鏡、蛍光観察、タンパク質の構造変化

【研究題目】新規高機能型ファブリー病治療薬の酵母による産生

【研究代表者】千葉 靖典（糖鎖医工学研究センター）

【研究担当者】千葉 靖典、地神 芳文、渡邊 徹（常勤職員1名、他2名）

【研究内容】

本受託研究では、ヒト型糖鎖を持つ糖蛋白質を生産する酵母を利用し、ファブリー病治療薬となる新規高機能型酵素を生産・精製する系を開発することを目的とした。

高機能型  $\alpha$ -ガラクトシダーゼ（改変型  $\alpha$ -NAGA）をメタノール産性酵母で発現させて、精製を進めた。ヒ

ト  $\alpha$ -ガラクトシダーゼと同様、培養後、その上清から硫酸塩析、陰イオン交換カラム、さらに疎水性カラムと陰イオン交換カラムによるリクロマトグラフィーを行なった。その結果、酵素はCHO細胞で生産された改変型  $\alpha$ -NAGAの1/8程度の比活性まで精製された。またマンノース-6-リン酸型糖鎖を増やした酵素を生産するため、*MNN*遺伝子を共発現した酵母株での生産も試みた。同株から上記の方法で約120  $\mu$ gのマンノース-6-リン酸型糖鎖が増えたと思われる改変型  $\alpha$ -NAGAを精製した。

粗精製後の改変型  $\alpha$ -NAGA は *Cellulomonas* 属の培養上清より回収した  $\alpha$ -マンノシダーゼを用いて処理を行い、処理前後の NAGA をウエスタンブロットで Anti-NAGA 抗体とマンノース-6-リン酸レセプターを用いて、糖鎖のマンノース-6-リン酸が露出したことを確認した。Mannosidase 処理後の NAGA は再度、陰イオン交換カラムと疎水性カラムを用いて精製を行った。

得られた酵素について、ファブリー病患者由来繊維芽細胞による取り込み実験を行なった。改変型  $\alpha$ -NAGA を培地に添加し、3日後に細胞を回収、細胞内の  $\alpha$ -ガラクトシダーゼ活性を測定した。その結果、細胞内への改変型  $\alpha$ -NAGA の取り込みが見られた。また5 mM の M6P の添加による取り込みの阻害が見られ、M6P receptor に依存した取り込みが行われたと考えられた。酵母由来の改変型  $\alpha$ -NAGA の取り込み効率は、CHO細胞発現 NAGA mutant の文献値と同等以上（1.1～1.2倍）であった。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】リソソーム病、酵母、酵素補充療法

【研究題目】中性子捕獲実験用レーザー逆コンプトン光の研究開発

【研究代表者】山田 家和勝

（計測フロンティア研究部門）

【研究担当者】豊川 弘之、小川 博嗣

（常勤職員3名）

【研究内容】

ウランを効率的に利用し、マイナーアクチニド（MA）の燃焼を可能とする革新的高速炉システム技術の核設計や安全性評価のためには、MA 核種や長寿命核分裂生成物の中性子捕獲断面積測定が重要課題の一つとなっているが、測定サンプル入手が困難な同位元素も存在する。この場合、中性子捕獲の逆反応である光核反応の断面積を測定し、その結果と理論計算から中性子捕獲断面積を予測することが可能となる。一方で産総研では、電子蓄積リング TERAS の高エネルギー電子ビームにレーザー光を集光照射することにより、レーザー逆コンプトン光（レーザーコンプトン散乱エネルギー可変準単色  $\gamma$ 線ビーム）を発生させることが可能である。当該課題では、光核反応断面積測定を効率良く行うために当所のレーザー逆コンプトン光発生をより安定化・高信頼化さ

せるための技術を開発し、供給することを目標としている。

平成20年度は、昨年度の装置改良により高信頼化されたレーザー逆コンプトン光を日本原子力研究開発機構及び甲南学園による Se-78、Zr-106等を用いた光核反応実験に供給し、予定された実験を計画通り遂行できた。また、レーザー逆コンプトン光発生装置への高い電子入射効率の維持を目的として、電子入射用リニアック TELL の電子ビームを高品質化するため、SF<sub>6</sub>ガスを封入したマイクロ波導波管と高真空状態の加速管を分離するための RF ウィンドウを更新するとともに最適化作業を行った。これにより加速管に十分な出力のマイクロ波を供給できるようになり、劣化しつつあった電子ビームの収束性の改善により、TERAS への高いビーム入射効率が確保できる見通しが得られた。

【分野名】 標準・計測

【キーワード】 電子蓄積リング、電子リニアック、レーザー逆コンプトン光、光核反応、革新的高速炉、中性子捕獲断面積

【研究題目】 グローバル COE プログラム「材料イノベーションのための教育研究拠点」

【研究代表者】 水谷 亘（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 水谷 亘、前田 英明、村田 和広（常勤職員3名）

【研究内容】

海外から4人の若手研究者を招聘し、ナノテクノロジー研究部門に1ヶ月から2ヶ月間の滞在期間中に、議論、セミナー、実験、展示会出展を通して産総研や当部門の実状を伝えるとともに、将来に向けての国際共同研究の足場を固めることに努めた。招聘した4人の内訳は、以下の通り。2名はアジア・ナノテク・キャンプの参加者で、そのうち1名は主に九州センターで研究室の見学、議論、セミナーを通して新しい研究課題を模索した。3名はつくばセンターに滞在し、有機 EL とスーパーインクジェット技術に関する実験を行った。

また、ナノテク部門を国際拠点とするため、部門に所属するメンバーの管理システムを国際対応するべく改修を行った。さらに、前年度のアジア・ナノテク・キャンプの講義録として、キャンプ参加者がビデオ撮影した約14時間の映像を DVD に編集し記録とした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 国際拠点化、若手研究者の招聘

【研究題目】 SKYNET サイトにおけるエアロゾル直接観測のサンプリング・計測システムの統一

【研究代表者】 兼保 直樹（環境管理技術研究部門）

【研究担当者】 兼保 直樹（常勤職員1名）

【研究内容】

エアロゾル光散乱係数を測定する積分型ネフェロメータ（Integrating Nephelometer : IN）は、定期的なキャリブレーションが必要である。今年度から、これまで放置されてきた SKYNET サイトでの I.N.のキャリブレーション状態の確認と、定期的なキャリブレーションの実施を開始した。

エアロゾル・インレットを通過した大気の計測データの確認を行うため、取得データのうち、テープ式エアロゾル光吸収計 SP-Y02のデータ一次処理及び物理量変換を開始した。辺戸においてはインレットの湿度低減のため、2008年2月21日よりヒータによりインレット室内部分の40℃加熱を開始した。加熱前には外気湿度が90%程度まで上昇した際、TSI 機内では同様に90%程度まで上昇する場面があったが、加熱後には機器内部は相対湿度70%程度が上限となるまで低湿化された。11月7日から50℃に設定温度を上げたところ、内部湿度の上限は50%程度となったことから、以降、ヒータ加熱温度は50%を採用することとした。福江においては、インレット本管に対する50℃の加熱を2008年12月14日より実施しており、外気の相対湿度が90%程度のときでも Radiance M903内での相対湿度は50%が上限となった。また、宮古島においても2008年9月25日より40℃加温、2009年2月6日より50℃加温を開始している。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 大気エアロゾル、ネットワーク観測、光学的特性、気候影響

【研究題目】 北海道産低品位石炭を活用したパーラー排水浄化システムの開発

【研究代表者】 湯本 勳

（ゲノムファクトリー研究部門）

【研究担当者】 横田 祐司、広田 菊江

（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

目標、および研究計画：

パーラー排水浄化システムにおいて微生物処理の観点から高効率化および低コスト化の実現を目的とし、同排水処理システムの現状の細菌相を分析するとともに、微生物の導入法や運用法を検討する。

年度進捗状況：

まず、パーラー排水浄化システムにおける微生物相の現状を把握するために、マーカー遺伝子による分類学的同定および培養に依存しない環境抽出 DNA に対してマーカー遺伝子増幅によるクローン解析を行った。また牛乳廃液処理に対する温度の依存性を検討するために実験室で構築した活性汚泥槽の浄化能力に対する温度の影響を検討した。

嫌気槽および好気相について夏期と冬期にサンプリングを行って細菌相を解析した。夏期の嫌気層は *Actinobacteria* 門に属する *Olsenella* 属乳酸菌が、好気

槽では $\beta$ -*Proteobacteria* 綱に属する *Zoogloea* 属細菌がそれぞれ最優先種であった。一方冬期においては、嫌気槽は *Firmicutes* 門に属する *Lactococcus* 属乳酸菌が、好気槽では夏期サンプル同様 *Zoogloea* 属細菌がそれぞれ最優先種であった。このことは、好気層は嫌気層ほど外部環境の影響を受けないことを示唆している。実験室内で構築した活性汚泥層において低温下で馴化培養した場合において、処理能力の著しい低下が見られたことから、温度は本システム運用において重要なファクターであることが示された。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】微生物利用、環境浄化、微生物群集構造解析、パーラー排水、固定化微生物

【研究題目】養殖真珠の代替核となるセラミックス中空ボールの研究開発

【研究代表者】長江 肇

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】長江 肇、杉山 豊彦、大橋 優喜、伴野 巧(常勤職員4名)

【研究内容】

養殖真珠の核は、ドブ貝やシャコ貝の殻から製造されているが、生物資源保護やワシントン条約の対象種となり、確保が困難となることが懸念される。そこで、天然貝殻に替わる材料の開発が求められているが、未だに実用化には至っていない。このようなことから本年度は、表面コーティング装置による積層構造体の作製条件の検討や非球状核の製造法の確立および養殖実験を行った。

セラミックス核と真珠層との親和性の向上を図ることを目的として、貝殻クズを微粉末にし、水や粘性促進剤などを加えて流動化して核表面へのコーティング技術の検討を行った。中空セラミックス核(焼成前・後)を試料に用いて装置の回転数、温度などとスプレーガンによる噴霧条件としてスラリー濃度、バインダーの添加量、噴霧量などの最適条件の検討を行った。また、表面の光沢(平滑度)を得るための各種実験も行った。その結果、一定の条件化で噴霧すればセラミックス核表面に薄膜の形成層が得られることを見出した。この繰り返しを行えば、積層構造を持つセラミックス核が得られることも分かった。一方、光沢核の作製では、加焼成や微細なガラスなどを表面にコーティングすることにより核表面の光沢は得られたが、焼成時における核同士の接着や核底面にアルミナ敷粉が付着するなどの欠陥が生じた。

真珠にバリエーションを持たせることから球状核のみならず、非球状核や有色核を製造するための検討を行った。各種成形法の検討を行いながら有望な成形法を選択し、各種非球状形のセラミックス核を作製した。その結果、常圧鋳込み成形法では、作製する成形体が小さい(3 mm~7 mm)ために、鋳込み口の取り付けが難しいことやスラリーが充填不足になり満足な成形体を得る

ことができないことが分かった。このようなことから、石膏型を用いた型押し成形法や手おし成形法よりハート形、多角ハート形、涙滴形、正八角形などの各種非球状核を作製した。さらに、各種陶磁用着色源を用いて、その種類や添加量、焼成条件などの検討を行った。その結果、顔料の添加率(10~25 wt%)や焼成スケジュールを最適化することにより1230℃~1280℃-OF(酸化)焼成で良好な色調をもつセラミックス核が得られた。

養殖実験として球状核・各種非球状核(白色・有色核)をアコヤ貝に挿入した(2008年5月)。約7ヶ月後に浜揚げ・取り出し、各種処理を行った結果、球状核は真珠層の形成差による変形が多少見られたが、良好な真珠が得られた。軽量化されたセラミックス中空ボール(核)の方がアコヤ貝へのストレスが低減され、良質真珠の歩留まりが向上することを期待したが、明確な優位性は見られなかった。非球状核は小さいほど、また丸形に近いほど良好であった。着色核は球状核、非球状核とも色の濃い方が良好な傾向を示し、良質な真珠が得られた。

【分野名】ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】生物資源枯渇対策、真珠、代替核、中空ボール、セラミックス

【研究題目】R-BTP 吸着剤の性能評価研究

【研究代表者】和久井 喜人(コンパクト化学プロセス研究センター)

【研究内容】

本研究は東北大学ラジオアイソトープセンターが主委託先となって実施している原子力基礎基盤戦略研究イニシアティブ「新規 R-BTP 吸着剤による簡素化 MA 分離プロセスの開発」の一環として再委託されている。

新規な isoHexyl-BTP 及び isoHeptyl-BTP 吸着剤を用い、高温環境下で硝酸溶液から希土類元素のバッチ吸着およびカラム分離試験を実施するとともに、溶媒抽出法を併用して吸着抽出機構を解明する。さらに種々の温度環境下で硝酸溶液と接触させ、試薬の分解溶出量および性能劣化(吸着性能の変化等)を評価する。また温度を変化させて硝酸溶液と長時間接触させた後の吸着剤の抽出挙動及び熱分解挙動を測定し、吸着剤の熱的安定性を評価する。

硝酸濃度を変えた吸着試験では高レベル放射性廃液の酸濃度に近い3~4 M に吸着の極大を示し、吸着剤としての有効性が示された。また低酸濃度域で吸着性を示さず、担持された金属の回収と吸着剤の洗浄再生が容易であった。3 M 硝酸中からの希土類元素の吸着特性を比較した結果、ディスプレイウムに極大を有する特異な元素選択性が得られると共に、軽希土と中希土の間で大きな分配の差が得られた。カラム吸着試験ではバッチ吸着特性に準じる分離特性が観測された。種々の硝酸濃度で接触させた吸着剤について熱重量一示差熱分析を実施し

た結果、全熱重量減少値や有機物の分解に伴う発熱ピーク位置の変化は硝酸濃度や接触時間に殆ど依存しないことから、吸着剤からの試薬溶出量は僅かであると判断でき、硝酸接触前後の吸着剤の熱安定性に違いはないものと判断された。

【分 野 名】 環境・エネルギー

【キーワード】 原子力、放射性廃棄物、希土類元素、吸着剤、イオン交換分離

【研究 題目】 プローブ情報システムにおける匿名認証方式に関する検討

【研究代表者】 繁富 利恵

(情報セキュリティ研究センター)

【研究担当者】 繁富 利恵、副田 俊介

(常勤職員1名、他1名)

【研究 内容】

位置・時間を含む車両情報を集約するプローブ情報システムにおいて、情報発信者の安心の為に求められる「匿名」の性質に関する検討を行い、車両情報を収集する際に、個の特定を必要とせずに、有する権利の認証・承認を行うことが出来る具体的な手法を提案しなければならない。

そこで、プローブカー情報サービスごとの必要最小限の情報が何であるのかについて定義を行わなければならない。しかし、プライバシーが保たれていると技術的に示せたとしてもユーザの心理的にプライバシーを保護したと許せるとは限らない。今後はユーザが心理的にもプライバシーを保っていることと許すことができるかどうかについての検討も必要である。ここは、サービスごとユーザ動向調査、および、実証実験や実際のサービスデータを利用した検証が必要である。

そこで、本年度は、既に行われた平成13年度横浜市および平成14年度名古屋市で行われたプローブカーの実証実験のデータをもとに、プライバシー保護と情報の有用性の両立を実現するための検証実験を行った

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 プローブカー、プライバシー保護、個人情報保護

【研究 題目】 大阪大学博士課程学生および若手教員の教育研究支援

【研究代表者】 湯浅 新治

(エレクトロニクス研究部門)

【研究担当者】 湯浅 新治 (常勤職員1名)

【研究 内容】

平成20年度は大阪大学基礎工学研究科から2名の大学院生を実習生として長期間受け入れ、実験研究を通じて教育を行った。具体的には、超高真空 MBE 装置を用いたエピタキシャル MgO-MTJ 薄膜の作製、電子ビーム露光を用いた MTJ 素子のナノ加工、および素子の伝導

特性と磁気特性の基本測定などを行い、成膜から素子加工、測定までの先端技術の実習を行った。また、実習生の MBE 成膜実験をより安全かつ効率的に行うために、多源の電子ビーム蒸着源を新規購入し、同装置を題材にして実験装置の設計と導入・立ち上げ作業に関する実習を行った。

【分 野 名】 情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】 スピントロニクス、TMR 効果、MBE 成長

【研究 題目】 新たな機能を付加した会津桐によるバリアフリー商品の開発

【研究代表者】 金山 公三

(サステナブルマテリアル研究部門)

【研究担当者】 金山 公三、三木 恒久、杉元 宏行

(常勤職員3名、他1名)

【研究 内容】

地域資源である会津桐は、長年約3千立米以上の供給量を持つ資源量(都道府県別で福島県が全国第1位)を確保してきたが、近年生産量の減少が続く、会津桐資源の衰退が懸念されている。今後、全国的に知られている会津桐資源の生産量を維持していくためには、計画的な植栽と伐採による資源生産サイクルを踏まえた適正な振興策とともに、その資源を活用した新たな用途拡大や新製品の開発が必要である。これは、健全な森林育成を図り CO<sub>2</sub>の吸収と水源の確保、樹木育種の促進による環境保全によって地球環境保全に寄与するものである。さらに、桐に関連する林業従事者や素材生産業など広範な産業の雇用創出が期待でき、地域における大きな人材的・経済的な波及効果が見込まれる。

そこで、会津桐材の特性を維持しながら、桐材の最大の短所とされている「軟らかで傷つき易い表面」のキズや汚れを防止する処理として、「表面強化」および「染色」による表面改質を施した試験片について、それらの耐久性を評価するために JIS に従って促進劣化試験を行い、色差ならびに光沢変化を計測すると共に、その外観変化を観察した。その結果、それぞれの表面処理ごとの効果の差が具体的な数字として明瞭となり、製品に適用する処理方法の最適化に関する有益な情報が得られた。

【分 野 名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 会津桐、表層圧縮加工、染色、耐久性

【研究 題目】 三次元複合臓器構造体研究開発

【研究代表者】 本間 一弘

(人間福祉医工学研究部門)

【研究担当者】 本間 一弘、兵藤 行志、三澤 雅樹、新田 尚隆、谷川 ゆかり、小阪 亮、鎮西 清行、小関 義彦、鷲尾 利克、林 和彦 (常勤職員10名、他2名)

【研究 内容】

高分解能の X 線撮像技術を用いて骨と軟骨の連続体の再生評価を行うとともに、X 線照射に伴う生体影響および生化学的計測手法や超音波計測手法とのマルチモダリティ化を検討した。加えて、軟骨および皮下組織の再生評価のための MRI/MRS/MRE 計測、栄養血管網の構築を評価するための近赤外光計測に関して技術的な高度化を進めた。また、臨床系機関と連携して、開発した非侵襲計測技術（マイクロ X 線 CT、MRI/MRS/MRE、近赤外光、超音波）を活用して、培養過程にある組織のモニタリングや再生製品としての特性評価法（骨・軟骨・軟組織・栄養血管網の再生組織の構造、代謝や力学の特性）に関して検討を進め、臨床的な有用性を検討した。マイクロ X 線 CT 技術により3次元形態構造の変化を、MRI 関連計測により再生に伴う組織の化学的な結合状態の変化を見いだした。近赤外光計測は栄養血管網の伸展の評価に有益である。他方、低侵襲・超高感度生化学計測技術は、培養過程の骨・軟骨・軟組織および栄養血管網の代謝特性を経時的に計測評価することを目的とする。今年度は、波長域を近赤外域から赤外域とする光ファイバを使用した *in situ* ファイバ分光分析における波長選択や検出方法の最適化などを推進した。

【分野名】ライフサイエンス

【キーワード】三次元複合臓器、再生医療、計測評価技術、指標化

【研究題目】広域的危機管理・減災体制の構築に関する研究

【研究代表者】野田 五十樹（情報技術研究部門）

【研究担当者】野田 五十樹、下羅 弘樹

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

本研究は、首都直下地震の減災に貢献すべく、首都圏内外の防災関係機関や報道機関、企業などの数多くの機関による広域連携を円滑に行うための情報共有の基盤として、事前、準備、対応、復旧・復興過程に対応できる情報共有プラットフォームを構築し、広域連携による応援体制を構築し、広域的危機管理・減災対策を検証することを目的とする。

平成20年度は、評価実験で行われる情報項目毎の共有形態に応じて、既開発の減災情報共有プロトコル（MISP）および減災情報共有データベース（DaRuMa）を基盤として、追加すべき機能を洗い出し、情報表現形式の相互変換に必要な情報処理技術の開発とプロトコルの再設計を行い、それに基づいたデータベースプロトタイプシステムの拡張を行った。東京大学で進められている病院内情報システム、山梨大学で進められている自治体庁内システム、JAXA にて進められている救急ヘリ管制システム、および東京大学で進められている汎用ビューワの接続を可能とするため、データ表現および接続プロトコルの整備を進めた。特に、ビュー

ワで必要とされた検索結果の整列機能に関するプロトコル拡張について、WFS に準拠しつつ独自形式による機能追加を行い、データベースシステムに実装した。また、DaRuMa による情報共有の有効性・効率性を示すため、広域緊急医療情報システム（EMIS）の情報を MISP および DaRuMa を介して再利用可能な形に整理し、GIS により視覚的に状況を表示するシステムの改良を進め、実際に医療に携わる人による評価実験を進め、その有用性を確認しつつ連携の有効性検証と拡張を進めた。

【分野名】情報通信・エレクトロニクス

【キーワード】災害救助、情報共有システム、データベース

【研究題目】坑内精密電気探査技術の研究

【研究代表者】高倉 伸一（地圏資源環境研究部門）

【研究担当者】高倉 伸一（常勤職員1名）

【研究内容】

地下の比抵抗分布や充電率分布を把握する比抵抗法や IP 法などの電気探査は、金属鉱床探査における最も有効な物理探査法の一つであり、多くのフィールド調査で利用されている。しかし、電気探査の分解能には限界があり、特に探査深度が大きくなるほどその分解能は指数関数的に低下する。したがって、地下深部を高精度に調査するためには、地下に電極を直接設置することが有効な手段となる。その方法の一つとして坑道（トンネル）を利用することがあげられる。坑内掘りを行っている鉱山では、コストや安全性の制約から多くの坑道を掘削することは難しいので、すでにある坑道を利用して近傍にある未発見の資源を探査するのは経済的といえる。また、水や粘土鉱物の存在に敏感なパラメータである比抵抗や充電率によって、岩盤あるいはコンクリート中の含水クラックや変質部が検出されると期待されるので、坑壁で実施する精密な電気探査は坑道の維持管理の方法にもなりうると考えられる。本研究は、19年度から3年間の予定で、坑内に適用する精密電気探査技術の開発を目的に実施している。

20年度は、坑内電気探査の測定法と解析法について検討した。まず、昨年度に試作した銀-塩化銀電極の評価を行った。次に本研究の実験フィールドとしている栗代鉱山の坑内において、高密度比抵抗法測定に加え、トモグラフィ的測定および IP 法測定実験を行い、効率的な測定法について検討した。また、過去に坑内で取得した比抵抗法/IP 法の実データを用いて、2次元解析プログラムにおける解析パラメータの影響を考察した。

【分野名】地質

【キーワード】坑内測定、比抵抗法、IP 法、構造解析

【大項目名】セラミックリアクター開発

【研究題目】マイクロ集積化におけるマイクロマクロ構造構築技術の開発、セルキューブ集積及

### びモジュール構築連続プロセス技術の開発

【研究代表者】 淡野 正信

(先進製造プロセス研究部門)

【研究担当者】 淡野 正信、鈴木 俊男、  
山口 十志明、濱本 孝一、  
吉澤 友一、平尾 喜代司、  
宮崎 広行、周 游、福島 学、  
佐藤 緑、丹下 典子、奥野 智子、  
永山 理恵、古川 一夫、宮崎 敦子、  
(常勤職員9名、他8名)

#### 【研究内容】

本研究は、電気化学的に物質やエネルギーを変換する高効率の次世代型セラミックリアクターを創製することにより、エネルギー・環境問題の解決に有効な手段を提供すると同時に、我が国の産業競争力の強化に資することを目的とする。その実現に向けて当所では、マイクロ集積化およびセルスタックモジュール化技術の開発および評価解析技術開発を進め、革新的な製造プロセス技術として確立することを目指す。平成21年度末の最終目標として、径0.5 mm以下のセルが100本以上/キューブで集積したモジュールを、一連の連続行程により製造可能とする等のプロセス技術を開発し、マイクロ集積化セラミックリアクターの高効率物質・エネルギー変換機能を実証する(作動温度650℃以下での発電出力密度2 W/cm<sup>3</sup>以上の達成等)。

平成20年度は、サブミリ系チューブセルによる高度集積化を目指し、100本/cc集積を可能にする0.4 mm径チューブセルの作製と性能実証に成功した。また、小型高出力のマイクロモジュールの検討を行った結果、空気供給動力を最小化できるモジュール構造を見出し、自然対流においてもスタック体積当たり2 Wを越える出力を550℃にて達成した。さらに、複数のハニカム型キューブによる金属接続部材を介した直列・並列接続を実現し、ガスリークの抑制を達成することで、モジュール構築の実現性を明らかにした。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 電気化学、リアクター、エネルギー変換、マイクロ部材集積化、マイクロ SOFC、セラミックプロセス、物質変換、機能モジュール、小型高効率化、ロバスト化

【大項目名】 未利用森林資源のバイオオイル化等による小規模分散型・トータル利用システムの構築

【研究題目】 粒子循環型二塔式反応器による合成ガス製造システム

【研究代表者】 鈴木 善三 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 松岡 浩一、村上 高広  
(常勤職員2名、他2名)

#### 【研究内容】

林野庁委託事業として、木材をオイル化処理した後の残渣分を燃料とし、ガス化させることによって、汎用性の高い高品位な液体燃料(DME、メタノールなど)をフレキシブルに製造できる技術の実証を目指す。ガス化装置として、流動層を利用した粒子循環型二塔式反応器を提案した。本装置の特徴として、ガス化炉を燃焼炉から物理的に分離し、ガス化炉へ燃料を供給して、水蒸気によりガス化させ、H<sub>2</sub>およびCO主体のガスを製造する。そのガス化反応に必要な熱は、ガス化炉と燃焼炉の間を循環している媒体粒子により供給する。よって、高カロリーのガスを得ることが可能となり、空気分離の必要もないため総合効率を高めることができる。また、タールを吸収分解可能な触媒粒子を媒体粒子として用いることにより、ガス化炉後段のスクラバなどにかかるランニングコストを大幅に削減できる。今年度は、小型流動層ガス化実験装置を用いて、オイル残渣の基礎ガス化特性を明らかにした。結果として、触媒粒子として多孔質アルミナを使用すれば、ガス化効率は顕著に向上し、H<sub>2</sub>生成量も大幅に増加することが分かった。本成果をもとに、多孔質アルミナを触媒粒子として使用可能な10 kg/d規模の連続式二塔式流動層ガス化装置を設計した。今後、設計した装置を製作し、高効率なガス化効率を得られる条件を明らかにする。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 バイオマス、ガス化、流動層

#### 【研究題目】 燃料電池用ナノカーボンの研究開発

【研究代表者】 本間 格 (エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 本間 格、松田 弘文、  
グエナエル・ケランゲーベン  
(常勤職員2名、他1名)

#### 【研究内容】

単原子層グラファイトであるグラフェンはカーボンナノチューブや活性炭と異なる炭素骨格構造を有し今後様々なエネルギーデバイス応用が期待されている。グラフェンは柔軟な二次元炭素六員環ネットワークを有し高い電子伝導性、高比表面積と電気化学活性を有しているため燃料電池電極に適した新規ナノカーボン材料といえる。本研究開発ではグラフェンの二次元的な構造柔軟性を利用して、各種電極触媒材料の担持方法を開発した。グラフェンは出発材料のグラファイト結晶を酸化して酸化グラフェン膜として溶液中に剥がし、これを還元処理してグラフェンナノシートとして分離した。白金や酵素などの電極材料はグラフェン表面の疎水親水性に依存して担持されるため、これらのカーボン表面の処理方法を開発した。グラフェンの断面TEMや走査型プローブ顕微鏡(AFM)を用いて構造観察したところグラフェンが4-20枚程度積層したナノシート状のカーボン材料であることが判明した。これらの二次元炭素材料は活性炭、



グラファイト、メソポーラスカーボン、カーボンナノチューブと異なるまったく新しい炭素素材であることが明らかである。燃料電池電極担体として用いるため合成法の確立、表面構造制御と精密な構造評価を行った。

【分野名】環境・エネルギー

【キーワード】燃料電池、ナノカーボン、高性能電極、グラフェン、電極触媒

#### 【研究題目】重金属汚染土壌のマッピングと要因識別に関する研究

【研究代表者】丸茂 克美（地質情報研究部門）

【研究担当者】丸茂 克美（常勤職員1名）

【研究内容】

重金属汚染土壌のマッピングのため、可搬型蛍光X線分析装置を群馬県安中市と長崎県長崎市に運び、ボーリング調査で得られたコア試料の現場分析を行、重金属の分布様式を把握するとともに、重金属の分布様式を支配する要因を識別する技術の開発を行った。

群馬県安中市のコア試料を蛍光X線分析した結果、亜鉛、カドミウム、鉛が、一部の土壌中に高濃度で含まれることが確認された。これらの重金属元素濃度は、工場地帯に近い地点ほど高くなる傾向があり、工場由来の煤煙中に含まれる重金属が地表に降下して土壌に残留したものと考えられる。土壌汚染対策法では煤塵由来の重金属が土壌汚染を引き起こすことは想定されていないが、蛍光X線分析装置を用いて現場分析をすることにより、煤塵に起因する汚染が存在することが確認された。

長崎県長崎市のコア試料を蛍光X線分析した結果、亜鉛、ヒ素、カドミウム、鉛が、一部の土壌に含まれることが判明した。こうした土壌中の重金属濃度異常分布は、レンガ片や焼却灰などと対応しており、土壌中の重金属は廃棄物由来であると考えられる。

現場での蛍光X線分析は重金属汚染土壌のマッピングに極めて有効であり、重金属異常を示す土壌の分布様式や土壌構成物を調べることにより、重金属汚染要因を識別することが可能である。

【分野名】地質

【キーワード】土壌汚染、亜鉛、ヒ素、カドミウム、鉛、蛍光X線分析

#### 【研究題目】重金属汚染土壌の重金属類溶出特性の研究

【研究代表者】丸茂 克美（地質情報研究部門）

【研究担当者】丸茂 克美（常勤職員1名）

【研究内容】

土木工事で発生する掘削残土中のヒ素や鉛などの重金属は水に接すると溶出し、土壌汚染対策法の溶出量基準値を超過する場合もある。特に堆積岩の中には、汚染対策を講じる必要がある掘削残土が問題とされている。本研究は、第三系の泥岩を対象に、ヒ素やセレンの溶出メ

カニズムを解明し、溶出を加速させる要因を明らかにするとともに、迅速にヒ素や鉛が溶出し易い泥岩を識別する手法を開発することを目指した。

土壌汚染対策法の溶出量試験では試料粉末と水を混ぜて6時間振とうさせ、試料粉末から溶出して検液に移行するヒ素を原子吸光光度計で分析するが、この方法を泥岩に対して実施した結果、多くの試料でヒ素の溶出が促進されることが判明した。この原因としては溶出量試験の際に生成する懸濁粒子の表面に水素イオンが吸着することにより、水酸基が形成されて検液のpHがアルカリ性になってしまうことが挙げられる。こうしたアルカリ性になった検液に塩化カルシウムを添加すると、カルシウムイオンが水素イオンに代わって懸濁粒子の表面に吸着するため、pHも低下し、ヒ素の溶出が減少することが判明した。

【分野名】地質

【キーワード】溶出量試験、ヒ素、掘削残土、懸濁粒子、土壌汚染対策法

#### 【研究題目】土壌中の鉛及びほう素の簡易分析手法開発に関する研究

【研究代表者】丸茂 克美（地質情報研究部門）

【研究担当者】丸茂 克美（常勤職員1名）

【研究内容】

土壌に含まれるほう素のうち、溶出量試験で溶出するほう素量を迅速に評価するために、微量ほう素分析装置（モデル YFI-120）を用いる手法の開発を開始した。従来の溶出量試験ではICP発光分析法でほう素を分析しているが、この方法ではアルゴンガスを用いる必要があり、かつICP発光分析装置は大型で操作も複雑であるため、簡易分析化することは困難である。微量ほう素分析装置（モデル YFI-120）を用いる手法はクロモトロープ酸を用いる蛍光分析法であり、数ppbのほう素の定量分析が可能である。また装置もICP発光分析装置のように大型でないため、将来は現場分析も可能となる可能性がある。

土壌に含まれる鉛のうち、溶出量試験で溶出する鉛についてはストリッピングボルタンメトリーを用いる手法の開発を開始した。この方法の分析精度は鉛の存在形態に依存しており、鉛が懸濁粒子の表面に吸着される場合や、有機物との錯体を形成してしまう場合、鉛濃度を過少評価することは判明した。従って現在は溶出量試験の検液に酸を添加し、鉛を可能な限り懸濁粒子や有機物と切り離して分析する作業を行っている。

【分野名】地質

【キーワード】ほう素、鉛、土壌汚染、蛍光分析、ストリッピングボルタンメトリー、溶出量試験

#### 【研究題目】超音波を用いた藻場分布測定に関する研

究

【研究代表者】 谷本 照己（地質情報研究部門）

【研究担当者】 谷本 照己、橋本 英資  
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

温排水影響調査における海藻調査の高度化、合理化を図るため、超音波を用いて遠隔的に海藻類の判定と分布を簡易に計測、解析図化する藻場分布計測システム構築および愛媛県伊方沖海域における藻場分布の季節変化について検討した。2008年5月、8月、11月および2009年2月に伊方沖海域において超音波底質解析装置を用いた現地試験を行い、超音波の一次と二次反射強度の関係から海藻の有無等の海底状況をリアルタイムで判定、計測した。本装置による計測結果と DGPS による位置データとの組み合わせにより、広域および詳細な海藻水平分布を簡易にマッピング処理する手法を確立し、2008年度における伊方沖海域の四季の藻場分布を明らかにした。

【分野名】 地質

【キーワード】 藻場分布、超音波、遠隔計測

【研究題目】 Refractory Gold Study

【研究代表者】 森下 祐一（地質情報研究部門）

【研究担当者】 森下 祐一、清水 日奈子  
（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

金の世界的な需要は今後とも高水準で推移すると考えられ、未利用鉱物、特に硫化鉱物中に潜在するいわゆる invisible gold や低品位鉱の効果的な処理による金回収の必要性が急速に高まっている。本研究では、「見えない金」を、大型二次イオン質量分析装置（SIMS）を用いて高感度で定量分析し、金の存在状態を解明することを目的とする。この成果は、金鉱床の探査・採鉱に新たな指針を提供するだけでなく、実収率向上のための選鉱・製錬上の知見を提供するものと期待される。

金はエレクトラムとして産出する他、硫化鉱物中にナノ粒子として相当量が存在する事が分かって来た。また、金とヒ素の濃度が相関するとの一般的な知見がある。本研究では、コロンビア共和国の〇〇鉱床から採取した試料につき、SIMS による高感度局所分析により、黄鉄鉱中の金とヒ素濃度を分析した。分析領域は3 μm×3 μm で、2 pg の微小試料の分析で検出限界は金50 ppb である。黄鉄鉱中の様々な部位での分析により、1650 ppm から検出限界までの金の分析値が得られた。ヒ素濃度は6.1%から0.01%以下の値まで得られ、全体として金濃度との相関が見られるが、局所的には相関関係がない場合が多い。SIMS 分析で生じたクレーターは、ダイヤモンド触針式荒さ計で形状測定を行い、深さも測定しておく。これにより、深さ方向 SIMS 分析との照合が可能になり、0.1-1 μm 程度の深さでの金とヒ素の細かい濃度変化や相関関係を可視化することができた。

【分野名】 地質

【キーワード】 二次イオン質量分析装置、SIMS、深さ方向分析、金鉱床、金、ヒ素

【研究題目】 鉄鋼スラグ水和固化体による直立護岸の環境修復技術に関する継続調査研究

【研究代表者】 湯浅 一郎（地質情報研究部門）

【研究担当者】 湯浅 一郎、谷本 照己  
（常勤職員2名、他1名）

【研究内容】

本調査は、平成16年度から平成19年度に実施した、「スラグ利用に係わる研究開発」サブテーマ1-1 鉄鋼スラグ水和固化体による直立護岸用環境修復技術の開発の後を受け、開発した技術のより長期間での効果を確認するために、尼崎港で継続調査を実施した。

最終年度と言うことで、2008年12月16日、セットした全てのパネルを回収し、海藻類、付着動物の分析を行った。付着微細藻類や底生生物のバイオマスは、これまでの結果と同様にコンクリートパネルと比ベスラグパネルの方が、より大きい傾向が見られた。鉄鋼スラグを護岸や港湾整備等の資材として利用した場合、施工後に定着する付着藻類および大型藻類は、コンクリートと比べて、より多くの有機物を周囲の生態系に供給できるものと考えられた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 鉄鋼スラグ、直立護岸、環境修復技術、付着生物、沿岸生態系

【研究題目】 冷媒吸排気装置分析検査

【研究代表者】 淵野 修一郎

（エネルギー技術研究部門）

【研究担当者】 淵野 修一郎、名取 尚武

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

船用超電導モータの冷却には、25 K、0.4 MPa のヘリウムガスを循環する必要があり、また静止系から回転系へ極低温のヘリウムガスを移送するため、シール機構の開発が必要となる。そこで、これに耐える多段の磁性流体シール装置を設計し製作、ヘリウムリーク試験、真空試験、加圧試験等を実施し設計・製造の妥当性と性能を検証した。

給気系から排気系に抜けるガスのシール用のスリーブについては、最適なラビリンス形状を求め、試作モデルを製作した。

試験は常温ヘリウムガスを液体窒素で85 K に冷却し、0.4 MPa まで段階的な昇圧試験と液体ヘリウムデュア内の液面上部の25 K ガスでの給排試験を実施した。シールスリーブからの漏れ量の測定は、給排差圧を変え戻りパスに取付けたヒータ間の温度差により求める方法と給気ガスを先端の U ターン部を完全に閉止して排気流

量を測定する2通りについて測定しシール特性を求めた。

ラビリンス溝の長手方向3箇所シールテープを巻いたシール用スリーブにより、漏れ量は定格運転における循環量に換算して、40 L/min (3%) から10 L/min (0.7%) に低減することができた。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 船用超電導モータ、ヘリウムガス、磁性流体シール、ラビリンスシール

【研究題目】 コイル設計の検証と極低温冷却の考察 (Phase-1)

【研究代表者】 淵野 修一郎

(エネルギー技術研究部門)

【研究担当者】 淵野 修一郎、岡野 真、海保 勝之、岩本 俊夫 (常勤職員1名、他3名)

【研究内容】

長年、陸上地震探査に使用されてきた、バイブレータ (以下、油圧サーボ型バイブレータ) は、リアクションマスをおよぼして上下に正弦振動させ、その結果生じる慣性力をベースプレートへ間接的に伝達し、起震している。一方、本研究で提案する人工震源 (以下、本震源) では、慣性力を用いず、超電導コイルからベースプレートに直接伝達される「電磁力」が起震力となっており、過去に例のない独創的・革新的な方式である。

この『直接起震方式』は、起震機構がシンプルだけでなく、起震力の直接制御が可能となり、震源波形制御の改善・震源波形の再現性向上が期待できる。また、電磁力の伝達には、時間的遅れがなく、且つ、全て電気制御であるため、応答性向上も図れる。これらの結果、高精度地震探査・4D 地震探査に寄与すると思慮する。加えて、本震源は、油圧サーボ型バイブレータとは異なり、低周波領域での起震力を大きくすることができるため、深部探査にも有用となる。

そこで、本研究では超電導コイルを用いた「直接起震方式による次世代型人工震源」を試作の上、特性評価を行い、技術的課題の抽出および基本要素技術の確立を図ることとし、本年度は1 kN 級人工震源の基本設計を行った。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 物理探査、直接起震方式、人工震源、超電導コイル

【研究題目】 革新的ノンフロン系断熱材技術開発プロジェクト／革新的断熱技術開発／発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材および連続製造プロセスの開発

【研究代表者】 依田 智 (ナノテクノロジー研究部門)

【研究担当者】 依田 智、古屋 武、眞子 祥子、亀田 孝秀、中山 英隆、松本 博文、大竹 勝人 (常勤職員2名、他5名)

【研究内容】

マイクロメートルサイズ以下の大きさをもつポリマーの発泡セル内部を、熱伝導率の低い低密度シリカで充填した構造を持つ発泡ポリマー＝シリカナノコンポジット断熱材の開発を行った。

・ポリマー／シリコンアルコキッド／CO<sub>2</sub>反応系の検討組成の制御および製造プロセスの最適化を目的として、(a)上記三成分系の高圧相平衡観察および(b)CO<sub>2</sub>中におけるゾルゲル反応の促進、の二項目を検討した。(a)については、昨年度構築した高圧相平衡測定装置を用い、ポリマー-シリコンアルコキッド-CO<sub>2</sub>系の高圧相平衡の観察を行って、相図を概成した。(b)では高圧CO<sub>2</sub>中でシリコンアルコキッドの反応を促進させるための手法として、シラン化合物を利用した反応促進法を試料調製に応用し、シリカ含有量増大への有効性を確認した。

・断熱材の構造と物性の評価

調製した断熱材試料の微細構造評価を分担し、走査型電子顕微鏡による発泡構造、シリカの分布状況等の観察、および多孔質構造の画像解析および定量化を行った。またバッチ法による断熱材の製造について、発泡状態およびシリカ含有量の観点からの最適化を行った。

・連続孔型ポリマーフォーム含浸シリカエアロゲルの調製

連続孔型ポリマーフォームにシリカエアロゲルを含浸した複合体を調製し、この複合体が高い断熱性とハンドリング性、シリカエアロゲルより優れた機械的性質を持つことを見出した。また、構造の異なる複合体についても調製と評価を行った。

【分野名】 ナノテクノロジー・材料・製造

【キーワード】 断熱材・ナノコンポジット・発泡ポリマー・シリカエアロゲル・超臨界二酸化炭素

【研究題目】 高集積・複合 MEMS 製造技術開発事業／バイオ材料 (タンパク質など) の選択的修飾技術

【研究代表者】 軽部 征夫

(バイオニクス研究センター)

【研究担当者】 横山 憲二、鈴木 祥夫、井上 直子 (常勤職員2名、他1名)

【研究内容】

本研究では、MEMS (Micro Electro-Mechanical System) 基板上において、ヒト疾患腸管関連タンパク質などの生体分子を検出するための MEMS センシングデバイスの開発を目標とした検出法の開発を行っている。具体的には再利用可能となる新規な分子認識素子の開発、分子認識素子の選択的修飾技術の開発、MEMS センシングデバイスへの適応の可能性を示す。

血管内皮細胞増殖因子 (VEGF) を検出するための分子認識素子の開発については、VEGF 受容体の VEGF

結合部位から構成され、かつ簡便かつ高感度な分析手法の一つである蛍光光度法を用いて検出を行うために、VEGF 結合部位に蛍光発色団を導入した分子認識素子を系統的に設計・合成し、VEGF との相互作用について評価を行った。さらに、東京大学下山研究室と連携し、同研究室が提唱するナノピラー-SPR に、上記分子認識素子を適用するための開発を行った。その結果、ナノピラー-SPR を構成する金基板部分と  $\text{SiO}_2$  から成るナノピラー部分に、開発した分子認識素子を精密に固定化し、SPR（表面プラズモン共鳴）法および蛍光法を用いて、基板上に分子認識素子が固定化されていること、及び VEGF と反応することによってシグナルが得られることを確認した。

過酸化脂質を検出するための分子認識素子の開発については、可視光による光励起を可能とするための過酸化脂質検出用分子認識素子として、過酸化脂質との反応部位であるトリフェニルフォスフィンと蛍光発色団である BODIPY から構成される新規化合物の設計・合成および溶液中での性能評価を行った。さらに、MEMS 技術への適応の可能性を示すために、オリンパス（株）と連携して研究を推進した。結果として、オリンパスの測定装置に搭載するためのガラス基板上に、過酸化脂質検出用分子認識素子を包括した高分子薄膜（PVC から構成）をスピニング法によって固定化後、エバネッセント励起法を用いて過酸化脂質との反応によるシグナルを得ることに成功した。さらに、オリンパスが試作した蛍光センサモジュールを用いることによっても、過酸化脂質の検出を実証できた。

【分野名】 ライフサイエンス

【キーワード】 MEMS、VEGF、過酸化脂質、蛍光光度法、センサー

【研究題目】 廃熱を有効利用する熱発電技術の開発

【研究代表者】 舟橋 良次

（ナノテクノロジー研究部門）

【研究担当者】 舟橋 良次、岩崎 佳奈子

（常勤職員1名、他1名）

【研究内容】

p 型の  $\text{Ca}_3\text{Co}_4\text{O}_9$  (Co-349) 素子はホットプレス焼結により結晶粒の高配向化と高密度化した焼結体から作製しているが、この方法は量産には全く不向きである。そこで本プロジェクトでは焼結前の成型段階で結晶粒配向度を高め、ホットプレスをしなくても低い電気抵抗率を示す素子の製造技術を開発した。脆性破壊が問題であった  $\text{CaMnO}_3$  (Mn-113) 素子については、焼結体内の結晶粒径を微細化することで、脆性破壊を克服すると共に、室温～1000℃間の加熱・冷却サイクルを50回以上繰り返しても破断することがない Mn-113素子を得ることができた。さらに自動成型機を導入することで3600本/日で Mn-113素子の生産が可能となった。

モジュールの製造は素子配列、電極形成、焼成の三工程からなる。素子配列に関しては治具を開発し、将来的には機械化も可能な技術を構築できた。電極形成については印刷機を導入し、均一条件、高速での銀ペースト塗布が可能となった。現在これらの方法により50枚/日・人でモジュールを組み上げることができる。銀ペーストの固化に関しては、現在は加圧焼成を行っているが、生産性を高めるため常圧下での焼成技術の開発に取り組んでいる。モジュールの出力密度を高めるため、素子間隔を0.5 mm にまで狭めた。その結果、モジュールの受熱面積に対し4.2 kW/m<sup>2</sup>の出力密度を達成した。

【分野名】 環境・エネルギー

【キーワード】 熱発電、酸化物、廃熱回収

## 2. 研究関連・管理業務

産総研発足時から研究を支援する業務を担う機能を東京及びつくばに集中した。これは、各所に分散していた研究関連業務、管理業務等を可能な限り集中し、統合のメリットを最大限に活用した業務運営効率の高い組織、制度を確立させたものである。統合の際には、各業務の電子化を積極的に導入し、ネットワークを活用した事務処理により効率化・迅速化を図り、無駄のない業務運営を行っている。また、各業務の実績と運営状況を常に把握し、評価結果、社会状況を踏まえた経営判断により、コンプライアンス対応体制や産学官連携体制の強化、個人情報保護のための体制整備等最適な体制に向けて不断の見直しを行っている。

20年度においては、「安全管理及び法令順守の徹底」「イノベーション機能の強化」の2つの視点から以下の組織再編を実施した。

### ①安全確保及び法令遵守の徹底

(内部統制メカニズムの整備)

法務室、情報公開・個人情報保護推進室及び監査室を廃止・統合し、コンプライアンス推進本部を新設。同本部に、法務企画室、情報公開・個人情報保護推進室、危機管理室及び監査室を設置。

(安全管理体制の強化)

つくばセンターの安全管理体制強化のための各事業所専任の管理監を配置決定。

特許生物寄託センターを理事長直属部門化。特許生物寄託センターに、寄託事務業務室、寄託生物業務室及び特許生物寄託支援研究室を設置。

### ②イノベーション機能の強化

(経営戦略・企画力の強化)

技術情報部門を廃止し、企画本部（戦略経営室等）、イノベーション推進室（技術情報チーム等）、研究業務推進部門（図書業務室）に統合。

サービス工学研究センターを特記センター化。センター内にサービス工学企画室を設置。

## 【研究支援体制】

### 1. 理事長直属部門

理事長直属部門は、企画本部、業務推進本部、コンプライアンス推進本部、評価部、環境安全管理部、広報部、男女共同参画室、次期情報システム研究開発推進室、イノベーション推進室及び特許生物寄託センターを置き、産総研の総合的な経営方針及び研究方針の企画を行うなど理事長を直接的に補佐する部門として、業務を遂行している。

### 2. センター

センターは、先端情報計算センター、ベンチャー開発センター、サービス工学研究センター、地質調査情報センター及び計量標準管理センターを置き、研究所情報基盤の高度化等、産総研ミッションのうち特別の任務を担った業務を遂行している。

### 3. 研究関連部門

研究関連部門は、産学官連携推進部門、知的財産部門及び国際部門を置き、政策提言、産総研の基本方針に係る中長期的視点での研究戦略の立案に資する調査研究や産学官連携活動及び成果の普及等、研究に直接関連した業務を遂行している。

### 4. 管理部門

管理部門は、研究業務推進部門、能力開発部門、財務会計部門及び研究環境整備部門を置き、職員の日常的職務環境の維持や職員の能力向上に向けた業務等により組織運営の基盤となる研究に間接的に関わる業務を推進している。

<凡 例>

研究管理・関連部門名 (English Name)

---

所在地：つくば中央第×、△△センター

人 員：職員数 (研究職員数) 又は実効人員数 (職員数)

概 要：部門概要

---

機構図

(3/31現在の役職者名、各部署の人数 総人数 (職員数))

---

○○部 (○○English Name Division)

(つくば中央第○、△△センター)

概 要：業務内容

××室 (××English Name Office)

(つくば中央第○)

概 要：業務内容

△△室 (△△English Name Office)

(△△センター)

概 要：業務内容

---

業務報告データ (表等で報告)

(1) コンプライアンス推進本部  
(Compliance Headquarters)

所在地：東京本部、つくば中央第1

人員：23名（3名）

概要：コンプライアンス推進本部は、平成20年7月11日に、コンプライアンス及びリスク管理に係る既存の4部署を再編統合して新設された。

当本部は、「研究所のコンプライアンスの推進及び内部統制に係る基本方針の企画及び立案並びに総合調整並びに研究所の業務の監査に関する業務を行う」（産総研組織規程第6条の2）の規定に基づき、産総研における各部署や職員等のコンプライアンスに関する取組みを支援するとともに、リスク管理の最終責任部署として関連部門等と連携を図りながら、研究所運営の効率化及び社会からの信頼に応える組織の構築を推進している。

当本部の平成20年度の主な活動は以下である。

1. リスク管理方針策定に向けた重点対応リスクの抽出
2. 参加型によるコンプライアンスの周知徹底
3. リスク管理体制等の再構築の検討

1. については、産総研に潜在する、又は顕在化したリスクを洗い出し（リスク事例1,000程度）、それを分類（リスクテンプレートの作成）・数値化し、重点対応リスクを抽出することで、産総研として優先的に取り組むべき課題を決定するとともに、全所的なリスク管理方針策定の基礎を作った。

2. については、コンプライアンス推進を行うに当たり、個人の意識向上が重要と捉え、当本部の活動が押しつけとにならないよう、「参加型」コンプライアンス推進を意識して施策を展開した。具体的には、業務遂行上最低限知る必要がある主な事項について取りまとめたハンドブック（「コンプライアンスの道標」）の新規作成、職員等のコンプライアンス研修の実施及び解説付研修資料閲読、並びに「コンプライアンスに関するセルフチェックリスト」による役職員等チェックを実施した。特に、研修資料及び当該チェックリストの改訂には役職員等が参加できるような体制とし、「ルール」の遵守が自然体で無理なく継続的に行われるような体質（文化・風土）の醸成が不可欠であることなどのコンセンサス作りを推進した。

3. については、リスク管理は継続性及び網羅性が特に重要である一方、危機対策は機動性が不可欠であるという観点から、これまで一つだった体制を分離し、それぞれの対処機能の向上を図ることとした。リスク管理は、産総研リスク管理方針を基に組織構成上の各階層における責務を明確化しリスク管理を徹底させ、危機対策においては、理事長を頂点とし、機動的な事案対処が可能なものとした。

機構図（2009/3/31現在）

[コンプライアンス推進本部]

本部長（兼） 小野 晃  
副本部長（兼） 眞鍋 隆  
総括企画主幹 藤本 俊幸  
（兼） 渡邊 誠

[法務企画室] 室長 杉田 実 他

[情報公開・個人情報保護推進室]

室長 小松崎 実 他

[危機管理室] 室長（兼） 藤本 俊幸 他

[監査室] 室長 上野 俊夫 他

法務企画室（Legal Planning Office）

（東京本部）

概要：法務企画室の業務は、(1)産総研内のコンプライアンスの推進及び内部統制に係る基本方針の企画・立案・総合調整、(2)法務・訴訟事務の総括、(3)規程類の整備、(4)法律相談、(5)内部通報制度の実施、(6)利益相反マネージメントである。法務企画室は、これらの業務により、産総研の業務の公正かつ効率的な実施及び役職員等が安心して業務の遂行ができる環境の確保に努めている。

情報公開・個人情報保護推進室

（Information Disclosure and Personal Information Protection Promotion Office）

（東京本部、つくば中央第1、地域センター）

概要：情報公開・個人情報保護推進室の業務は、(1)研究所の情報公開と個人情報保護に関する基本方針の企画・立案・総合調整及び相談窓口、(2)公開請求窓口業務、(3)独立行政法人等の保有する情報の公開に関する法律及び独立行政法人等の保有する個人情報の保護に関する法律に関する業務の実施である。

危機管理室（Risk Management Office）

（東京本部）

概要：危機管理室の業務は、研究所における研究活動や一般業務を阻害する要因を“リスク”と捉え、適切なリスク管理による業務内容の高度化と研究所運営の効率化に向けて、(1)研究所全体のリスク管理のとりまとめ及び組織横断的なリスクの管理・対策に係る企画立案・総合調整、(2)研究所におけるリスクの定量的な評価の実施、重大リスク（優先的に取り組むべきリスク）の掌握、(3)過去の失敗事例やリスク評価の結果に立脚した重大リスクの低減策の策定、(4)事故・事件等の危機に対応し、被害を最小限に留める対策、(5)適切なコミュニケーション（情報提供・公表等）による信頼の維持・確保に向けた各部門等との調整、(6)リスク管理委員会の事務局に係る業務の実施である。

監査室 (Audit Office)

(東京本部)

概要: 監査室の業務は、(1) 研究所の業務の執行状況を正確に把握して適切な助言及び勧告を行うことにより、内部統制システムの充実及び改善を図り、業務の適正かつ効率化及び業務の透明性の確保等に寄与することを目的とした内部監査業務、(2) 会計検査院法第22条第5号に基づく会計検査院による会計実地検査及び独立行政法人通則法 (以下「通則法」という。) 第39条の規定に基づく会計監査人の監査、その他の外部機関の検査及び監査への対応に関する業務、(3) 研究所の財務内容等の監査を含む業務の能率的かつ効果的な運営を確保することを目的とした通則法第19条第4項に基づく監事の監査業務の支援に関する業務の実施である。

業務報告データ

平成20年度監査室業務内容

(1) 内部監査業務

内部監査では、社会的な重要性等を考慮し「安全管理」及び「コンプライアンス」を最重要テーマに設定し、事務処理の効率性等の観点での「業務監査」及び、会計経理の適正性等の観点からの「会計監査」を実施するとともに、フォローアップ監査を実施した。具体的には、平成20年度内部監査年度計画書に基づき、研究所の内部組織である研究関連・管理部門、研究実施部門における、組織運営に係る内部統制の状況の監査を実施した。

(2) 外部の検査及び監査に対する対応業務

① 会計検査院に係る対応

会計実地検査は、つくば本部3回(6月23日～27日、11月17日～19日、3月9日～13日)、中部センター1回(1月13日～15日)、臨海副都心センター1回(1月28日～30日)、九州センター1回(2月2日～5日)、東北センター1回(2月17日～19日)が実施され、被対象部門等との調整を行い対応した。

② 会計監査人に係る対応

会計監査人の候補者を経済産業大臣に推薦し選任された。これを受けて、監査法人が行う監査の実施状況について報告を受けるとともに、監事監査及び内部監査との連携を図った。

(2) 研究コーディネータ (Research Coordinator)

所在地: つくば中央第2他

人員: 8名 (8名)

機構図 (2009年3月現在)

[ライフサイエンス担当]

研究コーディネータ 栗山 博

[情報通信・エレクトロニクス担当]

研究コーディネータ 松井 俊浩

[ナノテクノロジー・材料・製造担当]

研究コーディネータ 五十嵐 一男

研究コーディネータ 清水 敏美

[環境・エネルギー担当]

研究コーディネータ 大和田野 芳郎

研究コーディネータ 山辺 正顕

[地質担当]

研究コーディネータ 佃 栄吉

[標準・計測担当]

研究コーディネータ 田中 充

(3) 産業技術アーキテクト  
(Innovation Architect)

所在地: つくば中央第2

人員: 1名 (1名)

概要: 産業技術アーキテクトは、産総研が我が国のイノベーション創出の主導的役割を果たすため、理事長の命を受けて、研究所を核としたイノベーションの創出及び推進等に関わる業務を統括する特別な職として、平成18年12月1日に新設された。

産業技術アーキテクトの役割は、(1) 産総研内外、特に産業界の有識者と積極的に意見交換し、(2) 産総研の研究成果を基に外部の研究成果も取り入れて、将来の産業化シナリオを描き、(3) 産総研と産業界との戦略的連携やプロジェクトを立案・推進を実施することである。平成19年8月には、産業界から新たに1名採用した。

産業技術アーキテクトの主な活動は、(1) 産業変革研究イニシアティブ (大型連携プロジェクト) の新規課題として「SiC パワーデバイス量産試作研究およびシステム応用実証」の選定及び実施、継続課題の推進として「ユーザ指向ロボットアーキテクチャの開発 (UCROA)」、「中小規模雑植性バイオマスエタノール燃料製造プラントの開発実証」、終了課題のフォローアップとして「医薬製剤原料生産のための密閉型組換え植物工場の開発」について、産業化を加速するための事業化プランを企業と合同でシナリオを作成、(2) 産学官連携の更なる促進のため、共有知財の取扱変更、研究成果の社会還元及び知財権の実施に向けた知財戦略を策定、(3) 異分野融合の促進を目指し、産業界との組織的対話システム「連携千社の会・イノベーションオンライン」を活用し、産業界と産総研との WIN-WIN の関係を構築。



-----  
 機構図 (2009/3/31現在)

産業技術アーキテクト (兼) 伊藤 順司  
 産業技術アーキテクト 景山 晃  
 -----

**(4) 企画本部 (Planning Headquarters)**

-----  
 所在地：東京本部、つくば中央第2  
 人員：60名 (39名)

概要：企画本部は、理事長を補佐し、研究所の総合的な経営方針の企画及び立案、研究所の業務の実施に係る総合調整並びに業務合理化の推進等に係る業務（業務推進本部の所掌に係わるものは除く）を行っている。

具体的には、理事長の執務補佐を行うとともに、研究所の経営企画業務として、経済産業省と密接なコミュニケーションをとりつつ、法人運営全体に係わる企画調整、経営方針の企画立案、中期計画及び年度計画の取りまとめ、研究資源の配分、研究センター・研究部門・研究ラボの新設及び改廃案の策定等を行っている。研究企画業務として、研究方針の企画立案、研究戦略の策定、分野融合による重点研究テーマの設定、研究スペースの調整、研究計画の取りまとめ等を行っている。

また、国会、経済産業省、総合科学技術会議や独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構等の外部機関への総括的な対応を担っている。

-----  
 機構図 (2009/3/31現在)

**【企画本部】**

— 企画本部長	脇本 眞也
企画副本部長	中村 幸一郎
	瀬戸 政宏
総括企画主幹	四元 弘毅
	渡邊 誠
	吉田 康一
	濱川 聡
	白田 孝
	茂里 康
	田中 哲弥
総括主幹	松崎 一秀
	佐脇 政孝
— 【特別事業推進室】	室長 渡邊 誠
— 【戦略経営室】	室長 吉田 康一

-----  
**特別事業推進室 (Special Project Promotion Office)**

概要：特別事業推進室は、研究所の特別事業として推進する建設物及び連携研究等の総合調整に関する業務を行っている。

**戦略経営室 (Management Strategy Office)**

概要：戦略経営室は、中長期的な戦略策定、中期計画策定、長期ビジョン事務局、地域センター設計及び地域戦略に関する業務を行っている。

**(5) 評価部 (Evaluation Division)**

-----  
 所在地：つくば中央第2

人員：21名 (18名)

概要：評価部は、研究ユニット及び研究関連・管理部門等の評価を行う。その評価の目的は、①研究ユニットの研究活動の活性化・効率化を図ること、②研究関連・管理部門等におけるサービスの向上・業務の効率化・活性化を図ること、③経営に資するデータの提供や提言を行い、産総研のマネジメントへの反映を促すこと、④独立行政法人評価委員会（経済産業省）や国民に対する説明責任を果たすことである。

評価結果は、理事長に報告されるとともに、社会や国民への説明責任と併せて産総研の活動のより広い理解が得られるよう、評価報告書として刊行され、ホームページ上で公開される。

1. 研究ユニット評価

社会・経済的価値の創出をもたらす成果を着実に上げるため、アウトカムの視点から、研究計画の妥当性、研究の成果及び研究実施体制の適切性等について評価を行う。

研究ユニット毎に研究ユニット評価委員会（外部委員と内部委員で構成）を設置して、評価（成果評価、スタートアップ評価）・モニタリング意見交換を行った。外部委員は延べ259名、内部委員は延べ71名であった。

1) 成果評価

アウトカムの視点からのロードマップ評価、アウトプット評価、マネジメント評価を行い、評点とコメントによる評価を実施した。本評価は隔年度実施であり、本年度は28研究ユニットを対象とした。

2) スタートアップ評価

新設の研究ユニットを対象に、人材育成およびリスク管理について評価を実施した。本年度は5研究ユニットを対象とした。なお、研究計画の妥当性と実施体制の適切性に関しては、「新研究ユニット設計諮問委員会」に業務移管された。

3) モニタリング意見交換

成果評価を実施しない年度において、研究ユニットが主体的に研究活動状況を評価委員に提示して、有益な助言を得るとともに、成果評価の信頼性を向上させるために実施した。本年度は16研究ユニットを対象とした。

2. 研究ユニット中間・最終評価

中間評価は、研究ユニットの運営状況を検証して、

その方向性を明確にすることにより、研究パフォーマンスを最大限に発揮するために実施した。本年度は23研究ユニットを対象とした。

最終評価は、全期間を通じた研究ユニットの研究活動を総括し、十分なパフォーマンスを発揮して社会にプレゼンスを示すことができたかどうかを明らかにするために実施した。本年度は8研究ユニットを対象とした。

### 3. 研究関連・管理部門等活動評価

研究関連・管理部門等活動評価委員会において、部門等の活動について目標管理型の評価を行う。

本年度は、各地域センター（北海道、東北、臨海副都心、中部、関西、中国、四国、九州）、ベンチャー開発センター、地質調査情報センターおよび、計量標準管理センターを対象に評価を実施した。本評価は隔年度実施であり、活動評価を実施しない部門等については、モニタリングを実施した。

### 4. 理事長直属部門活動評価

理事長直属部門活動評価委員会において、部門の活動について目標管理型の評価を行う。本年度は、企画本部、業務推進本部、コンプライアンス推進本部、評価部、イノベーション推進室および男女共同参画室を対象に評価を実施した。なお、評価部を評価対象とする場合については、評価部の業務に関わりのない役員を委員として評価を行った。

#### 機構図（2009/3/31現在）

評価部	部長	(兼) 中島 尚正
	首席評価役	赤穂 博司、一條 久夫、 工藤 勝久、地神 芳文、 富樫 茂子、中村 和憲、濱 純
	次長	中村 修、大井 健太
	審議役	中村 治
	室長	増田 幸治、岡 修一

#### 評価企画室（Evaluation Planning Office）

(つくば中央第2)

概要：評価に係る業務の企画、立案ならびに総合調整に関する業務を行う。研究関連・管理部門等の評価およびその推進に関する業務を行う。評価に係る業務であって、他の所掌に属さないものに関する業務を行う。

#### 研究評価推進室（Research Evaluation Office）

(つくば中央第2)

概要：研究に係る評価およびその推進に関する業務を行う。

#### 業務報告データ

平成19年度研究ユニット評価報告書（平成20年4月28日）

平成19年度研究関連・管理部門等活動評価報告書（平成20年9月18日）

シンポジウム「持続的発展可能な社会実現に向けた本格研究の評価の在り方」報告書（平成21年3月10日）

\*産総研公式ホームページの評価部のページから閲覧可能（<http://unit.aist.go.jp/eval/ci/report.html>）

### (6) 環境安全管理部（Safety and Environmental Protection Department）

所在地：つくば中央第1

人員：22名（12名）

概要：環境安全管理部は、理事長を補佐し、研究所の環境及び安全衛生の管理並びに防災対策等に係る業務を行っている。環境及び安全管理は、産総研で働く職員のみならず周辺住民の環境及び安全にも関わる重要な事柄である。また、産総研自体にとっても生命線であり、あらゆる種類の事業の前提となる最優先事項であると位置付けている。

環境安全管理部は、産総研環境安全憲章に記載された基本的活動理念を実現、遂行するために、他の関連部門との密接な協力のもと、安全で快適な研究環境を創出し、これを確保することを最上の活動目的としている。この目的を実現するため、安全ガイドラインやマニュアル等の整備と普及、環境安全関連の施設及び設備整備と改善等のハード/ソフト面での積極的活動を行うとともに、環境影響低減化に向けた活動及び事故発生数抑制のため全職員の環境安全に対する意識の向上を図る活動を重点的に行っている。

#### 機構図（2009/3/31現在）

[環境安全管理部]	[安全企画室]
部長(兼) 小林 直人	室長 関河 敏行
次長 宮寺 達雄	総括主幹(兼) 寒川 強
次長 米田 理史	総括主幹 白波瀬 雅明
審議役 大和田 一雄	総括主幹 小池 和英
審議役 本田 一匡	主幹 井坪 信一
部総括 古谷 紳次	職員 高塚 弘行
総括主幹 野神 貴嗣	[環境対策室]
部付(兼) 飯田 光明	室長 横須賀 三泰
	室長代理 尾崎 ひろ美
	総括主幹 森本 研吾
	主幹 木下 好司
	職員 長谷川 恵子
	[ライフサイエンス実験管理センター]
	センター長
	(兼) 大和田 一雄
	総括主幹 細矢 博行
	総括主幹 鈴木 慎也

総括主幹 飯倉 昇  
 主 幹 石村 美雪  
 主 査 太田 祥子  
 [放射線管理センター]  
 センター長  
 (兼) 工藤 勝久  
 副センター長 寒川 強  
 主 幹 安形 高志  
 (兼) 横須賀 三泰  
 (兼) 井坪 信一  
 [管理推進室]  
 室 長(兼)米田 理史  
 (兼)尾崎ひろ美

- ・薬品取扱責任者をユニットに配置することにより、法改正情報の周知、危険薬品の減量化等の薬品管理体制の強化を図った。
  - ・北海道センターの廃水処理設備高度化工事を行なった。
  - ・ライフサイエンス実験管理センターでは、従来、各事業所で所管していた委員会(人間工学実験委員会、組換え DNA 実験委員会、微生物実験委員会)について一元管理体制を構築し、統一的な運営を開始した。
  - ・動物実験教育訓練(6回)、組換え DNA 実験教育訓練(6回)及び微生物実験教育訓練(4回)を実施した。
  - ・組換え DNA 実験、ヒト由来試料使用実験、生物剤毒素使用実験に関する実地調査を行うとともに、動物飼育施設ならびに飼育状況の実地調査を行った。
  - ・放射線管理センターにおいて、放射線管理体制の強化のため、つくばセンターの各放射線施設に監視カメラを、つくば中央第2、第4、第5、第6の各事業所に RI 管理システムを設置し、新たな監視体制の運用を開始した。
  - ・放射線業務従事者データの一元管理システムを導入した。
  - ・放射線業務従事者への教育訓練(7回)ならびにエックス線業務従事者への教育訓練(全体2回、定期51回)を実施した。
  - ・法規制を受けない試薬類の薬品管理システム登録の推進及び保管基準の明確化を行い、薬品管理の強化を図るとともに、危険薬品等管理要領及びマニュアルの整備を行った。
  - ・全事業所対象に不用薬品の処分を推進して減量化を図るとともに、危険物を多く使用する研究棟については、少量危険物貯蔵取扱所を複数個所設置することで、集中保管による安全管理の強化を図った。
3. 環境影響低減化対策
- 環境影響低減化対策については、環境安全マネジメントシステムの適用を開始し、環境報告書の作成・公表を実施した。
- ・環境配慮促進法に基づき「環境報告書2008」を作成・公表した。
  - ・環境安全マネジメントシステム未導入の事業所に対して導入準備作業の支援を行なうことにより、新たに3事業所が運用を開始した。(計7事業所が運用)
4. 防災及び地震対策
- ・地震対策専門部会の開催及び東北センター、臨海副都心センター、中部センター及び関西センターの4拠点に地震対策 WG を設置し、地域特性を考慮した地震対策を検討した。
  - ・防災用備品、消耗品、食料など備蓄品の補充を行った。

-----  
 平成20年度の主な活動

1. 安全衛生管理体制の確立、維持

第2期中期計画の4年度目で、昨年度に引き続き安全衛生管理体制の見直し及び高度化を図った。

- ・安全衛生委員会(各事業所月1回)、産業医巡視(月1回)及びユニット長巡視(年2回)の立会い、指導を行った。
- ・グループ/チーム安全衛生会議(最低月1回)の実施状況の把握及び徹底を行った。
- ・高圧ガス、エックス線、危険薬品等安全講習会、新規管理職、ユニット長研修及び一般研究系職員研修を実施した。
- ・巡視月間テーマの設定及び事業所間相互巡視を実施した。
- ・安全ガイドラインの改訂を行った。
- ・資格取得講習会や安全講習会の企画及び開催を行った。
- ・環境安全マネジメントシステムについては、今年度新たに3事業所で運用を開始した。
- ・事故報告、ヒヤリハット報告の周知及び分析を行った。
- ・全国管理監補佐会議(月1回)及び全国安全担当者会議(年2回)を開催した。
- ・全国の管理監と TV 会議による安全管理報告会(毎朝)を実施した。また、報告事項を毎月取りまとめ、各事業所経由で研究ユニットへ周知した。

2. 法令遵守のための施設、設備及びシステムの整備、運用

環境や化学物質等の関連法規を遵守するため、危険物、高圧ガス、ライフサイエンス実験、放射線管理等の個別事項の管理監督、薬品・ボンベのデータベースによる管理を実施した。

- ・薬品・ボンベ管理システムの次期システム運用に向けた改修を実施した。
- ・上記システムによる危険物及び高圧ガスの保管量の監視と削減指導並びに PRTR 報告書作成を行った。

(7) 業務推進本部  
(General Administration Headquarters)

所在地：東京本部・つくば本部

人員：28名

概要：「適正かつ効率的にその業務を運営するよう努めなければならない。」（独法通則法第3条第1項）という独立行政法人の使命にのっとり、産総研の業務運営の効率化を図ることを目的とし、理事長直属部門として平成13年7月10日に発足。

当本部では、「研究所の業務効率化に係る基本方針の企画及び立案並びに総合調整に関すること。」及び「研究所の業務効率化の推進に関すること。」（組織規則第5条）の各業務を担当。

【平成20年度の主な業務内容】

（研究関連・管理部門等の業務効率化）

○第2期中期目標期間の業務効率化目標を達成するため、平成17年度に策定した業務効率化アクションプランを平成19年度に見直し、平成20年度は、研究関連・管理部門の業務棚卸を実施し、業務の必要性及び優先順位を検討し、業務の重複等の排除、業務の効率的な実施、より優先度の高い業務へシフトを図る等、業務の見直しについて検討を行った。

○平成19年度に引き続き、施設整備業務について新たにアウトソーシングの可能性を、外部有識者の意見も踏まえて検討し、平成21年度から施設整備業務の一部について、試行的にアウトソーシングを実施することとした。

（地域センターにおける業務のあり方）

○平成19年度に引き続き、地域センターにおける業務処理の際の指揮命令系統について、規程に定められた指揮の流れとの整合を図るべく、業務処理の適正化を図った。

（業務効率化及び時間外労働縮減キャンペーンの実施）

○平成19年度に引き続き、11月に時間外労働縮減キャンペーンを実施し、各部門等において、過去の時間外労働時間や年休取得の実績に基づき具体的な数値目標を定めて取り組んだ。

（業務品質向上推進運動の実施）

○職員の業務品質向上の意識醸成を目指して平成18年度から業務品質向上推進運動を開始し、毎年6月を業務品質向上推進運動強化月間と定め、普及啓発用ポスターの掲示や各部門内において改善方策の検討を実施した。平成20年度は本強化月間において、マンツーマンで業務を教える体制の整備や、新たに部門に配属された者への研修の実施等、コミュニケーションの促進、人材の育成に資する取り組みが見られ、こうした取り組みを通じて、業務品質の向上を図った。

○業務の効率的な実施に取り組むことの意識付けと、業務の効率化・集約化等の企画力を高めることを目的と

して、平成20年度は業務推進本部の本部員を主な対象として、外部の講師を招きセミナー形式で講義を実施した。

（ワンストップサービス推進体制の構築）

○平成18年度に研究業務推進部門（研究業務推進室、総括事務マネージャー）を設置し、研究実施部門と研究関連・管理部門等との連携と質の高い研究業務支援を提供するためのワンストップサービス推進体制を構築。平成19年度に引き続き、相談に迅速かつ適切に対応できるように、研究関連・管理部門との連携強化のための総括事務マネージャーによる部門担当制をとった。

○平成20年度は、職員からの業務改善提案について、業務推進本部連絡会の中で進捗状況等について、定期的に報告することにより、現場ニーズを集約するとともに関連部門等との情報共有を図った。また、利便性の向上と、提案意図の正確な把握のため、担当部署から直接、提案者の意図を確認できる仕組みを導入するとともに、担当部署のみでの回答が困難な案件については、業務推進本部において最終判断するという仕組みを取り入れることにより、回答までの迅速化、事務処理の効率化を図った。

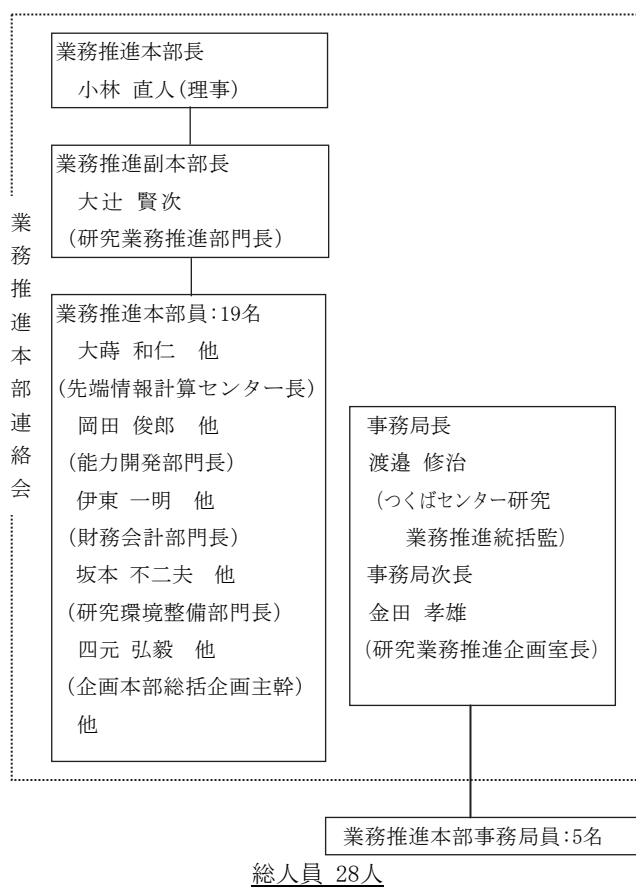
【業務運営効率化の取り組み】

独立行政法人の使命である効率的かつ効果的な業務の運営のための、中期目標、中期計画及び年度計画にのっとり、業務の効率化に向けた取り組みを行っている。すなわち、サービスの質や研究環境の向上と業務経費削減の両立を目指し、国研時代の旧習に代わる独法としての新しい経営のあり方を提示し、自己評価制度や監査業務との密接な連携を通して効率的な業務運営の実現に取り組んでいる。

【今後の計画】

第2期中期目標期間中の業務効率化目標を達成するために、第2期における支出増加要因等を考慮して、産総研としての業務効率化に関する取り組み方針の検討・調整を行う。また、引き続き組織再編に関する検討、アウトソーシングの推進、地域センターにおける間接業務の効率化について検討していく。

機構図 (2009/3/31現在)



## (8) 男女共同参画室 (AIST Gender Equality Office)

所在地：つくば中央第2、関西センター

人員：6名 (5名)

概要：産業技術総合研究所男女共同参画推進策（平成17年度策定）に基づき、性別にかかわらず能力を発揮できる環境の実現を目指し、所内システムの改善や職場環境の整備を行う。

具体的には、以下の4つを業務内容とする。

- 男女共同参画の啓発と広報に関すること
- 女性職員の採用拡大に関すること
- 男女職員のキャリア形成の支援及び勤務環境整備に関すること
- その他、男女共同参画の推進に関すること

平成20年度の活動の概要

- 男女共同参画の啓発と広報に関すること

広報誌「産総研 TODAY」においてシリーズ「男女共同参画プログラム」を6回掲載し、産総研における男女共同参画の取り組みについて所内外へ情報発信を行った。男女共同参画シンポジウム「多様な人材が活躍する組織を考えるーダイバーシティ・マネジメントのすすめ」

を大阪で開催し、報告書を出版した。

- 女性職員の採用拡大に関すること

大学や学会において、産総研に就職して育児と仕事の両立を目指す人達に向けて、産総研の支援制度・体制についてのアピールを行った。また、10代の女性向けに、科学一般や産総研への関心を培うためのホームページを開設した。

- 男女職員のキャリア形成の支援及び勤務環境整備に関すること

科学技術振興調整費の女性研究者支援モデル育成事業「女性研究者グローバルエンカレッジ」（平成19～21年度）の事業として、キャリアカウンセリング/アドバイザーングを行うとともに、「女性職員エンカレッジ研修」、「ロールモデルとの懇談会」、「エンカレッジセミナー」などを実施した。組織を超えて女性研究者支援を行うことを目的とし、前年度設置した産総研コンソーシアム「ダイバーシティサポートオフィス」を通して支援活動を行った。また、産総研の職員・契約職員の満足度調査や休暇取得と研究成果の関係に関する調査を行い、結果について学会発表を行った。「ロールモデルとの懇談会」の講師によるエッセイ集を2冊作成し、出版した。

産総研の各研究拠点を結んで「介護に関する勉強会」を実施し、認知症や遠距離介護に関する理解を深めた。介護に関する産総研の支援制度等に関する紹介を行うために、イントラ上に「介護の広場」を作成した。

- その他、男女共同参画の推進に関すること

内閣府男女共同参画局、つくば市や他の自治体の男女共同参画活動、科学技術振興調整費に関するシンポジウムなどに参加した。

機構図 (2009/3/31現在の役職者名)

室長 澤田 美智子  
 総括主幹 松浦 浩久  
 総括主幹 川崎 一則  
 総括主幹 山崎 和彦

業務報告データ

### 【出版物】

- ロールモデルによるエッセイ集「先輩研究者からのメッセージー研究、あなたはロールモデルをイメージできますか？ー」 AIST08-X00004
- ロールモデルによるエッセイ集「先輩研究者からのメッセージ Vol. 2ー私が築くキャリアパスー」 AIST08-X00004-2
- 産業技術総合研究所男女共同参画シンポジウム「多様な人材が活躍する組織を考えるーダイバーシティ・マネジメントのすすめー」 AIST08-X00018

**(9) イノベーション推進室**  
(Research and Innovation Promotion Office)

所在地：つくば中央第2

人員：35名 (28名)

概要：イノベーション推進室は、産総研が我が国のイノベーション創出の主導的役割を果たすため、イノベーション推進コア、産業技術アーキテクトを補佐し、イノベーション創出のための実践的活動を推進する組織として、平成18年12月1日に発足した。

イノベーション推進室の担当業務は、次の通りである。

- (1) イノベーションの創出及び推進等に係る総合調整。
- (2) イノベーションの創出及び推進のための研究分野間の調整。
- (3) イノベーションの創出のためのプロジェクトの推進。
- (4) 産業技術アーキテクト及び研究コーディネータが行う業務の支援。
- (5) イノベーションの創出及び推進等に係る業務であつて、他の所掌に属さないもの全て。

イノベーション推進室の主な活動は、次の通りである。

○イノベーション潮流の形成

- ・イノベーション推進人材の育成（産業技術ポスドクの育成事業（産総研イノベーションスクール）、技術研修制度、中小企業人材育成事業）を実施した。
- ・公的研究開発の経済インパクト評価として、経済インパクトシミュレーションモデルを構築した。
- ・本格研究の実践によるイノベーション推進の具体論について議論をする場として、本格研究ワークショップを全地域拠点で開催、理事長をはじめとする経営層と職員の直接的な対話によりイノベーション推進の実践事例を共有し、更なる活動に繋げた。

○研究から市場へのプロモーション

- ・大型連携プロジェクトの推進（産業変革研究イニシアティブ）として、「SiC パワーデバイス量産試作研空およびシステム応用実証」、「ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャの開発（UCROA）」、「中小規模雑植性バイオマスエタノール燃料製造プラントの開発実証」を実施した。（新規課題1件、継続課題2件）
- ・研究シーズを市場に結びつけるための政策的予算制度として、基礎研究シーズを可視化し、市場化プロセスにのせるための「ハイテクものづくりプロジェクト」、企業及び大学内の研究開発シーズを人材と一体で受け入れ、産総研の技術との融合により競争力を高め、産業化を目指すための「産総研カーブアウト事業」等を実施した。

○市場から研究へのフィードバック

- ・産学官及び異分野間の対話の場・知識融合のツールとして、組織的対話システム「イノベーションオンライン」を構築し、イノベーション促進を支援した。

○本格研究の推進と成果の統合的発信

- ・実践的視点から組織・制度設計、運用へのコミットとして、産学官連携の一層の促進とその成果の活用促進のため、企業との共同研究で創出された共有の知的財産の取扱いについて一部変更を行い、不実施補償料を請求しない共同研究契約の条件を策定した。平成19年9月1日より実施。
- ・産総研の研究資源の最適配置を目指し、研究資源配分原案の作成を実施した。
- ・産総研の総合力を発揮するため、データベース（産総研データバンク構想）や共通利用機器、ファウンダリー機能の整備を通じて、イノベーション推進基盤の強化を推進した。
- ・イノベーション推進に寄与する技術や経営に関する国内外の情報を収集・分析し情報発信した。

機構図（2009/3/31現在）

室長	三木 幸信
審議役	岩田 普
総括企画主幹	原市 聡
	田澤 真人
	町田 雅之
	小森 和弘
	佐々木 毅
	北本 大
	市川 直樹
	(兼) 増田 幸治
	(兼) 臼田 孝
	(兼) 内藤 耕
総括主幹	谷川原 久明
	津田 泉
	朴 慶浩
	横田 慎二
	濱崎 陽一
	阿多 誠文
	(兼) 小笠原 敦

**(10) 情報化統括責任者**  
(Chief Information Officer)

所在地：つくば中央第2他

人員：0名 (0名)

概要：情報化統括責任者（CIO）は、産総研の情報化戦略の企画及び立案並びに研究所の情報化に関する業務の統括をミッションとしている。そのため、(1) 電子行政推進国・独立行政法人等協議会を通じて、情報化に関して政府との調整を行うこと、(2) 産総研の情報化戦略委員会を主宰して、情報化戦略及び情報化に関する重要事項を審議し、情報化関連予算の調整、次期情報システム（EAI2）の開発、所内の研究情報の共有化に関する検

討、業務・システム最適化計画の策定等を行うこと、(3) 総括情報セキュリティ管理者 (CISO) として、所内の情報セキュリティ業務を総括し、情報セキュリティ委員会を主宰し、セキュリティ事故等への対応、セキュリティ対策の改善を行うこと等を実施している。

-----  
 機構図 (2009/3/31現在)

情報化統括責任者 (兼) 一村 信吾  
 情報化統括責任者補佐 (兼) 大蒔 和仁  
 (兼) 久野 巧  
 (兼) 久保 潤一

-----  
 情報化戦略委員会を2回開催し、次期情報システムの移行スケジュール、次期電話システム構成の基本方針を決定した。総括情報セキュリティ管理者 (CISO) として、情報セキュリティ委員会を5回開催し、情報セキュリティポリシーの改訂、情報の格付・取扱制限、情報セキュリティ研修の基本方針等について審議した。

**(11) 次期情報システム研究開発推進室**  
**(EAI2 Project Research and Development Office)**

-----  
 所在地：つくば中央第1  
 人員：1名 (0名)

概要：次期情報システム研究開発推進室は、研究所の次期情報システムを企画・立案し、構築することを目的として平成18年10月に発足した。産総研の現行基幹業務システムは、各種の研究支援業務をサポートする個別業務システムとそれらのプラットフォームとなる共通基盤システムから成る。現在の基幹業務システムは産総研発足以来、研究支援に大きく寄与しているが、より一層の高度化のため、平成16年から更改の構想を練ってきた。次期情報システムの狙いは、産総研の保有する情報システムに関する知見を活かし、研究支援業務の高度化、効率化及び所内研究情報の有効利用を図ることである。

-----  
 機構図 (2009/3/31現在)

次期情報システム研究開発推進室長 (兼) 一村 信吾  
 次期情報システム研究開発推進室審議役 久保 潤一 他

-----  
 平成20年度においては、次期情報システムの構築に関するこれまでの検討を踏まえ、具体的な次期情報システム構築のための設計・開発を進めた。

次期情報システムの構築においては、産総研における研究支援の高度化と業務効率化の実現に向け、会計業務

や人事給与業務の業務フローの見直し結果に基づき、会計システムや人事給与システムの開発を進めた。また、品質の高いシステムを効率的に構築するため、開発の手法、規約及び共通ソフトウェア等の各種の枠組みを包括フレームワークとして標準化し、次期情報システム構築に適用した。このフレームワークを他の独立行政法人や地方自治体へ適用することを目指しており、具体的に進めている。

**(12) 先端情報計算センター**  
**(Tsukuba Advanced Computing Center)**

-----  
 所在地：つくば中央第1、先端情報計算センター  
 人員：18名 (3名)

概要：先端情報計算センターは、我が国有数の情報技術に関する研究を行っている産総研の特長を最大限に活かし、最先端の技術の知見を用いて、全所的な情報ネットワークの構築・管理、情報セキュリティポリシーの運用、及び基幹業務システムの構築・管理・支援を実施している。また、産総研の情報基盤の高度化を図り、より生産的な研究活動と円滑で効率的な業務推進を支援する役割を担っている。

-----  
 機構図 (2009/3/31現在)

先端情報計算センター長 大蒔 和仁  
 次長 久野 巧  
 部総括 (情報企画チーム長) 田沼 弘次  
 (情報セキュリティチーム長) 益子 利和  
 (情報ネットワークチーム長) (兼) 久野 巧  
 (情報システム管理チーム長) (兼) 久保 潤一  
 (イントラ企画チーム長) 池田 勉 他

-----  
 情報企画チーム、情報セキュリティチーム、情報ネットワークチーム、情報システム管理チーム、イントラ企画チームの5チーム体制で、下記の業務を実施した。また、次期情報システム研究開発推進室の業務を積極的に支援し、次期情報システムの設計・開発の進捗に寄与した。

(情報セキュリティの向上)

情報セキュリティ研修 (集合型) や e-ラーニング形式研修の受講促進を行い、情報セキュリティに対する意識の向上を図った。OS 等の脆弱性情報、アプリケーションのアップデート情報や、コンピュータウィルスに関する情報について重要度に応じ、イントラネットの掲示板を活用し利用者に周知して注意を促した。情報セキュリティ監査を実施した。また、外部公開サーバの脆弱性診断を実施した。

(産総研ネットワークの構築、運用、保守、管理)

研究拠点間広域通信網 AIST-WAN を含む全所的な情報ネットワーク AIST-LAN を安定的に運用し(研究所全域の障害は1件。事業所のフロア・部屋単位の障害42件)、研究所共通の業務用公式 WEB サーバ及びメールサーバを安定稼動させた(全ユーザに係る障害は4件。一部サービスの障害は8件)。また、多地点接続装置の更新や新規バックアップ回線整備を行い、利便性・可用性の向上を図った。

(基幹業務システムの運用、保守、管理)

基幹業務システム運用時間は99%程度の高可用性を達成した。

イントラネットシステムをより使い易くするため、各業務システムに所要の改修を加えると同時に、コンテンツの見直しを行い、目的とする情報にたどり着きやすくするなどシステム全体の利便性を向上させる工夫を図った。

### (13) 広報部 (Public Relations Department)

所在地：つくば中央第2、つくば中央第7、  
つくば中央第1

人員：36名(8名)

概要：広報部は、産業技術や国民生活の向上に貢献することを目的として、報道発表、ホームページ、広報誌、パンフレット、所内公開、イベント出展、地質標本の保存・展示、見学等の広報活動を通じ、広く国民に対して研究所の研究成果を分かりやすい情報として提供している。

機構図 (2009/3/31現在)

[広報部]	部長	(兼) 矢部 彰
	次長	宮入 豊
	審議役	石川 雄一、多屋 秀人
	総括主幹	石井 武政、下村 正樹
[広報企画室]	室長	助川 友之 他
[CC 推進室]	室長	馬場 正行
[広報業務室]	室長	梶原 茂 他
[e 広報室]	室長	亀卦川 広之 他
[出版室]	室長	藤田 茂 他
[展示業務室]	室長	田中 伸一 他
[地質標本館]	館長	青木 正博 他
	副館長	酒井 彰
	総括主幹	古谷 美智明
	総括主幹	森尻 理恵

広報企画室 (Public Relations Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：広報企画室は、広報の基本方針の企画・立案、

並びに広報部の業務を総括している。

CC 推進室

(Office of Corporate Communications Development)

(つくば中央第2)

概要：CC 推進室は、コーポレート・アイデンティティ (CI) を基本とした、産総研ブランドの確立に関する業務を行っている。

広報業務室 (Press Office)

(つくば中央第2)

概要：広報業務室は、報道発表を中心にマスメディア対象の広報活動に関する業務を行っている。

e 広報室 (Website Office)

(つくば中央第2)

概要：e 広報室は、産総研公式ホームページ・メールマガジンなどインターネットを通じた最新研究成果等の発信、広報のための映像・画像の作成、旧工業技術院各研究所ホームページを含めたアーカイブ・データの整理、ウェブマスター宛の問い合わせ等の対応に関する業務を行っている。

出版室 (Publication Office)

(つくば中央第2)

概要：出版室は、広報誌、刊行物その他印刷物の編集、発行及び頒布、広報のための画像作成に関する業務を行っている。

展示業務室 (Exhibition Office)

(つくば中央第2、つくば中央第1)

概要：展示業務室は、所内公開等の催し物、外部イベントへの出展、見学対応などの広報活動に関する業務を行っている。つくばセンターに設置された「サイエンス・スクエアつくば」においては、土・日・祝日も開館し、一般向けに産総研の最新研究成果の展示を行っている。

地質標本館 (Geological Museum)

(つくば中央第7)

概要：地質標本館は、世界的にユニークな地学専門の博物館として、地質標本、地学全般と地球の歴史・変動のメカニズム、人間生活との関わりについて展示し、土・日・祝日も開館している。また、地球科学を普及するための特別展、講演会、野外観察会などのイベントの他、地質相談業務、試料調製業務、並びに地質標本の整備・管理に関する業務も行っている。



## 1) 報道関係

## 平成20年度プレス発表件数（ユニット別）

所 属 名	発表件数
産業技術アーキテクト	1
企画本部	4
法務室	1
監査室	1
イノベーション推進室	6
活断層研究センター	1
ダイヤモンド研究センター	2
太陽光発電研究センター	2
システム検証研究センター	2
情報セキュリティ研究センター	2
コンパクト化学プロセス研究センター	2
バイオマス研究センター	2
生命情報工学研究センター	1
生産計測技術研究センター	3
バイオメディシナル情報研究センター	2
ナノ電子デバイス研究センター	1
ナノチューブ応用研究センター	5
ネットワークフォトンクス研究センター	1
計測標準研究部門	2
地圏資源環境研究部門	2
知能システム研究部門	3
エレクトロニクス研究部門	5
光技術研究部門	3
脳神経情報研究部門	1
ナノテクノロジー研究部門	12
生物機能工学研究部門	3
計測フロンティア研究部門	3
ユビキタスエネルギー研究部門	1
セルエンジニアリング研究部門	4
ゲノムファクトリー研究部門	1
先進製造プロセス研究部門	6
サステナブルマテリアル研究部門	4
環境管理技術研究部門	3
環境化学技術研究部門	2
エネルギー技術研究部門	3
情報技術研究部門	5
安全科学研究部門	2
サービス工学研究センター	1
産学官連携推進部門	7
研究環境整備部門	1
関西センター	2
総 計	115

※発表件数は101件。

※所属別発表件数115件のうち、13件は複数の研究ユニットが共同でプレス発表を行った。

作成にあたっての考え方

- ・複数の研究ユニットによる共同のプレス発表はそれぞれ個別にカウントした。
- ・複数名での管理関連部門のプレス発表（イベント等）は案件毎に判断した。
- ・新組織に移行している研究ユニット、管理関連部門があるが、発表当時の組織名で掲載した。

平成20年度取材対応件数（所属別）

所属名	発表
理事	1
研究コーディネータ	1
企画本部	3
男女共同参画室	2
イノベーション推進室	2
次期情報システム研究開発推進室	2
広報部	26
活断層研究センター	107
デジタルヒューマン研究センター	84
近接場光応用光学研究センター	2
ダイヤモンド研究センター	11
バイオニクス研究センター	6
太陽光発電研究センター	34
健康工学研究センター	22
情報セキュリティ研究センター	19
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	7
コンパクト化学プロセス研究センター	3
バイオマス研究センター	4
デジタルものづくり研究センター	1
水素材料先端科学研究センター	5
糖鎖医工学研究センター	7
新燃料自動車技術研究センター	2
生命情報工学研究センター	1
生産計測技術研究センター	9
バイオメディシナル情報研究センター	2
ナノ電子デバイス研究センター	2
ナノチューブ応用研究センター	15
計測標準研究部門	19
地圏資源環境研究部門	40
知能システム研究部門	37
エレクトロニクス研究部門	15
光技術研究部門	28
人間福祉医工学研究部門	28
脳神経情報研究部門	3
ナノテクノロジー研究部門	23
計算科学研究部門	1
生物機能工学研究部門	20
計測フロンティア研究部門	7
ユビキタスエネルギー研究部門	16
セルエンジニアリング研究部門	36
ゲノムファクトリー研究部門	8
先進製造プロセス研究部門	26
サステナブルマテリアル研究部門	9
地質情報研究部門	127
環境管理技術研究部門	23
環境化学技術研究部門	8

所属名	発表
エネルギー技術研究部門	28
情報技術研究部門	35
安全科学研究部門	38
メタンハイドレート研究ラボ	23
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	2
器官発生工学研究ラボ	1
バイオセラピューティック研究ラボ	5
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	1
フェロー	1
地質調査情報センター	46
計量標準管理センター	5
ベンチャー開発センター	7
サービス工学研究センター	15
産学官連携推進部門	51
国際部門	2
知的財産部門	3
つくばセンター	2
中国センター	1
総 計	1,120

平成20年度マスコミ等報道数

媒体名	件数
新聞	
朝日新聞	109
読売新聞	89
毎日新聞	86
産経新聞	47
日本経済新聞	157
日刊工業新聞	350
フジサンケイ ビジネスアイ	82
日経産業新聞	249
化学工業日報	190
科学新聞	106
電波新聞	70
電気新聞	70
他	558
計	2,163
雑誌等	160
TV/ラジオ	
NHK	33
民放 他	50
計	83
WEB その他	85
合 計	2,491

産業技術総合研究所

2) 主催行事等

平成20年度講演会等実施一覧

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
1	2008/4/10	地理情報システム学会2008年春季総会 特別シンポジウム	GISA 地理情報システム学会	後援	東京都	東京大学工学部
2	2008/4/17	計算機言語談話会 (CLC) 4月第2回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
3	2008/4/18	ダイバーシティ・サポート・オフィス (DSO) セミナー (5)「研究、あなたはロールモデルをイメージできま すか?」	男女共同参画室産総研コンソーシアム「ダイバーシティ・サポート・オフィス」	主催	茨城県	産総研つくばセンター
4	2008/4/18~2008/7/25	お茶の水女子大学2008年度前期・公開講座 「コア社会からの社会価値創造と社会受容」	お茶の水女子大学	共催	東京都	産総研秋葉原事業所
5	2008/4/24	第21回 NMIJ セミナー 法定計量「水道メーターにおける現状と展望」	(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター	主催	東京都	東京ビッグサイト
6	2008/4/25	第5回産総研化学センサ国際ワークショップ The 5th AIST International Workshop on Chemical Sensor	(独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
7	2008/4/25	第22回 NMIJ セミナー 計量標準「遠隔校正~より利用しやすい校正サービスを目指して~」	(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター	主催	東京都	東京ビッグサイト
8	2008/4/25	国際計量標準シンポジウム-安心・安全を支える計量標準-	(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター	主催	東京都	東京ビッグサイト
9	2008/4/26	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2008年第2回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
10	2008/5/8	地質調査総合センター第12回シンポジウム 地下水と岩石物性との関連の解明~産総研のチャレンジ~	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター	主催	東京都	秋葉原ダイビル
11	2008/5/13	「シンセシオロジー-構成学」創刊記念シンポジウム	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	秋葉原コンベンションホール
12	2008/5/14~2008/5/16	第56回質量分析総合討論会 2008 つくば	日本質量分析学会	後援	茨城県	つくば国際会議場
13	2008/5/14	特別講演会 「ダイバーシティへの熱い思い」-企業内のキャリアカウンセリングを通じて-	男女共同参画室産総研コンソーシアム「ダイバーシティ・サポート・オフィス」	主催	茨城県	産総研つくばセンター
14	2008/5/16	実環境計測・診断システム協議会平成20年度講演会	実環境計測システム協議会	主催	福岡県	福岡県中小企業振興センター
15	2008/5/18	能登半島地震1周年シンポジウム	日本活断層学会	後援	石川県	七尾市サンビーム日和ヶ丘
16	2008/5/19~2008/5/20	平成20年度 第1回エンカレッジングセミナー	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	北海道	産総研北海道センター
17	2008/5/20~2008/5/21	2008年産業技術総合研究所中部センター研究発表会	(独)産業技術総合研究所 中部センター	主催	愛知県	ナディアパーク・デザインセンタービル
18	2008/5/23	第85回 RICE セミナー	(独)産業技術総合研究所産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター
19	2008/5/27	第3回全国大学発ベンチャー北海道フォーラム	全国大学発ベンチャー北海道フォーラム実行委員会	後援	北海道	北海道大学クラーク会館
20	2008/5/27	第23回産総研・技術情報セミナー 「イノベーションの源泉としてのAT&T Bell Laboratories」	(独)産業技術総合研究所 技術情報部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
21	2008/5/30	平成20年度第1回年齢軸生命工学研究センターセミナー	(独)産業技術総合研究所 年齢軸生命工学研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
22	2008/6/3~2008/6/4	バイオウィーク in Sapporo 2008 -バイオマスエネルギーと植物バイオが拓く未来-	(独)産業技術総合研究所	主催	北海道	ホテルモントレエーデルホフ札幌
23	2008/6/6	日本ゾルゲル学会第5回セミナー「ゾルゲル法による界面制御と応用技術」	日本ゾルゲル学会	協賛	東京都	東京工業大学大岡山キャンパス百年記念館フェライト講堂
24	2008/6/12	計算機言語談話会 (CLC) 6月第1回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
25	2008/6/13	産学官交流研究会 博多セミナー (二金会)	中小企業基盤整備機構九州支部、九州経済産業局	共催	福岡県	博多祇園 BLDG
26	2008/6/17	GIC20年度第13回研修セミナー	グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム、(独)産業技術総合研究所 東北センター	共同主催	宮城県	産総研東北センター
27	2008/6/17	つくば発イノベーション第5回講演会	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	産総研つくばセンター

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
28	2008/6/18～2008/6/20	1st International Symposium on Thermal Design and Thermophysical Property for Electronics (e-Therm2008) 第1回エレクトロニクスにおける熱設計と熱物性に関する国際シンポジウム	(独)産業技術総合研究所 計測標準研究部門	主催	茨城県	つくば国際会議場
29	2008/6/18	ダイバーシティ・サポート・オフィス (DSO) セミナー (6) 「私が築くキャリアパス」	男女共同参画室産総研コンソーシアム「ダイバーシティ・サポート・オフィス」	主催	茨城県	産総研つくばセンター
30	2008/6/19	システム設計検証技術研究会 平成20年度第1回講演会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
31	2008/6/21	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2008年第3回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
32	2008/6/24	産総研-東北大学 連携・協力協定記念講演会	産総研-東北大学連絡協議会	主催	宮城県	東北大学片平キャンパス
33	2008/6/25	第31回メカトロニクスフォーラム	精密工学会知能メカトロニクス専門委員会、香川大学香川大学社会連携・知的財産センター、(財)かがわ産業支援財団、(社)香川経済同友会	共催	香川県	産総研四国センター
34	2008/6/26	計算機言語談話会 (CLC) 6月第2回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
35	2008/6/27	産総研 環境・エネルギーシンポジウムシリーズ「新しい水再生・利用技術ー環境保全と資源確保のためにー」	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	科学技術館サイエンスホール
36	2008/6/30	産学官連携センターシンポジウム	実環境計測診断システム協議会	主催	佐賀県	産総研九州センター
37	2008/7/1	平成20年度 第2回エンカレッジングセミナーキャリア講座	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
38	2008/7/8～2008/7/9	女性職員エンカレッジング研修 (つくばセンター)	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
39	2008/7/10～2008/7/11	The 3rd Joint Workshop on Information Security (JWIS 2008) 第3回情報セキュリティワークショップ	Japan:Information and Communication System Security (ICSS) of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers (IEICE) /Korea :Korea Institute of Information and Cryptology (KIISC) /Taiwan:Chinese Cryptology and Information Security Association (CCISA)	協賛	韓国	Hanyang University
40	2008/7/11	産学官交流研究会 博多セミナー (二金会)	(独)産業技術総合研究所 九州センター、中小企業基盤整備機構九州支部、九州経済産業局	共催	福岡県	博多祇園 BLDG
41	2008/7/15	エンカレッジングセミナー「ストレスマネジメントの方法」	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
42	2008/7/17～2008/7/18	産総研「出前シンポジウム」	実環境計測・診断システム協議会	主催	大分県	東芝大分工場厚生棟第1研修ホール
43	2008/7/17	The 1st International Symposium for Nondestructive Reliability Evaluation	(独)物質・材料研究機構	共催	茨城県	つくば国際会議場
44	2008/7/18	SAKAKI ものづくりコンソーシアムーキックオフシンポジウムー	関東経済産業局 (地域力連携拠点事業受託・財団法人長野経済研究所)、財団法人さかきテクノセンター、坂城町、さかき産学官連携研究会、株式会社八十二銀行、(独)産業技術総合研究所	主催	長野県	坂城テクノセンター 大研修室
45	2008/7/18	第86回 RICE セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター
46	2008/7/19	東京ベイエリア産学官連携シンポジウム (芝浦工業大学大学院シンポジウム) ～イノベーションによる価値創造～	芝浦工業大学	後援	東京都	芝浦工業大学豊洲キャンパス
47	2008/7/22	遠隔モニタリング技術研究会主催講演会	実環境計測・診断システム協議会	主催	佐賀県	産総研九州センター
48	2008/7/23	計算機言語談話会 (CLC) 7月第1回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
49	2008/7/25	シンポジウム「幹細胞の産業化に向けて～世界の動向と産総研の取組み～」	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	東京国際交流館：プラザ平成 国際交流会議場
50	2008/7/28	第5回強相関コアセミナー	(独)産業技術総合研究所 強相関電子科学技術研究コア	主催	茨城県	産総研つくばセンター

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
51	2008/7/30	表面・界面技術研究会主催講演会	実環境計測・診断システム協議会	主催	佐賀県	産総研九州センター
52	2008/7/31～2008/8/1	日本ゾルゲル学会第6回討論会	日本ゾルゲル学会	協賛	愛知県	名古屋市中小企業振興会館
53	2008/7/31	DSO 担当者懇話会	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
54	2008/8/6	「イノベーションオンライン」キックオフフォーラム	(独)産業技術総合研究所、日本経済新聞社	主催	東京都	秋葉原コンベンションホール
55	2008/8/8	光触媒環境浄化研究会 in 九州	産業技術連携推進会議 九州・沖縄地域部会 光触媒環境浄化研究会	主催	佐賀県	産総研九州センター
56	2008/8/8	四国工業研究会特別講演会	四国工業研究会	共催	香川県	産総研四国センター
57	2008/8/8	第75回産学官交流研究会－博多セミナー－	(独)産業技術総合研究所 九州センター、中小機構九州支部、九州経済産業局	主催	福岡県	博多祇園 BLDG
58	2008/8/9	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2008年第4回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
59	2008/8/12	第7回強相関コアセミナー	(独)産業技術総合研究所 強相関電子科学技術研究コア	主催	茨城県	産総研つくばセンター
60	2008/8/21	東京大学ナノバイオ・インテグレーション研究拠点セルセラピーシンポジウム「再生医療を目指したナノバイオテクノロジー－新規幹細胞の創製とマニピュレーション技術－」	東京大学ナノバイオ・インテグレーション研究拠点	後援	東京都	東京大学医学部教育研究棟 鉄門講堂
61	2008/8/27	第1回 GLIT 勉強会 糖鎖統合データベース講習・体験会(1)「GGDB 入門」	糖鎖産業技術フォーラム	共催	東京都	バイオインダストリー協会
62	2008/8/28	計算機言語談話会 (CLC) 8月第1回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
63	2008/8/29	CLC20年度第14回研修セミナー	グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム、(独)産業技術総合研究所 東北センター	共同主催	宮城県	産総研東北センター
64	2008/8/29～2008/9/1	6th International Conference on Asian Marine Geology 第6回国際アジア海洋地質学会議	(独)海洋研究開発機構、(独)産業技術総合研究所、東京大学海洋アライアンス、高知大学	共催	高知県	高知工科大学
65	2008/9/2	第87回 RICE セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター
66	2008/9/4～2008/9/5	平成20年度九州・沖縄地域公設試及び産総研若手研究者合同研修会	(独)産業技術総合研究所 九州センター	主催	熊本県	アークホテル熊本
67	2008/9/5	第23回 NMIJ セミナー「確かな分析に必要な標準物質」(2008分析展 JAIMA コンファレンス)	(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター (2008分析展の主催：(社)日本分析機器工業会)	主催	千葉県	幕張メッセ 国際会議場
68	2008/9/10	鹿児島県 MZ プラットフォーム導入促進セミナー	(独)産業技術総合研究所	主催	鹿児島県	ソフトプラザ鹿児島
69	2008/9/11	産業技術総合研究所「安全科学研究部門」設立記念講演会	(独)産業技術総合研究所 安全科学研究部門	主催	東京都	全日通霞が関ビル
70	2008/9/12	経済産業省関東経済産業局委託 産学人材育成パートナーシップ事業－マイクロナノ量産技術と応用デバイス製造に関する新事業開拓イノベーション人材育成－「今沸騰する新しいものづくりと人づくり」	東京大学、(独)産業技術総合研究所、関東経済産業局	主催	東京都	東京大学 弥生講堂
71	2008/9/12	第76回産学官交流研究会－博多セミナー－	(独)産業技術総合研究所 九州センター、中小機構九州支部、九州経済産業局	主催	福岡県	博多祇園 BLDG
72	2008/9/12	エンカレッジングセミナー (関西センター)	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	大阪府	産総研関西センター
73	2008/9/17	DSO セミナー ロールモデルとの懇談会 Part5 「私が築くキャリアパス」	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
74	2008/9/18	システム設計検証技術研究会 平成20年度第2回講演会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
75	2008/9/25	JEMIC フォーラム2008	日本電気計器検定所	後援	東京都	きゅりあん (品川区立総合区民会館)
76	2008/9/25	第19回中部バイオテクノロジーシンポジウム2008イン岐阜	特定非営利活動法人バイオものづくり中部	後援	岐阜県	じゅうろくプラザ
77	2008/9/26	「CCS ワークショップ2008～CCS 技術開発の現状と課題～」	財団法人地球環境産業技術研究機構	後援	東京都	ホテルグランドパレス
78	2008/9/27	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2008年第5回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
79	2008/9/29	NEDO 産業技術セミナー in 九州2008	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構九州支部	後援	福岡県	博多都ホテル

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
80	2008/10/3	ワークショップ「宇宙から地球を観る：真に役立つ地球観測をめざして」	(財)資源環境観測解析センター	共催	神奈川県	パシフィコ横浜 アネックスホール
81	2008/10/3	北海道地域イノベーション創出協働体キックオフ・フォーラム	ノーステック財団北海道地域イノベーション創出協働体	その他	北海道	ホテルモントレ札幌
82	2008/10/8	地域地場産業と共に歩く産総研ライフサイエンス分野の自動車産業等への展開	(独)産業技術総合研究所 九州センター	主催	福岡県	北九州国際会議場
83	2008/10/8	第3回超高速フォトニクスシンポジウム	(独)産業技術総合研究所、(独)情報通信研究機構、東北大学電気通信研究所	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
84	2008/10/8	「科学技術と産業」国際シンポジウム2008	(独)日本貿易振興機構	後援	東京都	東京ミッドタウン・ホール
85	2008/10/9	九州・沖縄地域公設試&産総研活用フォーラム一緒に新製品開発を	特許庁、九州経済産業局、九州知財財産戦略協議会、内閣府沖縄総合事務局、(独)産業技術総合研究所 九州センター	主催	福岡県	北九州国際会議場
86	2008/10/9	計算機言語談話会 (CLC) 10月第1回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
87	2008/10/10	産業技術総合研究所 in 京都光加工技術発表会「最新の光加工技術」の開発を目指して	(独)産業技術総合研究所、(社)京都工業会	主催	京都府	京都工業会館 大会議場
88	2008/10/10	第2回バイエリア産学官連携シンポジウム	芝浦工業大学	後援	東京都	芝浦工業大学豊洲キャンパス
89	2008/10/10	第77回産学官交流研究会－博多セミナー－	(独)産業技術総合研究所 九州センター、中小機構九州支部、九州経済産業局	主催	福岡県	博多祇園 BLDG
90	2008/10/15～2008/10/17	第51回放射線化学討論会	日本放射線化学会	共催	茨城県	産総研つくばセンター
91	2008/10/15	平成20年度第2回年齢軸生命工学研究センターセミナー	(独)産業技術総合研究所 年齢軸生命工学研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
92	2008/10/18	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2008年公開会	日本音響学会関西支部	協力	兵庫県	神戸市セミナーハウス
93	2008/10/22～2008/10/24	The 6th Asian Meeting on Electroceramics, 第28回エレクトロセラミクス研究討論会	(社)日本セラミクス協会電子材料部会、(独)物質・材料研究機構	協賛	茨城県	物質・材料研究機構
94	2008/10/22	先端融合領域イノベーション創出拠点の形成「光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点」発足シンポジウム	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	ベルサール八重洲
95	2008/10/22	エンカレッジングセミナー「キャリア講座 生き活きとしたキャリアを考える」Part I	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
96	2008/10/22	産業技術総合研究所シンポジウム「低炭素社会実現に向けたパワーエレクトロニクスのインパクト」	(独)産業技術総合研究所、日本経済新聞社	主催	東京都	富国生命ビル28階
97	2008/10/23	システム設計検証技術研究会 平成20年度第3回講演会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
98	2008/10/23	エンカレッジングセミナー「キャリア講座 生き活きとしたキャリアを考える」Part II	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
99	2008/10/27	エンカレッジングセミナー「意思決定法講座」	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
100	2008/10/27	エンカレッジングセミナー「リーダーシップの本質とマネジメント」	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
101	2008/10/28	MEMS パークンソニアム/グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム (GIC) 第3回連携シンポジウム (第15回研修セミナー)	グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム、(独)産業技術総合研究所 東北センター	共同主催	宮城県	産総研東北センター
102	2008/10/29	総合科学技術会議科学技術連携施策群「ナノテクノロジーの研究開発推進と社会受容に関する基盤開発」シンポジウム	内閣府	その他	東京都	東京国際フォーラム
103	2008/10/29	第3回レアメタルシンポジウム	(独)産業技術総合研究所 レアメタルタスクフォース	主催	東京都	石垣記念ホール
104	2008/10/30～2008/10/31	3rd Tsukuba International Coating Symposium 第3回つくば国際コーティングシンポジウム	(独)産業技術総合研究所、物質・材料研究機構	主催	茨城県	産総研つくばセンター
105	2008/10/30	計算機言語談話会 (CLC) 10月第2回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
106	2008/10/30	第9回強相関コアセミナー	(独)産業技術総合研究所 強相関電子科学技術コア	主催	茨城県	産総研つくばセンター

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
107	2008/10/30	セラミックス成形技術の新展開－基礎・基盤研究からのアプローチ	(独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
108	2008/10/31	「JBIC2008プロジェクト研究成果報告会」	(社)バイオ産業情報化コンソーシアム	後援	東京都	東京コンファレンスセンター・品川
109	2008/10/31	エンジニアリングプラスチック部材の最新動向と研究開発の状況－無機材料との融合化－	(独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
110	2008/11/2	地球を救う みんなの知恵－最新の科学が明らかにする地球環境の過去と未来	日本学術会議	後援	東京都	日本科学未来館
111	2008/11/4	平成20年度第3回年齢軸生命工学研究センターセミナー	(独)産業技術総合研究所 年齢軸生命工学研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
112	2008/11/5	実環境計測・診断システム協議会秋季講演・交流会	実環境計測・診断システム協議会	主催	福岡県	福岡県中小企業振興センター
113	2008/11/6	「第26回バイオテクノロジーシンポジウム」	バイオテクノロジー開発技術研究組合	後援	東京都	虎ノ門パストラルホテル
114	2008/11/6	産総研次世代技術講演会「豊かな未来生活を考える」	(独)産業技術総合研究所 関西センター	主催	大阪府	大阪国際会議場
115	2008/11/7	エンカレッジングセミナー「性格タイプ講座 良好な対人関係のために」	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
116	2008/11/7	DSO セミナー ロールモデルとの懇談会 Part6「私が築くキャリアパス」	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
117	2008/11/10	「第8回産学官連携サミット」	(社)日本経済団体連合会	共催	東京都	ホテルオークラ東京
118	2008/11/10	独立行政法人科学技術振興機構「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」研究領域シンポジウム	(独)科学技術振興機構「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」研究領域	出展	東京都	東京大学 弥生ホール
119	2008/11/10	第4回 UBIQEN フォーラム「燃料電池の新しい展開」	(独)産業技術総合研究所 関西センター	主催	大阪府	梅田スカイビル スペース36
120	2008/11/10～2008/11/13	『国際シンポジウム:IGYから50年－最新情報技術と地球・太陽の科学－』 International Symposium: Fifty Years after IGY- Modern Information Technologies and Earth and Solar Sciences -	Science Council of Japan/ IYPE/ IPY/IHY(STPP) eGY/WDC/ SCOSTEP/CODATA	共催	茨城県	産総研つくばセンター
121	2008/11/11	産総研テクノショップ in 九州	(独)産業技術総合研究所 九州センター	主催	長崎県	ウェルシティ長崎
122	2008/11/12	計算機言語談話会 (CLC) 11月第1回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
123	2008/11/13	第88回 RICE セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター
124	2008/11/14	第78回産学官交流研究会 博多セミナー、交流会	(独)産業技術総合研究所 九州センター、中小企業基盤整備機構九州支部、九州経済産業局	共催	福岡県	博多祇園 BLDG
125	2008/11/14	第90回 RICE セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター
126	2008/11/17	エンカレッジングセミナー(中部センター)	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	愛知県	産総研中部センター
127	2008/11/19	産総研研究講演会 in 中部産総研ライフサイエンス研究シーズ発表	(独)産業技術総合研究所、あいち健康長寿産業クラスター推進協議会	主催	愛知県	名古屋銀行協会
128	2008/11/21	計測標準フォーラム第6回合同講演会	日本 NCSLI、(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター	主催	東京都	大田区産業プラザ PiO
129	2008/11/27	第89回 RICE セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門	主催	兵庫県	産総研関西センター 尼崎事業所
130	2008/12/1	日仏交流150周年記念シンポジウム	(独)産業技術総合研究所 国際部門	共催	東京都	東京大学 安田講堂
131	2008/12/1～2008/12/2	国際量子暗号会議2008のご案内 International Conference on Quantum Cryptography “UQC2008: Updating Quantum Cryptography 2008”	(独)情報処理推進機構、(独)情報通信研究機構、(独)産業技術総合研究所 情報セキュリティ研究センター	共催	東京都	秋葉原コンベンションホール
132	2008/12/3	エンカレッジングセミナー「キャリア講座 生き活きとしたキャリアを考える」	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
133	2008/12/5	第332回講習会「第15回最先端の研究室めぐり」産業技術総合研究所(デジタルものづくり研究センター)－産総研におけるものづくり技能・技術の高度化支援技術に関する研究の現状－	(社)精密工学会	協賛	茨城県	産総研つくばセンター
134	2008/12/5	システム設計検証技術研究会 平成20年度第4回講演会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
135	2008/12/8	第91回 RICE セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門	主催	大阪府	産総研関西センター
136	2008/12/10	エンカレッジセミナー「性格タイプ講座 良好な対人関係のために」	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
137	2008/12/11	計算機言語談話会 (CLC) 12月第1回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
138	2008/12/12	第79回産学官交流研究会 博多セミナー (二金会)、交流会	(独)産業技術総合研究所 九州センター、中小企業基盤整備機構九州支部、九州経済産業局	主催	福岡県	博多祇園 BLDG
139	2008/12/15	(社)レーザー学会第382回研究会「21世紀のレーザー技術」	(社)レーザー学会	協賛	香川県	産総研四国センター
140	2008/12/15	日本音響学会超音波暴露研究会	日本音響学会	協力	京都府	同志社大学田辺キャンパス
141	2008/12/16	ロボット技術とそれを支える新材料およびキーデバイス	(独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門	主催	愛知県	名古屋駅前イノベーションハブ
142	2008/12/18	計算機言語談話会 (CLC) 12月第2回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
143	2008/12/19	システム設計検証技術研究会 平成20年度第5回講演会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
144	2008/12/19	エンカレッジセミナー『キャリアアドバイザーからのワークライフバランスのすすめ』	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
145	2008/12/20	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2008年第6回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
146	2008/12/22	DSO 機関担当者懇話会	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
147	2009/1/7	実環境計測・診断システム協議会 遠隔モニタリング技術研究会	(独)産業技術総合研究所 九州センター	主催	佐賀県	産総研九州センター
148	2009/1/9	第80回産学官交流研究会博多セミナー	(独)産業技術総合研究所 九州センター、中企機構九州支部、九州経済産業局	主催	福岡県	博多祇園 BLDG
149	2009/1/16	平成20年度 ISO/IEC 国際標準化セミナー 燃料電池・自動車用リチウム電池の国際標準化	(独)産業技術総合研究所	主催	大阪府	大阪科学技術センタービル8F 大ホール
151	2009/1/16	実環境計測・診断システム協議会 表面・界面技術研究会	(独)産業技術総合研究所 九州センター	主催	佐賀県	産総研九州センター
152	2009/1/19	エンカレッジセミナー (四国センター)	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	香川県	産総研四国センター
153	2009/1/20	ロールモデルとの懇談会「ワークライフバランスを考えよう」	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
154	2009/1/20	産業技術総合研究所 技術移転講演会 - 技術シーズ (環境関連技術) の紹介 -	(独)産業技術総合研究所 中部センター	主催	愛知県	名古屋駅前イノベーションハブ
155	2009/1/23	粒子径分布測定法セミナー	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
156	2009/1/29	計算機言語談話会 (CLC) 1月第1回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
157	2009/1/29	システム設計検証技術研究会 平成20年度第6回講演会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
158	2009/2/3	エンカレッジセミナー (東北センター)	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	宮城県	産総研東北センター
159	2009/2/4	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2009年第1回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
160	2009/2/6	システム設計検証技術研究会 平成20年度第7回講演会	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
161	2009/2/6	第11回連携大学院産学官交流セミナー	(独)産業技術総合研究所 九州センター、佐賀大学	主催	佐賀県	佐賀大学
162	2009/2/6	ロールモデルとの懇談会「ワークライフバランスを考えよう」	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
163	2009/2/9	新素材・新材料動向フォーラム2009	東海ものづくり創生協議会	出展	愛知県	名古屋栄ビルディング
164	2009/2/9	エンカレッジセミナー (北海道センター)	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	北海道	産総研北海道センター
165	2009/2/12	エンカレッジセミナー「研究資金獲得講座」(つくばセンター)	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
166	2009/2/13	第81回産学官交流研究会 博多セミナー (交流会も含む)	(独)産業技術総合研究所 九州センター、中小機構九州支部、九州経済産業局	主催	福岡県	博多祇園 BLDG
167	2009/2/13	産業保安の向上に向けた事故情報と活用 研究シンポジウム	(独)産業技術総合研究所 安全科学研究部門	主催	東京都	霞山会館



産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
168	2009/2/16	ロボット要素技術シンポジウム(センサー技術の現状と応用)	各務原市、岐阜県、(財)中部科学技術センター、(独)産業技術総合研究所 中部センター、(社)中部航空宇宙技術センター、(社)岐阜県工業会 ロボット技術の使い方研究会	主催	岐阜県	岐阜県テクノプラザ プラザホール
169	2009/2/16	エンカレッジングセミナー(中国センター)	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	広島県	産総研中国センター
170	2009/2/18	IRDA 設立20周年記念フォーラム	茨城県研究開発型企業交流協会(IRDA)	後援	茨城県	常陽つくばビル
171	2009/2/18	実環境計測・診断システム協議会表面・界面技術研究会主催講演会	実環境計測・診断システム協議会表面・界面技術研究会	主催	佐賀県	産総研九州センター
172	2009/2/19	第92回 RICE セミナー	(独)産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門	主催	兵庫県	産総研関西センター 尼崎事業所
173	2009/2/20	産業技術総合研究所関西センター研究講演会ーダイヤモンド系材料の展望ー	(独)産業技術総合研究所 関西センター	主催	大阪府	KKR ホテル大阪
174	2009/2/20	科学技術振興調整費シンポジウム ナノテクノロジーで未来を拓く～社会と共に創るナノ材料開発支援のための知識基盤～	(独)産業技術総合研究所、東京大学、(独)物質・材料研究機構	主催	東京都	東京ビックサイト
175	2009/2/20	平成20年度 産業技術総合研究所九州センター研究講演会	(独)産業技術総合研究所九州センター	主催	福岡県	福岡ファッションビル
176	2009/2/23	第3回公開鍵暗号の安全な構成とその応用ワークショップ	(独)産業技術総合研究所 情報セキュリティ研究センター	主催	東京都	秋葉原ダイビル
177	2009/2/23	第3回 ミニマルマニュファクチャリングシンポジウム	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	日本科学未来館
178	2009/2/24	GIC20年度報告総会及び特別講演会	グリーンプロセスインキュベーションコンソーシアム、(独)産業技術総合研究所 東北センター	共同主催	宮城県	メルパルク仙台
179	2009/2/24	平成20年度第3回遠隔モニタリング技術研究会主催講演会	実環境計測・診断システム協議会	主催	佐賀県	産総研九州センター
180	2009/2/24	平成20年度第4回年齢軸生命工学研究センターセミナー	(独)産業技術総合研究所 年齢軸生命工学研究センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
181	2009/2/25	第3回ナノテクフォーラムー産業技術における近畿発ナノテクノロジーと産学官連携ー	(独)産業技術総合研究所 関西センター、ナノテクノロジー研究部門	主催	大阪府	千里ライフサイエンスセンター サイエンスホール
182	2009/2/26	OKINAWA ライフサイエンスシンポジウム「生命科学の最前線と沖縄の可能性」～再生医療・ゲノム解析が沖縄にもたらすもの～	沖縄県、(財)沖縄科学技術振興センター	共催	沖縄県	パシフィックホテル沖縄
183	2009/2/26	海域・沿岸域の資源・環境・防災ー持続的発展に向けた海洋地質研究ー	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター	主催	東京都	秋葉原ダイビル コンベンションホール
184	2009/2/26	第2回“セラミックス成形技術の新展開”ー基礎・基盤研究からのアプローチー	(独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門	主催	愛知県	名古屋銀行協会
185	2009/2/26	「平成20年度サービス研究センター基盤整備事業に係る適用実証委託事業」成果報告会	(独)産業技術総合研究所 サービス工学研究センター	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
186	2009/2/27	第4回素子協フォーラム	(財)新機能素子研究開発協会	後援	東京都	虎ノ門バストラル
187	2009/2/27	“エンジニアリングプラスチック部材の最新動向と研究開発の状況”ー無機材料との融合化ー	(独)産業技術総合研究所 先進製造プロセス研究部門	主催	愛知県	名古屋銀行協会
188	2009/3/2	日本学術会議主催公開講演会「学術分野における男女共同参画促進のために」	日本学術会議	後援	東京都	日本学術会議講堂
189	2009/3/2	エンカレッジングセミナー(臨海副都心センター)	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
190	2009/3/4	計算機言語談話会(CLC)3月第1回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
191	2009/3/4	日本音響学会関西支部聴覚基礎理論談話会 2009年第2回例会	日本音響学会関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
192	2009/3/4	平成20年度技術情報調査報告会	(独)産業技術総合研究所 イノベーション推進室	主催	茨城県	産総研つくばセンター
193	2009/3/6	太陽光発電シンポジウム&ビジネス交流会	(財)九州地域産業活性化センター	後援	福岡県	福岡銀行本店
194	2009/3/6	統合化地下構造データベースの構築第3回シンポジウム	(独)防災科学技術研究所	共催	東京都	日本科学未来館
195	2009/3/9	平成20年度経済産業省地域イノベーション創出共同体形成事業公開講座「高度なものづくりのための形状計測技術」	東京大学、東京電機大学、(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	東京電機大学

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
196	2009/3/9	第4回産業用酵素シンポジウム/FS フォーラム ～蛋白質科学と産業応用の新しい関係～	(独)産業技術総合研究所 セルエンジニアリング研究部門、東京大学大学院新領域創成科学研究科	主催	東京都	東京大学本郷キャンパス 山上会館
197	2009/3/13	第82回産学官連携交流研究会 博多セミナー (二金会)	(独)産業技術総合研究所 九州センター、中小機構九州支部、九州経済産業局	主催	福岡県	博多祇園 BLDG
198	2009/3/17	地域イノベーションフォーラム2009	経済産業省、文部科学省	後援	東京都	秋葉原コンベンションホール
199	2009/3/24	サービス工学シンポジウム	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	秋葉原コンベンションホール
200	2009/3/25	つくば発イノベーション 第8回講演会	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	産総研つくばセンター
201	2009/3/26	Seminar on Hydrogen Storage Materials (水素貯蔵材料セミナー)	The HYDRO-STAR Project, Japan Institute of Metals (HYDRO-STAR プロジェクト、日本金属学会)	主催	茨城県	産総研つくばセンター
202	2009/3/27	日本心理学会味嗅覚と行動に関する研究会 2008年度第2回研究会	日本心理学会味嗅覚と行動に関する研究会、(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	産総研つくばセンター

産業技術総合研究所

1. 主催行事（共同主催を含む）

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
1	2008/4/10	算機言語談話会（CLC）4月第一回	(独)産業技術総合研究所 システム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センター 千里サイト
2	2008/4/15～2008/4/20	サイエンス・スクエア つくば「科学技術週間特別イベント」	(独)産業技術総合研究所 広報部	主催	茨城県	産総研つくばセンター
3	2008/4/19	科学技術週間地質標本館特別ガイドツアー・ミニ講演会	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター(地質標本館)
4	2008/4/20	地質標本館特別講演会「鉱物の楽しみ」	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター
5	2008/4/23	NEDO－産総研－OECD 合同国際シンポジウム「工業ナノ材料のリスク評価」International Symposium on the Risk Assessment of Manufactured Nanomaterials	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構、(独)産業技術総合研究所、経済協力開発機構(OECD)	主催	東京都	日本消防会館「ニッショーホール」
6	2008/4/24	つくば発イノベーション第4回講演会	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	産総研つくばセンター
7	2008/4/24～2008/4/25	The 3rd International Symposium on Energetic Materials and their Applications (ISEM2008)	(社)火薬学会 ISEM2008実行委員会	共催	東京都	タワーホール船堀
8	2008/4/25	第9回産総研サイエンスカフェ「体温の不思議と眠り」	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	レストラン エスポワール
9	2008/5/10	地質の日記念「つくばの地質」展示・説明会	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
10	2008/5/10	地質の日記念イベント「研究者によるポイント展示解説」	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター(地質標本館)
11	2008/5/10	地質の日記念イベント「黄鉄鉱ひろいー粘土の中からきれいな黄鉄鉱を見つけよう！ー」	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター(地質標本館)
12	2008/5/17	2008年度野外観察会 筑波山へ行こう～石が語る自然の歴史～	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター(地質標本館)
13	2008/5/21	産業技術総合研究所男女共同参画シンポジウム	(独)産業技術総合研究所 男女共同参画室	主催	大阪府	ドーンセンター(大阪府立女性総合センター)
14	2008/5/24	第5回 Research & Innovation (R&I) スキルアップセミナー「英文テクニカルライティング①5/24」「英文テクニカルライティング②6/21」	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
15	2008/5/29	東北分析・計測科学技術コンソーシアム	(独)産業技術総合研究所	主催	宮城県	産総研東北センター
16	2008/6/11～2008/6/13	JPCA Show 2008 第38回国際電子回路産業展	社団法人日本電子回路工業会(JPCA)	主催	東京都	東京ビックサイト 東展示棟1～6ホール
17	2008/6/14～2008/6/15	第7回産学官連携推進会議	第7回産学官連携推進会議実行委員会(内閣府、総務省、文部科学省、経済産業省、日本学術会議、日本経済団体連合会)	共催	京都府	国立京都国際会館
18	2008/6/18	2008産学官技術交流フェア	日刊工業新聞社	共催	東京都	東京ビックサイト
19	2008/6/20	第10回産総研サイエンスカフェ「太陽の光で電気を作る」	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	レストラン エスポワール
20	2008/6/23	第8回産業界就職支援セミナー「就職活動に関するスタートセミナー」	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
21	2008/6/24～2008/6/25	Grid World2008	グリッド協議会(株)IDG	共催	東京都	東京国際フォーラム
22	2008/6/27	第3回講演会・討論会ならびに見学会・技術交流会	研究・技術計画学会 関西支部	共催	大阪府	産総研関西センター
23	2008/6/29	特別講演「鉱物種一覧表のいろいろ」	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター(地質標本館)
24	2008/7/2～2008/7/4	第6回ディベンダブルシステムワークショップ(DSW'08summer)	日本ソフトウェア科学会ディベンダブルシステム研究会	共催	北海道	函館大沼プリンスホテル
25	2008/7/19	第9回産業界就職支援セミナー「自己プロフィールシート作成演習&企業紹介相談会」	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
26	2008/7/23	第6回溶接・表面改質フォーラム	溶接・表面改質フォーラム、四国経済産業局、溶接学会四国支部、高温学会四国支部	共催	香川県	産総研四国センター
27	2008/7/25	産業技術総合研究所関西センター一般公開	(独)産業技術総合研究所 関西センター	主催	兵庫県	産総研関西センター 尼崎事業所
28	2008/7/26	地質標本館特別講演「プレート沈み込みでできた日本列島ー深海掘削と潜水船調査でわかったことー」	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
29	2008/7/26~2008/9/28	2008年夏の地質標本館特別展「地球の記憶を掘り起こせ！深海掘削がさぐる地球の不思議-IODP 普及キャンペーン」	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター(地質標本館)
30	2008/7/26	ミニ講演会とクイズ大会	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター(地質標本館)
31	2008/7/28~2008/7/29	第4回「産業技術総合研究所 太陽光研究センター 成果報告会」	(独)産業技術総合研究所 太陽光研究センター 成果報告会事務局	主催	東京都	日本科学未来館
32	2008/7/30~2008/8/1	第3回新エネルギー世界展示会	再生可能エネルギー協議会	共催	東京都	東京ビッグサイト
33	2008/7/30	平成20年度第1次世代バイオナノ研究会	四国工業研究会、次世代バイオナノ研究会、(独)産業技術総合研究所健康工学研究センター、(独)産業技術総合研究所 四国産学官連携センター、(財)四国産業・技術振興センター、四国経済産業局	共催	香川県	産総研四国センター
34	2008/7/31	産総研シンポジウム分散エネルギーを効率的に使いこなす技術:インテグレーションと電池技術	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	東京ビッグサイト
35	2008/8/1	第10回産業界就職支援セミナー『企業採用担当者との懇談会①』	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
36	2008/8/1	シンポジウム「医薬品開発のための化学工学」	化学工学会バイオ部会	共催	東京都	産総研臨海副都心センター
37	2008/8/2~2008/8/3	「地質情報展2008あきた」プレイベント	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター	主催	秋田県	自然科学学習館
38	2008/8/5	第6回 R&I スキルアップセミナー『バイオ・化学研究者のための微細加工・ナノ計測装置利用支援-研究の幹を広げよう-』	(独)産業技術総合研究所 ナノテクノロジー研究部門、能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
39	2008/8/7	中学生職場体験	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター(地質標本館)
40	2008/8/7	先端デバイス計測シンポジウム	デバイス計測コンソーシアム(独)産業技術総合研究所の産学官の連携交流組織	主催	茨城県	産総研つくばセンター
41	2008/8/8	自分自身の発見セミナー<キャリアアンカー>	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
42	2008/8/20~2009/3/31	第9回バイオビジネスコンペ JAPAN	バイオビジネスコンペ JAPAN 実行委員会	共催	大阪府	大阪商工会議所 経済産業部内
43	2008/8/22	夏休み体験学習「化石のクリーニング」	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター(地質標本館)
44	2008/8/23	産業技術総合研究所東北センター一般公開	(独)産業技術総合研究所 東北センター	主催	宮城県	産総研東北センター
45	2008/8/23	地球何でも相談	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター(地質標本館)
46	2008/8/26	第11回産業界就職支援セミナー企業採用担当者との懇談会 Part2	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
47	2008/8/30	第7回 Research&Innovation (R&I) スキルアップセミナー「異分野・異業種へのプレゼンテーション/コミュニケーション」	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
48	2008/8/30	産業技術総合研究所中部センター一般公開	(独)産業技術総合研究所 中部センター	主催	愛知県	なごやサイエンスパーク
49	2008/9/4	2008分析展 JAIMA コンファレンス ワークショップ「メタボリック・プロファイリング:食品と健康を測る」	メタボリック・プロファイリング研究会	共催	千葉県	幕張メッセ
50	2008/9/5	第11回産総研サイエンスカフェ「プラスチックの革命 石油から植物へ」	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	カフェ ベルガ
51	2008/9/8~2008/9/9	2008全国バイオビジネスマッチング in 札幌	北海道経済産業局、札幌市、北海道、(独)産業技術総合研究所 北海道センターほか	主催	北海道	札幌コンベンションセンター
52	2008/9/11	研究支援のための「ものづくり」最前線-レーザーによる微細加工・光造形技術-	(独)物質・材料研究機構	共催	茨城県	物質・材料研究機構
53	2008/9/16	第12回産業界就職支援セミナー「産業界就職成功に導くための研究経歴書と面談」	(独)産業技術総合科学研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
54	2008/9/17	つくば発イノベーション第6回講演会	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	産総研つくばセンター
55	2008/9/18	SAKAKI ものづくりコンソーシアム イブニングセミナー「加工技術 DB “切削・研削・除去加工編” I」	(独)産業技術総合研究所	主催	長野県	坂城テクノセンター

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
56	2008/9/19～2008/9/21	地質情報展2008あきた	(独)産業技術総合研究所 地質調査情報センター、秋田市教育委員会、日本地質学会、秋田大学工学資源学部附属環境資源学研究所	主催	秋田県	秋田市民交流プラザ アルベ 1階「きらめき広場」
57	2008/9/22～2008/9/25	第10回傾斜機能材料国際シンポジウム (FGM2008)	第10回傾斜機能材料国際シンポジウム実行委員会	共催	宮城県	仙台国際センター
58	2008/9/26	広島市立大学リエゾンフェスタ2008・産学官連携セミナー	広島市立大学、財団法人広島市産業振興センター	主催	広島県	広島市まちづくり市民交流プラザ
59	2008/9/27	九州センター一般公開	(独)産業技術総合研究所 九州センター	主催	佐賀県	産総研九州センター
60	2008/9/30～2008/10/1	「第3回 日中韓ロボット研究者交流ワークショップ」	特定非営利活動法人 日中産学官交流機構	共催	富山県	宇奈月国際会館「セレネ」
61	2008/9/30	産学官連携フェア2008みやぎ 研究成果発表・交流の集い	(財)みやぎ産業振興機構	共催	宮城県	仙台国際センター
62	2008/10/6～2008/10/10	第4回 ライブセルイメージング講習会	(独)産業技術総合研究所、日本バイオイメージング学会	主催	茨城県	産総研つくばセンター
63	2008/10/7～2008/10/9	Seventh Japan-Taiwan International Workshop on Hydrological and Geochemical Research for Earthquake Prediction	(独)産業技術総合研究所 地質調査総合センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
64	2008/10/8～2008/10/10	北九州学術研究都市第8回産学連携フェア知と技術の融合 『～高付加価値産業の創出を目指して～』	九州工業大学、北九州市立大学、早稲田大学、九州共立大学、福岡大学、近畿大学、西日本工業大学、九州歯科大学、産業医科大学、北九州工業高等専門学校、北九州商工会議所、(財)国際東アジア研究センター、(財)北九州活性化協議会、(財)九州ヒューマンメディア創造センター、九州経済産業局、(独)産業技術総合研究所、福岡県、福岡県工業技術センター機械電子研究所、北九州市	主催	福岡県	西日本総合展示場・新館
65	2008/10/11	第8回 R&I スキルアップセミナー『自分の考えを実現するテクニック①～プランニング』	(独)産業技術総合科学研究所 能力開発部門	主催	茨城県	筑波大学 春日地区キャンパス 図書館情報メディアユニオン
66	2008/10/11～2008/10/12	つくば産業フェア「移動地質標本館」	つくば産業フェア実行委員会(つくば市、つくば市商工会)	主催	茨城県	つくばカピオ
67	2008/10/17	東京工科大学・産業技術総合研究所リサーチ・フォーラム2008「ニュービジネスのためのシーズ」	(独)産業技術総合研究所、(学)片柳学園、東京工科大学	共催	東京都	東京国際フォーラム
68	2008/10/17	第2回糖鎖産業技術フォーラム (GLIT in BioJapan 2008)	糖鎖産業技術フォーラム ((独)産業技術総合研究所、(財)バイオインダストリー協会)	共催	神奈川県	パシフィコ横浜
69	2008/10/20～2008/10/21	産総研オープンラボ	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	産総研つくばセンター
70	2008/10/24～2008/10/25	産総研中国センター一般公開「移動地質標本館」	(独)産業技術総合研究所 中国センター	主催	広島県	産総研中国センター
71	2008/10/28	第2回 GLIT 勉強会 バイオ医薬(1)「糖鎖(抗体医薬)」	糖鎖産業技術フォーラム ((独)産業技術総合研究所、(財)バイオインダストリー協会)	共催	東京都	日本製薬工業協会
72	2008/10/30	第13回 産業界就職支援セミナー『面接演習』	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
73	2008/10/30	第12回産総研サイエンスカフェ「電子ペーパー プリンターで作る未来のディスプレイ」	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	カフェ ベルガ
74	2008/9/25～2008/11/7	2008年度生命情報工学研究センター研究報告シンポジウム (CBRC2008)	(独)産業技術総合研究所 生命情報工学研究センター CBRC2008 実行委員会	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
75	2008/11/8	第9回 Research&Innovation (R&I) スキルアップセミナー『自分の考えを実現するテクニック②～マネジメント』	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	筑波大学 春日地区キャンパス 図書館情報メディアユニオン
76	2008/11/11～2008/11/13	中部地域公設研テクノフェア2008	(独)産業技術総合研究所 中部センター	主催	愛知県	吹上ホール(名古屋市中企業振興会館)
77	2008/11/17～2008/11/19	第五回システム検証の科学技術シンポジウム	日本ソフトウェア科学会ディペンドブルシステム研究会	共催	茨城県	筑波大学 大会館(つくばキャンパス)
78	2008/11/19	半導体計測・評価技術ネットワーク第3回ワークショップ	つくば半導体コンソーシアム	共同主催	茨城県	つくば国際会議場

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
79	2008/11/20	計測フロンティア研究部門 第14回公開セミナー「原子構造解析の最前線ー基盤技術の開発から産業応用までー」	(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
80	2008/11/20	SAKAKI ものづくりコンソーシアムイブニングセミナー「加工技術DB“切削・研削・除去加工編”Ⅱ」	(独)産業技術総合研究所	主催	長野県	坂城テクノセンター
81	2008/11/20	第7回地圏資源環境研究部門成果報告会	(独)産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門	主催	東京都	秋葉原コンベンションホール
82	2008/11/20～2008/11/23	マイクロマウス2008(つくばチャレンジ2008/第29回全日本マイクロマウス大会)	(財)ニューテクノロジー振興財団	共催	茨城県	エキスポセンター前広場及びつくば市遊歩道(つくばチャレンジ2008)、つくば国際会議場(第29回全日本マイクロマウス大会)
83	2008/11/21	2008年度日本情報地質学会シンポジウム「公開地質情報データベースの活用と将来展望」	日本情報地質学会	共催	東京都	国学院大学
84	2008/11/23	サイエンスアゴラトークセッション 国境を越える科学の対話 エコロジー編	サイエンスアゴラ、東京国際交流館、日本科学未来館	共催	東京都	東京国際交流館
85	2008/11/25	第3回四国食品健康フォーラム	(独)科学技術振興機構 JST イノベーションサテライト高知、(独)科学技術振興機構 JST イノベーションサテライト徳島、(財)四国産業・技術振興センター	共催	高知県	ウェルサンピア高知
86	2008/11/26～2008/11/28	全日本科学機器展 in 東京2008	日本科学機器団体連合会	主催	東京都	東京ビックサイト国際展示場
87	2008/11/26～2008/11/28	中小企業総合展 2008 in Tokyo	(独)中小企業基盤機構	主催	東京都	東京ビックサイト国際展示場
88	2008/12/1～2008/12/2	第34回(2008年)感覚代行シンポジウム	感覚代行研究会	共催	東京都	産総研臨海副都心センター
89	2008/12/2	産業技術総合研究所第3回健康工学シンポジウムー新しい健康観の下での社会的価値の創造に向けてー	(独)産業技術総合研究所 健康工学研究センター、四国センター	主催	香川県	サンポートホール高松 第1小ホール
90	2008/12/4	東北/関東「環境とものづくり」技術交流フェアー地域連携推進による新たな産業創出を目指してー	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	ダイビル カンファレンスフロア
91	2008/12/4～2008/12/6	第5回バイオマス・アジアワークショップ (Fifth Biomass-Asia Workshop)	農林水産省、経済産業省、バイオマス・アジアリサーチコンソーシアム、(独)産業技術総合研究所、(独)国際農林水産業研究センター、(独)農業・食品産業技術総合研究機構、(独)森林総合研究所、東京大学、広島大学、中国科学院	主催	中国	Baiyun International Convention Center
92	2008/12/5	シンポジウム「サービス・イノベーション人材:科学技術関係人材の新たなフロンティア」	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	日本工業倶楽部会館
93	2008/12/9	第5回分散型エネルギーシンポジウムー要素技術とシステムー	(独)産業技術総合研究所 エネルギー技術研究部門	主催	東京都	全社協・灘尾ホール
94	2008/12/10	技術移転フェア2008ー合同開催ー産業技術総合研究所技術普及講演会&豊田中央研究所テクノフェア	(独)産業技術総合研究所 中部センター、関西センター、(財)北陸産業活性化センター、北陸ものづくり創生協議会	主催	富山県	名鉄トヤマホテル
95	2008/12/10	2008年半導体 MIRAI プロジェクト成果報告会	半導体 MIRAI プロジェクト	共同主催	茨城県	産総研つくばセンター
96	2008/12/12	内閣府「男女の仕事と生活の調和(ワーク・ライフ・バランス)」推進事業公開シンポジウム『ワーク・ライフ・バランス実現に向けた社会基盤構築:新しい研究者・技術者像とは』	日本女性科学者の会	共催	東京都	早稲田大学 大隈記念講堂
97	2008/12/15	計測フロンティア研究部門 第15回公開セミナー「シリコン酸化膜の作製と表面・界面・薄膜の評価」	(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
98	2008/12/16	第3回 GLIT 勉強会 糖鎖統合データベース講習・体験会(2)「LfDBとマイクロアレイ入門」	糖鎖産業技術フォーラム((独)産業技術総合研究所、(財)バイオインダストリー協会)	共催	東京都	バイオインダストリー協会

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
99	2008/12/16	産総研技術フェア in 帯広～北の地に生まれた生物の力によるモノづくり～	(独)産業技術総合研究所 北海道センター	主催	北海道	帯広畜産大学総合研究棟
100	2008/12/16～2009/3/1	2008年度冬の地質標本館特別展「地質情報展2008あきた」再展示	(独)産業技術総合研究所 地質標本館	主催	茨城県	産総研つくばセンター(地質標本館)
101	2008/12/17～2008/12/18	計量標準総合センター 2008成果発表会	(独)産業技術総合研究所 計量標準総合センター	主催	茨城県	産総研つくばセンター
102	2008/12/18	第2回サービス・イノベーションシンポジウム「サービスを工学する。」 ー科学や工学の対象でなかった「サービス」のイノベーションに向けてー	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	日本科学未来館みらいCANホール
103	2008/12/20～2008/12/21	産総研キャラバン2008TOKYO	(独)産業技術総合研究所	主催	東京都	科学技術館
104	2008/12/26	第13回産総研サイエンスカフェ「温泉と金鉱脈を結ぶ赤い糸」	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	カフェ ベルガ
105	2009/1/9	つくば発イノベーション第7回講演会	(独)産業技術総合研究所 つくばセンター内会議	主催	茨城県	産総研つくばセンター
106	2009/1/16	第7回溶接・表面改質フォーラム	溶接・表面改質フォーラム	共催	香川県	産総研四国センター
107	2009/1/17	第14回産業界就職支援セミナー『そのまま使える応募書類作成セミナー』	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	つくば国際会議場
108	2009/1/22～2009/1/23	計測フロンティア研究部門 第5回シンポジウム「先端計測分析技術開発から産業構造変革イノベーションへの潮流」	(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門	主催	茨城県	つくば国際会議場
109	2009/1/23	産総研技術フェア in 函館～北の海に生まれた生物の力によるモノづくり～	(独)産業技術総合研究所 北海道センター	主催	北海道	ロワジールホテル函館
110	2009/1/23～2009/1/24	「第8回 TX テクノロジー・ショーケース in つくば2009」	つくばサイエンス・アカデミー	共催	茨城県	農林水産技術会議事務局筑波事務所
111	2009/1/25	鉄系高温超伝導体に関する国際研究集会	(独)日本原子力研究開発機構、(独)産業技術総合研究所、(独)理化学研究所、(独)物質・材料研究機構	共同主催	東京都	日本原子力研究開発機構「システム計算科学センター」
112	2009/1/29～2009/1/30	第8回産総研・産技連 LS-BT 合同研究発表会	(独)産業技術総合研究所、産業技術連携推進会議 ライフサイエンス部会 バイオテクノロジー分科会	主催	茨城県	産総研つくばセンター
113	2009/1/31	第10回 Research&Innovation (R&I) スキルアップセミナー「英文テクニカルライティング上級講座①」	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
114	2009/2/4～2009/2/5	水素先端世界フォーラム 2009International Hydrogen Energy Development Forum 2009	(独)産業技術総合研究所、福岡水素エネルギー戦略会議、福岡県、九州大学	主催	福岡県	ホテルオークラ福岡
115	2009/2/6	～国際機関で働いてみませんか？～ 国際熱核融合実験炉 (ITER) 機構職員の公募に関する説明会	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
116	2009/2/7	交流会「博士ネットワーク・ミーティング@つくば」	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	つくば国際会議場
117	2009/2/10	平成20年度 産総研 環境・エネルギーシンポジウムシリーズ3 21世紀の化学反応とプロセス&#8722;グリーンサステナブルケミストリー (GSC)の新たな展開&#8722;	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	つくばカピオホール
118	2009/2/10	第15回産業界就職支援セミナー『産業界就職説明会 in つくば：分野別開催①ライフサイエンス』	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	多目的室及びびワイエ
119	2009/2/14～2009/2/15	産総研キャラバン2009はままつ	(独)産業技術総合研究所	主催	静岡県	浜松科学館
120	2009/2/15	第16回産業界就職支援セミナー研究者としてのキャリア設計セミナー～研究者としての将来の選択肢増やしませんか～	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	つくば国際会議場
121	2009/2/16	The NRI-NINT 3rd Joint Scientific Workshop 第3回 NRI-NINT ジョイントワークショップ	(独)産業技術総合研究所 ナノテクノロジー研究部門、カナダ国立ナノテクノロジー研究所 (National Institute for Nanotechnology)	共同主催	茨城県	産総研つくばセンター
122	2009/2/16	「第5回タスクフォース成果報告会」～技術シーズ内覧会～	(独)産業技術総合研究所 ベンチャー開発センター	主催	東京都	秋葉原ダイビル
123	2009/2/18	第8回溶接・表面改質フォーラム	溶接・表面改質フォーラム	共催	香川県	産総研四国センター
124	2009/2/19	産総研テクノショップ in 沖縄	内閣府沖縄総合事務局、(独)産業技術総合研究所	主催	沖縄県	沖縄産業支援センター

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
125	2009/2/20	第4回 GLIT 勉強会 バイオ医薬2「生産技術(1)」	糖鎖産業技術フォーラム((独)産業技術総合研究所、(財)バイオインダストリー協会)	共催	東京都	(財)バイオインダストリー協会
126	2009/2/20	第15回産業界就職支援セミナー『産業界就職説明会 in つくば:分野別開催』 ◆情報通信・エレクトロニクス	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
127	2009/2/20	日本ジオパーク記念式典	日本ジオパーク委員会	主催	東京都	東京大学 小柴ホール
128	2009/2/22	第17回産業界就職支援セミナー『産業界就職説明会 in つくば:複数分野合同』	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	つくば国際会議場
129	2009/2/24	第12回光技術シンポジウムー最先端レーザー技術を用いた精密プロセス研究と産学連携ー	(独)産業技術総合研究所 光技術研究部門、(財)光産業技術振興協会	主催	東京都	産総研臨海副都心センター
130	2009/2/26	第1回地域イノベーション創出シンポジウム	近畿地域イノベーション創出協議会、(独)産業技術総合研究所	主催	大阪府	ザ・リッツ・カールトン大阪
131	2009/2/28	第10回 Research&Innovation (R&I) スキルアップセミナー「英文テクニカルライティング上級講座②」	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
132	2009/3/3	第15回産業界就職支援セミナー『産業界就職説明会 in つくば:分野別開催』 ◆ナノテクノロジー・材料・製造	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
133	2009/3/4	デジタルヒューマン・シンポジウム2009	(独)産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センター	主催	東京都	日本科学未来館
134	2009/3/4~2009/3/7	AIST-RIKEN Joint Workshop on “Emergent phenomena of Correlated Materials” 産総研ー理研共催国際ワークショップ「強相関物質で発現する新現象」	強相関電子科学技術フォーラム(産業技術総合研究所 強相関電子科学技術コア、理化学研究所)	共催	沖縄県	万国津梁館
135	2009/3/5~2009/3/6	計測フロンティア研究部門 第16回公開セミナー「第15回 FEL と High-Power Radiation 研究会」	(独)産業技術総合研究所 計測フロンティア研究部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
136	2009/3/5	産業技術総合研究所技術セミナー	(独)産業技術総合研究所 四国センター	主催	高知県	高知県工業技術センター
137	2009/3/6	第14回産総研サイエンスカフェ「地下で働くいきものたち~地下圏微生物の世界~」	(独)産業技術総合研究所	主催	茨城県	カフェ ベルガ
138	2009/3/7~2009/3/8	産総研キャラバン2009FUKUI	(独)産業技術総合研究所	主催	福井県	福井県児童科学館「エンゼラランドふくい」
139	2009/3/9	第8回つくば WAN シンポジウム	(財)国際科学振興財団(つくば WAN 推進会議)	共催	茨城県	筑波大学学生会館
140	2009/3/10	第15回産業界就職支援セミナー『産業界就職説明会 in つくば:分野別開催』 ◆環境・エネルギー、地質、標準・計測	(独)産業技術総合研究所 能力開発部門	主催	茨城県	産総研つくばセンター
141	2009/3/11~2009/3/13	第4回新エネルギー技術シンポジウム	筑波大学 システム情報工学研究科、産業総合技術研究所 エネルギー技術研究部門、電気学会	共同主催	茨城県	産総研つくばセンター
142	2009/3/12~2009/3/13	JAIST- AIST Joint Workshop on Verification Technology (6th VERITE)	北陸先端科学技術大学院大学 (JAIST)	共催	東京都	JAIST 田町サテライトキャンパス
143	2009/3/12	最新プローブ計測シンポジウム	デバイス計測コンソーシアム((独)産業技術総合研究所の産学官の連携交流組織)	主催	茨城県	産総研つくばセンター
144	2009/3/14~2009/3/17	J-DESC コアスクール コア解析基礎コース2009	日本地球掘削科学コンソーシアム	共催	高知県	高知コアセンター
145	2009/3/15	日本磁気学会第8回公開講演会	日本磁気学会	共催	茨城県	産総研つくばセンター
146	2009/3/17	産業技術総合研究所健康工学研究センター研究成果発表会	(独)産業技術総合研究所 健康工学研究センター	共催	大阪府	千里ライフサイエンスセンター
147	2009/3/19~2009/3/22	iPhone を使った科学館学習支援システム実験	(独)産業技術総合研究所 サービス工学研究センター、(財)日本科学技術振興財団	共同主催	東京都	科学技術館
148	2009/3/23~2009/3/25	スプリングサイエンスキャンプ「地球を探るー仙台市郊外で地質の調査ー」	(独)科学技術振興機構	共催	宮城県	産総研東北センター一他
149	2009/3/24~2009/3/25	計測フロンティア研究部門 第17回公開セミナー「安全・安心な社会を築く先進材料・非破壊計測技術シンポジウムー新素材及びその製品の非破壊評価技術」	(社)日本非破壊検査協会	主催	茨城県	産総研つくばセンター



産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研 との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
150	2009/3/26	産業技術総合研究所 システム検証 研究センター研究成果報告会2008年 度研究プロジェクト報告会	(独)産業技術総合研究所 システ ム検証研究センター	主催	大阪府	産総研関西センタ ー 千里サイト

2. その他参加行事

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
1	2008/4/8～2008/4/11	OCEANS08/MTS/IEEE/KOBE-TECHN O-OCEAN08	(財)神戸国際観光コンベンション協会	後援	兵庫県	神戸国際展示場
2	2008/4/9～2008/4/11	第7回国際医薬品原料・中間体展 (CPhI Japan 2008)	(株)CMP ビジネスメディア、(株)化学工業日報社	出展	東京都	東京ビッグサイト
3	2008/4/9～2008/4/12	粉体工業展名古屋2008	(社)日本粉体工業技術協会	協賛	愛知県	ポートメッセなごや
4	2008/4/11～2009/2/28	展示施設「先端技術館@TEPIA」	(財)機会産業記念事業財団	協力	東京都	TEPIA
5	2008/4/17～2008/4/19	「第2回新技術融合展」－独立行政法人産業技術総合研究所と県内企業の融合を目指して－	(財)ふくい産業支援センター	出展	福井県	福井県工業技術センター
6	2008/4/21～2008/4/25	ハノーバー・メッセ2008	(株)ドイツ産業見本市 (Deutsche Messe AG)	出展	ドイツ	ハノーバー国際見本市会場
7	2008/4/22～2008/4/25	パワートランスミッションエキスポ2008	(社)日本産業機械工業会、(社)日本歯車工業会、フジサンケイ ビジネスアイ	出展	東京都	東京ビッグサイト
8	2008/4/23～2008/4/25	INTERMEASURE2008 (第23回国際計量計測展)	(社)日本計量機器工業連合会	後援 出展	東京都	東京ビッグサイト
9	2008/4/24	省エネ・環境エグゼクティブフォーラム	(株)横河電機	後援	東京都	帝国ホテル東京
10	2008/5/10～2008/5/11	地質の日記念イベント「移動地質標本館」	つくばフェスティバル実行委員会	出展	茨城県	つくばインフォメーションセンター
11	2008/5/15	第1回トライボロジー国際フォーラム	社団法人日本トライボロジー学会	後援	東京都	産総研臨海副都心センター
12	2008/5/23	第4回中小企業産学官連携推進フォーラム	(独)中小企業基盤整備機構	後援	東京都	経団連会館
13	2008/5/23～2008/5/26	環境フェア in KOBE	「環境フェア in KOBE」実行委員会	出展	兵庫県	神戸市立中央体育館
14	2008/5/25～2008/5/30	日本地球惑星科学連合2008年大会	日本地球惑星連合	後援 出展	千葉県	幕張メッセ 国際会議場
15	2008/5/28～2008/5/30	中小企業総合展2008 in Kanasai	(独)中小企業基盤整備機構	後援	大阪府	インテックス大阪
16	2008/6/1～2008/6/4	第5回「環境汚染におけるコロイド界面現象と界面科学の取組み」	IAP2008国内実行委員会	協賛	京都府	京都大学時計台記念館
17	2008/6/1～2009/3/31	「板橋製品技術大賞」	東京都板橋区	協力	東京都	板橋区役所
18	2008/6/5～2008/6/6	組込み総合技術展 関西 Embedded technology West 2008	(社)組込みシステム技術協会 (JASA)	出展	大阪府	インテックス大阪
19	2008/6/5～2008/6/7	ロボティクス・メカトロニクス講演会2008	(社)日本機械学会	協賛	長野県	ビッグハット
20	2008/6/11～2008/6/13	光ナノテクフェア2008	日本光学測定機工業会、日本精密測定機器工業会	出展	神奈川県	パシフィコ横浜
21	2008/6/17～2008/6/20	BIO International Convention 2008 (BIO2008 展示・会議)	Biotechnology Industry Organization (BIO) (全米バイオ産業協会)	出展	アメリカ	San Diego Convention Center
22	2008/6/17～2008/8/30	洞爺湖・有珠火山地域の環境と資源	北海道大学総合博物館	後援	北海道	北海道大学総合博物館
23	2008/6/18	第21回国際超伝導シンポジウム	(財)国際超伝導産業技術研究センター 超伝導工学研究所	後援	茨城県	つくば国際会議場
24	2008/6/19	KFC セラミックス講演会「伝統の心とナノテクノロジー」	九州ファイナセラミックス・テクノフォーラム	後援	福岡県	福岡朝日ビル
25	2008/6/19～2008/6/21	北海道洞爺湖サミット記念 環境総合展2008	北海道洞爺湖サミット記念 環境総合展2008実行委員会	出展	北海道	札幌ドーム
26	2008/6/24～2008/6/26	第18回西日本食品産業創造展 '08	日刊工業新聞社	後援	福岡県	マリンメッセ福岡
27	2008/6/25～2008/6/27	第16回産業用バーチャルリアリティ展	(株)リード エグジビジョン ジャパン	出展	東京都	東京ビッグサイト
28	2008/6/25～2008/6/27	第12回機械要素技術展	(株)リード エグジビジョン ジャパン	出展	東京都	東京ビッグサイト
29	2008/6/30	レーザプラットフォーム協議会設立記念フォーラム	ネオクラスター推進共同体	後援	大阪府	大阪リバーサイドホテル
30	2008/7/2～2008/7/4	国際バイオ EXPO	(株)リード エグジビジョン ジャパン	出展	東京都	東京ビッグサイト
31	2008/7/3	バイオ講演会「九州のズギからバイオエタノール」	(独)科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ福岡	後援	福岡県	JST イノベーションプラザ福岡
32	2008/7/4	社団法人自動車技術会関東支部 第2回講演会「地下資源の動向と将来展望」	(社)自動車技術会 関東支部	協力	東京都	自動車部品会館
33	2008/7/7	第24回産学官交流のつどい	福島県電子機械工業会	後援	福島県	ウェディングエルティ
34	2008/7/8	次世代センサ協議会創立20周年記念講演	次世代センサ協議会	後援	東京都	早稲田大学総合学術情報センター
35	2008/7/9～2008/7/11	Bio Fuels World 2008	BioFuels World 協議委員会	後援	神奈川県	パシフィコ横浜
36	2008/7/23	第329回「設計のエッセンス～目からウロコの基礎の機械設計」	(社)精密工学会	協賛	東京都	産総研臨海副都心センター
37	2008/7/23	木質系バイオマス資源の利用シンポジウム	(社)中国地域ニュービジネス協議会	後援	広島県	ホテルグランヴィア広島

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
38	2008/7/26～2008/7/27	「サマーライフ in つくば ～つくばの自然と化学を体感しよう！～」	つくば市	後援	茨城県	産総研つくばセンター
39	2008/7/26～2008/7/30	予感研究所2	(独)科学技術振興機構「デジタルメディア作品の制作を支援する基盤技術」研究領域	出展	東京都	日本科学未来館
40	2008/7/30	異分野交流セミナー「生体工学研究の最新動向と展望-V」	(独)科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ福岡	後援	福岡県	JSTイノベーションプラザ福岡
41	2008/7/30～2008/7/31	いばらき産業大県フェア2008	いばらき産業大県フェア2008実行委員会	出展	東京都	東京ビッグサイト
42	2008/7/30～2008/8/1	PV Japan 2008	太陽光発電協会 SEMI ジャパン	協賛	東京都	東京ビッグサイト
43	2008/8/1～2008/9/30	国際陶磁器フェスティバル美濃'08	国際陶磁器フェスティバル美濃実行委員会	協賛	岐阜県	セラミックパークMINO
44	2008/8/4	技術交流会2008	高松工業高等専門学校、(財)かがわ産業支援財団	後援	香川県	高松工業高等専門学校
45	2008/8/5	2008サイエンスパーク	(独)科学技術振興機構、北海道	出展	北海道	サッポロファクトリー
46	2008/8/7	機械の日・機械週間	(社)日本機械学会	後援	神奈川県	横浜開港記念会館
47	2008/8/8～2008/8/9	キッズエンジニア2008	(社)自動車技術会	協賛	神奈川県	パシフィコ横浜
48	2008/8/18	「見えてきた、Next ものづくり技術 ～ものづくり技術戦略ロードマップ検討委員会報告会～」	(財)製造科学技術センター	後援	東京都	UDX カンファレンス
49	2008/8/20～2008/8/21	第6回全国高専テクノフォーラム	第6回全国高専テクノフォーラム実行委員会、呉工業高等専門学校	後援	広島県	呉工業高等専門学校
50	2008/8/23～2008/8/24	ふしぎと遊ぼう！青少年のための科学の祭典2008サイエンス・フェスタ	「青少年のための科学の祭典」大阪大会実行委員会、(財)日本科学技術振興財団 科学技術館、日本物理教育学会近畿支部、(社)日本物理学会大阪支部、大阪市教育委員会、大阪市立科学館、関西サイエンス・フォーラム、読売新聞大阪本社	協賛	大阪府	ハービス・ホール
51	2008/8/28	半導体産地域イノベーションのための熊本大学シンポジウム	熊本大学	後援	熊本県	熊本大学工学部百周年記念館
52	2008/8/28～2008/8/29	あいだい博2008 -愛媛大学を知って活用地域の発展-	愛媛大学	後援	愛媛県	愛媛県県民文化会館
53	2008/8/30	中・高校生による「バッテリーカーコンテスト2008」	武蔵野工業大学	後援	茨城県	産総研つくばセンター
54	2008/9/1～2008/10/30	第4回キャンパスベンチャーグランプリ東北	CVG 東北実行委員会	後援	宮城県	ハーネル仙台、ホテルメトロポリタン仙台
55	2008/9/3～2008/9/5	2008分析展	(社)日本分析機器工業会	出展	千葉県	幕張メッセ国際展示場
56	2008/9/6～2008/11/30	サイエンスシティ つくば再発見 研究機関等紹介コーナー「産業技術総合研究所」	つくばエキスポセンター	出展	茨城県	つくばエキスポセンター
57	2008/9/10～2008/9/13	第6回全日本学生フォーミュラ大会	(社)自動車技術会	協賛	静岡県	静岡県小笠山運動公園
58	2008/9/11	文部科学省・都市エリア産学官連携促進事業(発展型)～三重・伊勢湾岸エリア～産学官連携フォーラム・キックオフ会議	三重県、(財)三重県産業支援センター	後援	三重県	高度部材イノベーションセンター
59	2008/9/11～2008/9/14	メッセナゴヤ2008	メッセナゴヤ実行委員会	出展	愛知県	ポートメッセ名古屋
60	2008/9/16～2008/9/17	「次世代スーパーコンピューティング・シンポジウム2008」	(独)理化学研究所	後援	東京都	丸の内 MY PLAZA
61	2008/9/16～2008/9/19	イノベーション・ジャパン2008-大学見本市	(独)科学技術振興機構、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構	出展	東京都	東京国際フォーラム
62	2008/9/24	KAGAWA 機能糖鎖フォーラム第7回シンポジウム	KAGAWA 機能糖鎖フォーラム、(財)かがわ産業支援財団	後援	香川県	サンメッセ香川
63	2008/9/24～2008/9/26	第35回国際福祉機器展 H.C.R.2008	(財)保健福祉広報協会	出展	東京都	東京ビッグサイト
64	2008/9/24～2008/9/26	日本神経回路学会 第18回全国大会	日本神経回路学会	協賛	茨城県	産総研つくばセンター
65	2008/9/29	JST イノベーションプラザ福岡「研究成果発表会」	(独)科学技術振興機構 JST イノベーションプラザ福岡	後援	福岡県	ホテルセントラーザ博多
66	2008/9/29～2008/10/1	財団法人神奈川科学技術アカデミー 平成20年度教育講座「医療機器の安全性評価技術(FEM実習付き)」コース	(財)神奈川科学技術アカデミー	後援	神奈川県	かながわサイエンスパーク
67	2008/9/30	新エコ・メッセ in おかやま	岡山県、(財)岡山県産業振興財団	後援	岡山県	岡山コンベンションセンター
68	2008/9/30	NEDO かんさい産業技術フォーラム2008～見つけませんか、あなたの技術支援メニュー～	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 関西支部	協賛	大阪府	ホテルモントレ大阪

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
69	2008/9/30	「東北大学イノベーションフェア2008in 仙台」	東北大学	後援	宮城県	仙台国際センター
70	2008/9/30～2008/10/4	CEATEC JAPAN 2008 (シーテック ジャ パン 2008) Combined Exhibition of Advanced Technologies- Providing Image, Information and Communications	CEATEC JAPAN 実施協議会	出展	千葉県	幕張メッセ
71	2008/10/1	源内ものづくり塾開塾記念シンポジウム	香川大学、微細構造デバイス研究 開発フォーラム	後援	香川県	サンポートホール 高松
72	2008/10/1	平成20年度く池銀>ニュービジネス助成 金	(株)池田銀行	後援	大阪府	自然総研 他
73	2008/10/1～2008/10/5	2008年国際航空宇宙展	(社)日本航空宇宙工業会	出展	神奈川県	パシフィコ横浜
74	2008/10/3	しんきんビジネスフェア 北陸ビジネス街 道2008	(社)北陸地区信用金庫協会・ビジ ネスフェア実行委員会	出展	石川県	石川県産業展示館
75	2008/10/5～2008/10/7	科学技術と人類の未来に関する国際フォ ーラム 第5回年次総会	(特)STS フォーラム	後援	京都府	国立京都国際会館
76	2008/10/7～2008/10/8	第46回全国繊維技術交流プラザ	京都府織物・機械金属振興センタ ー	後援	岐阜県	じゅうろくプラザ
77	2008/10/7～2008/10/9	資源・素材2008(仙台)ー平成20年度資源・ 素材関係学協会合同秋季大会ー	(社)資源・素材学会	後援	宮城県	仙台国際センター
78	2008/10/8～2008/10/9	国際フロンティア産業メッセ2008	国際フロンティア産業メッセ2008 実行委員会	出展	兵庫県	神戸国際展示場
79	2008/10/8～2008/10/10	「国際光触媒展2008」	光触媒工業会株式会社 東京ビッ グサイト	協賛	東京都	東京ビッグサイト
80	2008/10/8～2008/10/10	「九州・国際テクノフェア ICT2008」	九州・国際テクノフェア実行委員 会	後援	福岡県	西日本総合展示場
81	2008/10/9～2008/10/11	エコプロダクツ東北2008	(特)環境会議所東北	協賛	宮城県	夢メッセみやぎ
82	2008/10/11～2008/10/12	つくば産業フェア	つくば産業フェア実行委員会、つ くば市、つくば市商工会	出展	茨城県	つくばカピオ
83	2008/10/11～2008/10/13	体内時計のはなし	筑波大学学園祭実行委員会	出展	茨城県	筑波大学
84	2008/10/14	KFC25周年記念特別講演会	九州ファインセラミックス・テク ノフォーラム	後援	福岡県	福岡朝日ビル多目 的ホール
85	2008/10/14～2008/10/18	国際純粋・応用物理学連合 (IUPAP) 総 会	国際純粋・応用物理学連合	後援	茨城県	物質・材料研究機 構
86	2008/10/15～2008/10/17	バイオジャパン2008 -World Business Forum-バイオ産業収穫のとき	バイオジャパン組織委員会	後援	神奈川県	パシフィコ横浜
87	2008/10/15～2008/10/17	アライアンスプロモーション in Bio Japan 2008	経済産業省関東経済産業局	協力	神奈川県	パシフィコ横浜
88	2008/10/16～2008/10/17	第9回く池田銀行>TOYRO ビジネスマッ チングフェア2008	TOYRO 新事業創出推進協議会	後援	大阪府	マイドームおおさ か
89	2008/10/17～2008/10/18	あつぎテクノフェスタ2008	厚木市	協力	神奈川県	厚木市商工会議所
90	2008/10/17～2008/10/19	いきいき福祉2008	いきいき福祉実行委員会	後援	北海道	アクセスサッポロ
91	2008/10/22	「エネルギー・環境に関する今日的な課題 の解決に向けた石炭等化石資源高度利用 技術開発と人材育成」セミナー	経済産業省九州経済産業局	後援	福岡県	西日本総合展示場
92	2008/10/22	「第4回日独産業フォーラム2008 in Japan」	インヴェスト・イン・ジャーマニー 日本代表	後援	東京都	ウェスティンホテ ル東京
93	2008/10/22～2008/10/24	エコテクノ2008 (地球環境・新エネルギー 技術展&セミナー)	(財)西日本産業貿易コンベンショ ン協会	後援	福岡県	西日本総合展示場
94	2008/10/23～2008/10/24	北陸技術交流テクノフェア2008	技術交流テクノフェア実行委員会	後援	福井県	福井県産業会館
95	2008/10/23～2008/10/25	ものづくりフェア2008	日刊工業新聞社	後援	福岡県	マリンメッセ福岡
96	2008/10/24	香川大学工学部オープンキャンパス	香川大学工学部	出展	香川県	香川大学工学部林 町キャンパス
97	2008/10/24～2008/10/25	建築設備展2008「止めよう地球温暖化・進 めよう省エネルギー」	香川県設備設計事務所協会、西日 本放送	後援	香川県	サンメッセ香川
98	2008/10/24～2008/10/26	第32回沖縄の産業まつり	沖縄の産業まつり実行委員会	出展	沖縄県	奥武山公園、沖縄 県立武道館
99	2008/10/24～2008/10/26	デジタルアートフェスティバル東京2008	デジタルアートフェスティバル東 京2008実行委員会 (NHK、NHK エンタープライズ)	出展	東京都	パナソニックセン ター東京
100	2008/10/25～2008/10/26	サッポロヘルス&ビューティフェア2008	サッポロヘルス&ビューティフェア 2008実行委員会	後援	北海道	アクセスサッポロ
101	2008/10/27	「JCSS の活用と普及のための講演会」	(独)製品評価技術基盤機構	後援	大阪府	KKR ホテル大阪
102	2008/10/28	「第5回産業技術セミナープログラム 宇 宙技術を自動車の未来に」	ベルギー王国ワロン地域政府貿 易・外国投資振興庁ベルギー大使 館	後援	愛知県	産業技術記念館
103	2008/10/28	イノベーションシンポジウム『中国地域に おける企業の環境経営戦略ー守りから攻 めへ、環境を追い風に〜』	(財)ちゅうごく産業創造センター	後援	広島県	ホテルセンチュリ ー21広島
104	2008/10/28	第25回中小企業問題研究会・交流会・茨城 県技術士会設立10周年記念	茨城県技術士会	協力	茨城県	気原木県庁

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
105	2008/10/28～2008/10/29	オルガテクノ2008有機テクノロジー展/ 有機テクノロジー国際会議	有機テクノロジー実行委員会	後援	東京都	東京ビッグサイト
106	2008/10/28～2008/10/31	国際粉体工業展東京2008	(社)日本粉体工業技術協会	後援	千葉県	幕張メッセ
107	2008/10/29～2008/10/30	アグリビジネス創出フェア2008	農林水産省	出展	東京都	東京国際フォーラム
108	2008/10/30～2008/11/1	「日本地熱学会平成20年学術講演会」	日本地熱学会	協賛	石川県	金沢大学角間キャンパス
109	2008/10/31	「JCSS の活用と普及のための講演会」	(独)製品評価技術基盤機構	後援	東京都	新宿区立四谷区民ホール
110	2008/11/1	7私立大学合同シンポジウム「男女共同参画の輪を拓げよう」	日本女子大学 女性研究者マルチキャリアパス支援プロジェクト	協賛	東京都	日本大学 成瀬記念講堂
111	2008/11/1～2008/11/2	WRO 2008	WRO2008 横浜大会組織委員会	出展	神奈川県	パシフィコ横浜
112	2008/11/4	テクノフェア in KYOTO -技術移転マッチング会2008-	経済産業省近畿経済産業局	協力	京都府	メルパルク京都
113	2008/11/5～2008/11/7	びわ湖環境ビジネスメッセ2008	滋賀環境ビジネスメッセ実行委員会	出展	滋賀県	滋賀県立長浜ドーム
114	2008/11/7～2008/11/9	なごやエコクリーンカーフェア'08	名古屋国際見本市委員会	出展	愛知県	ポートメッセなごや
115	2008/11/8～2008/11/9	「あいち青少年少女創意くふう展2008」	あいち青少年少女創意くふう展	後援	愛知県	トヨタテクノミュージアム 産業技術記念館
116	2008/11/8～2008/11/9	つくば科学フェスティバル2008	つくば市・つくば市教育委員会	出展	茨城県	つくばカピオ、大清水公園
117	2008/11/11	粉体工学会関東談話会 2008年度第3回談話会	粉体工学会関東談話会	協賛	茨城県	産総研つくばセンター
118	2008/11/11	けんみん文化祭ひろしま'08 「子ども文化フェスティバル」	広島県環境県民局県民文化課	出展	広島県	ALSOK ホール
119	2008/11/11～2008/11/14	GPS/GNSS 国際シンポジウム2008	GPS/GNSS 国際シンポジウム2008 組織委員会	後援	東京都	東京国際交流会館 プラザ平成
120	2008/11/12	人と企業のふれあい広場 SAGA2008	(独)雇用・能力開発機構佐賀センター	後援	福岡県	マリトピア
121	2008/11/12	しんきんビジネスマッチング ビジネスフェア2008	(社)東海地区信用金庫協会	出展	愛知県	ポートメッセなごや
122	2008/11/13～2008/11/14	第9回九州半導体技術フォーラム	九州半導体イノベーション協議会	後援	熊本県	ホテルニューオータニ熊本
123	2008/11/13～2008/11/14	ビジネス EXPO「第22回北海道 技術・ビジネス交流会」	北海道 技術・ビジネス交流会 実行委員会	出展	北海道	アクセスサッポロ
124	2008/11/15～2008/11/16	九州福祉用具フォーラム2008 in 長崎	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 九州支部	後援	長崎県	市立図書館、ベルナード観光通、浜屋デパート
125	2008/11/15～2008/11/21	SC08	the Association for Computing Machinery Special Interest Group for Architecture (ACM SIGARCH) and the Institute of Electrical and Electronics Engineering (IEEE) Computer Society	出展	アメリカ	Austin Convention Center
126	2008/11/18	つくば活用セミナー	(株)つくば研究支援センター	後援	茨城県	常総市民会館
127	2008/11/19～2008/11/21	組込み総合技術展 Embedded Technology 2008	(社)組込みシステム技術協会 (JASA)	出展	神奈川県	パシフィコ横浜
128	2008/11/25～2008/11/28	Internet Week 2008	(社)日本ネットワークインフォメーションセンター	協力	東京都	秋葉原コンベンションホール
129	2008/11/26～2008/11/27	知財ビジネスマッチングフェア2008	特許庁、近畿経済産業局、近畿知財戦略本部	出展	大阪府	インテックス大阪
130	2008/11/26～2008/11/28	全日本科学機器展 in 東京2008 SIS Japan 2008 (Scientific Instruments Show in Tokyo 2008)	日本科学機器団体連合会、日本工業新聞社	後援	東京都	東京ビッグサイト
131	2008/11/26～2008/11/28	「計測展2008 OSAKA」	(社)日本電気計測器工業会	協賛	大阪府	グランキューブ大阪
132	2008/11/26～2008/11/28	「中小企業総合展2008in Tokyo」	(独)中小企業基盤整備機構	後援	東京都	東京ビッグサイト
133	2008/11/27	「産業デザイン力向上セミナー」	(株)つくば研究支援センター	後援	茨城県	つくば研究支援センター
134	2008/11/27～2008/11/28	第30回風力エネルギー利用シンポジウム	(財)日本科学技術振興財団	後援	東京都	科学技術館
135	2008/11/27～2008/11/28	アジア光触媒標準化会議 Committee of Asian Standardization for Photocatalytic Material and Product (CASP)	(社)日本ファインセラミックス協会	後援	東京都	メルパルク東京

研究関連・管理業務

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
136	2008/11/28	平成20年度埼玉県地震対策セミナー	埼玉県	協力	埼玉県	埼玉会館
137	2008/11/28～2008/11/30	第10回西日本国際福祉機器展	九州経済産業局、福岡県、北九州市、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構、(財)西日本産業貿易コンベンション協会	出展	福岡県	西日本総合展示場
138	2008/11/30	第2回科学技術の文化祭彩都サウンダーサイトエンス2008	彩都科学技術理解増進プロジェクトチーム、毎日新聞社、毎日新聞、(株)大阪開発	協力	大阪府	茨木市立彩都西中学校
139	2008/12/2	つくば活用セミナー	(株)つくば研究支援センター	後援	茨城県	土浦市勤労者総合福祉センター
140	2008/12/2～2008/12/3	「クラスタージャパン2008」	経済産業省地域経済産業グループ地域技術課	後援 出展	神奈川県	パシフィコ横浜
141	2008/12/3	第1回「コーディネータネットワーク筑波会議」	筑波研究学園都市交流協議会	協力	茨城県	研究交流センター
142	2008/12/3～2008/12/5	セミコン・ジャパン2008	Semiconductor Equipment and Materials International (SEMI)	出展	千葉県	幕張メッセ
143	2008/12/5～2008/12/6	2008アグリビジネス創出フェア	NPO 法人グリーンテクノバンク	出展	北海道	サッポロファクトリー
144	2008/12/5～2008/12/7	「第9回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会」	(社)計測自動制御学会システムインテグレーション部門	協賛	岐阜県	長良川国際会議場
145	2008/12/6	平成20年度つくば男女共同参画会議「つくば男女(みんな)のつどい2008」	つくば市	協力	茨城県	つくばカピオ
146	2008/12/8	先端加工技術講演会「射出成形技術の最前線」	先端加工機械技術振興協会	後援	東京都	日本工業大学 神田キャンパス
147	2008/12/10	中部ものづくりシンポジウム2008	(独)中小企業基盤整備機構中部支部	後援	愛知県	キャッスルプラザ
148	2008/12/12	「常陽ものづくりフォーラム in つくば」	(株)常陽銀行	後援	茨城県	常陽つくばビル
149	2008/12/13	東京ベイエリア産学官連携シンポジウム	芝浦工業大学	後援	東京都	芝浦工業大学 豊洲キャンパス
150	2009/1/1～2009/1/31	第7回キャンパスベンチャーグランプリ中国	キャンパスベンチャーグランプリ中国実行委員会	後援	広島県	リーガロイヤルホテル広島
151	2009/1/8	第8回国際医薬品原料・中間体展(CPhi Japan 2008)	(株)CMP ビジネスメディア、(株)化学工業日報社	出展	東京都	東京ビッグサイト
152	2009/1/20～2009/1/22	「ベンチャーフェア Japan 2009」	(独)中小企業基盤整備機構	後援	東京都	東京国際フォーラム
153	2009/1/22	バイオマスタウンサミット in 岡山	中国四国バイオマス発見活用協議会	後援	岡山県	岡山大学創立五十周年記念館
154	2009/1/23～2009/1/28	感性価値創造ミュージアム	経済産業省、(独)中小企業基盤整備機構	出展	東京都	スパイラル
155	2009/1/27	バイオマスタウンサミット in 広島	中国四国バイオマス発見活用協議会	後援	広島県	広島県民文化センター
156	2009/1/27	元素戦略/希少金属代替材料開発<第3回シンポジウム>	(独)科学技術振興機構	後援	東京都	東京大学 安田講堂
157	2009/1/28	「金融機関との連携による“茨城ものづくり企業交流会2008”」	(社)茨城県経営者協会	後援	茨城県	つくば国際会議場
158	2009/1/29	2009異業種交流・産学官連携フォーラム四国 in 高知	(独)中小企業基盤整備機構、全国異業種交流協議会四国ブロック連合会	後援	高知県	高知会館
159	2009/1/29	第334回講習会「人と機械の中を取り持つセンシング技術」 ー安全・安心のための、身の回り、機械の回りのセンサ活用ー	(社)精密工学会	協賛	東京都	東京理科大学 森戸記念館
160	2009/1/30	ブラザ宮城 技術シーズ報告会 2008 in ふくしま	JST イノベーションプラザ宮城	後援	福島県	ビッグバレットふくしま
161	2009/1/30	先端加工技術講演会「製造分野へのIH技術応用の最前線」	(財)先端加工機械技術振興協会	後援	神奈川県	東京電力 電気の史料館
162	2009/2/4～2009/2/15	第12回文化庁メディア芸術祭協賛展「先端技術ショーケース'09」 ー未来のアート表現のためにー	文部科学省、(独)科学技術振興機構技術	出展	東京都	国立新美術館
163	2009/2/5	バイオマスタウンサミット in 米子	中国四国バイオマス発見活用協議会	後援	鳥取県	米子コンベンションセンター
164	2009/2/5	かがわ糖質バイオフォーラム第1回シンポジウム	(財)かがわ産業支援財団 かがわ糖質バイオフォーラム	後援	香川県	かがわ国際会議場
165	2009/2/5～2009/2/6	第13回震災対策技術展・自然災害対策技術展横浜	震災対策技術展/自然災害対策技術展横浜実行委員会	出展	神奈川県	パシフィコ横浜
166	2009/2/12	バイオマスタウンサミット in 高松	中国四国バイオマス発見活用協議会	後援	香川県	サンポートホール高松
167	2009/2/18	『いわて・みやぎ 技術・情報交流フェア2009』	(財)岩手県南技術研究センター、北上川流域地域産業活性化協議会、一関商工会議所、両磐インダ	後援	岩手県	ダイヤモンドパレス

産業技術総合研究所

	開催日	名称	主催等名称	産総研との かかわり	開催地	
					会場都道府県	会場名
			ストリアルプラザ、一関高度技術 産業集積促進協議会			
168	2009/2/18～2009/2/20	ナノバイオ Expo 2009	ナノバイオ Expo 実行委員会	後援	東京都	東京国際展示場
169	2009/2/18～2009/2/20	nano tech 2009 国際ナノテクノロジー 総合展・技術会議	nano tech 実行委員会	後援	東京都	東京ビッグサイト
170	2009/2/19	大企業とベンチャーとの WIN-WIN フォ ーラム	経済産業省	後援	東京都	文京学院大学仁愛 ホール
171	2009/2/24	第2回つくば産産学連携促進市 in アキバ	つくば市	出展	東京都	コンベンションホ ール
172	2009/2/27	「第4回光応用新産業創出フォーラム」	(社)応用物理学会分科会 日本光 学会	協賛	東京都	慶應義塾大学 三 田キャンパス
173	2009/2/27	癒し・抗疲労シーズ発表会	大阪産業創造館((財)大阪市都市 型産業振興センター)	協力	大阪府	大阪産業創造館
174	2009/3/9	産学官連携フォーラム2009新世代全固体 ポリマーリチウム二次電池の開発と高度 部材イノベーションへの展開	(財)三重県産業支援センター	後援	三重県	ホテルグリーンパ ーク津
175	2009/3/11	第4回セラミックリアクター開発シンポジ ウム	ファインセラミックス技術研究組 合	後援	東京都	浜松町東京會館
176	2009/3/12～2009/3/14	「オートモーティブテストティング東京 2009」	(株)日刊自動車新聞社	後援	東京都	東京ビッグサイト
177	2009/3/17	地域イノベーションフォーラム2009	経済産業省、文部科学省	後援	東京都	秋葉原コンベンシ ョンホール
178	2009/3/24	2008四国産業技術大賞	(財)四国産業・技術振興センター	後援	香川県	四国地域イノベ ーション創出協議 会会場
179	2009/3/25	TOHOKU ものづくりコリドーシンポジ ウム「～持続的なイノベーションシステム (プラットフォーム)の創設に向けて～」	北経済産業局、(株)ICR	後援	宮城県	ホテル仙台プラザ

## 3) 見 学

## 平成20年度見学視察対応数（ユニット別）

部 署	総 計
企画本部（理事等含む）	94
イノベーション推進室	26
広報部 サイエンス・スクエアつくば	504
広報部 地質標本館	202
活断層研究センター	3
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	1
年齢軸生命工学研究センター	3
デジタルヒューマン研究センター	59
近接場光応用工学研究センター	2
ダイヤモンド研究センター	16
太陽光発電研究センター	45
健康工学研究センター	14
情報セキュリティ研究センター	8
コンパクト化学プロセス研究センター	10
バイオマス研究センター	32
デジタルものづくり研究センター	41
水素材料先端科学研究センター	91
糖鎖医工学研究センター	4
新燃料自動車技術研究センター	46
生産計測技術研究センター	69
ナノ電子デバイス研究センター	32
ナノチューブ応用研究センター	18
ネットワークフォトニクス研究センター	1
計測標準研究部門	401
地圏資源環境研究部門	10
知能システム研究部門	147
エレクトロニクス研究部門	12
光技術研究部門	80
人間福祉医工学研究部門	160
脳神経情報研究部門	20
ナノテクノロジー研究部門	103
計算科学研究部門	1
生物機能工学研究部門	14
計測フロンティア研究部門	29
ユビキタスエネルギー研究部門	36
セルエンジニアリング研究部門	37
ゲノムファクトリー研究部門	41
先進製造プロセス研究部門	116
サステナブルマテリアル研究部門	59
地質情報研究部門	30
環境管理技術研究部門	86
環境化学技術研究部門	22
エネルギー技術研究部門	90
情報技術研究部門	45
安全科学研究部門	36
メタンハイドレート研究ラボ	18
器官発生工学研究ラボ	5
創薬シーズ探索研究ラボ	5



## 産業技術総合研究所

部 署	総 計
バイオセラピューティック研究ラボ	3
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	28
強相関電子科学技術研究コア	1
特許生物寄託センター	22
地質調査情報センター	10
地質調査総合センター	1
計量標準管理センター	38
ベンチャー開発センター	9
サービス工学研究センター	22
管理・関連部門	603
北海道センター	4
中部センター	1
関西センター	47
四国センター	1
九州センター	3
総計	3,717

## 4) 地質標本館

## 平成20年度 地質標本館行事一覧

実施期間	特別展および速報	講演会	移動地質標本館	イベント	入館者・参加者
3月19日～ 6月29日	青柳鉱物標本の世界				入館者 10,277人 (3月は除く)
4月14日～ 5月12日			経済省鉱物・鉱石展 示		
4月19日		ミニ講演会(筑波山の 地質・筑波学園都市の 石材・ジオパーク・筑 波学園都市の台地と 低地)		ポイント解説(鉱物・化 石・地質・火山・活断層・ 地震・海の地形等)	入館者 612人 参加者 110人
4月20日		鉱物の楽しみ			参加者 約200人超
5月10日				黄鉄鉱ひろい	入館者 171人
5月10日～11日			つくばフェスティバ ル2008		来場者 約500人 巡検参加 約20人
5月17日				野外観察会 筑波山へ行こう	参加者 29名
6月29日		鉱物種一覧表のいろ いろ			入館者 241人
7月26日～ 9月28日	地球の記憶を掘り起 こせ! 深海掘削がさぐる地 球の不思議				期間中の入館者数 16,676人(7/26の 一般公開日を含 む)
7月26日		「プレートの沈み込 みでできた日本列島 -深海掘削と潜水船 調査でわかったこと -」		「地球をさぐる「ちき ゅう」の話。「地球」&「ち きゅう」○×クイズ	参加者143名
7月26日				つくばセンター一般公開	入館者 1,896人
7月26日				つくばセンター一般公開 -施設見学ツアー-「石に光 を通す-岩石薄片の世界」	参加者 約24名
8月2日～3日			地質情報展2008あき たイベント		来場者 2900人
8月7日				職場体験学習「博物館の 仕事」(つくば市立手代 木中・同吾妻中・牛久市 立下根中)	参加者 15名
8月22日				化石クリーニング体験	参加者 29名
8月23日				地球何でも相談	相談数 26件
8月23日			東北センター一般公 開		入館者 430人 工作作成数 58個
9月19日～21日			地質情報展2008あき た		入館者 1,910人
9月26日～27日			九州センター一般公 開		入館者 1,378人 工作作成数 255個
10月11日～12日			つくば産業フェア		
10月24日～25日			中国センター一般公 開		入館者 約1,600人
11月8日～9日			つくば科学フェスティ バル		参加者・作成数 276人
12月16日～ 3月1日	特別展示 地質情報展2008 あきた「発見・体験! 地 球からのおくりもの」				入館者 3,547人
12月20日～21日			産総研キャラバン 2008TOKYO		工作作成数 144個
12月25日				サプライズ「クリスマス プレゼント」	入館者 39人(うち プレゼントした数 30人)
12月26日		サイエンスカフェ			参加者 約30名
1月6日				サプライズ「新年お年玉 プレゼント」	入館者 45人(うち プレゼントした数 30人)
2月14日			産総研キャラバン 2009浜松		作成数 263個
2月14日			うしくサイエンスフ ェスタ		入場者 830人 作成数 97個

産業技術総合研究所

実施期間	特別展および速報	講演会	移動地質標本館	イベント	入館者・参加者
3月3日～ 4月5日	第5回地質写真コンテスト				入館者 2,000人
3月7日～8日			産総研キャラバン 2009福井		工作作成数335個
3月21日				第21回自分で作ろう!! 化石レプリカ	参加者 55名 作成数 82個
3月28日			つくばスタイル賢い 子育て応援フェスタ		参加者 親子15組

地質標本館 平成20年度 入館者総数 44,610人

地域別入館者数内訳

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
市内	847	929	598	2,538	3,831	609	522	344	168	260	396	493	11,535
県内	1,363	1,326	1,033	2,351	4,630	1,395	1,328	1,884	646	582	597	724	17,859
都内	389	524	193	346	454	226	191	454	225	94	96	123	3315
他県	755	1,414	650	1,114	1,655	728	1,609	1,193	389	385	416	688	10,996
外国	109	45	102	116	32	48	61	224	14	49	30	75	905
計	3,463	4,238	2,576	6,465	10,602	3,006	3,711	4,099	1,442	1,370	1,535	2,103	44,610

職業別入館者数内訳

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	合計
小学	475	732	392	1,925	3,752	1,030	702	848	279	206	192	317	10,850
中学	300	412	161	266	623	56	325	173	57	18	21	99	2,511
高校	137	192	34	293	190	126	723	507	217	4	90	91	2,604
大学	418	499	206	216	136	249	120	114	161	128	97	94	2,438
教諭	87	149	105	197	284	108	185	111	68	49	67	70	1,480
家庭	981	1,153	839	1,992	3,864	818	863	1,437	306	354	540	695	13,842
一般	1,065	1,101	839	1,574	1,753	619	793	909	354	611	529	737	10,885
計	3,463	4,238	2,576	6,465	10,602	3,006	3,711	4,099	1,442	1,370	1,535	2,103	44,610

団体見学への館内説明対応件数 194件

団体見学への館内説明対応実績内訳

	区分	回数	講演内容
学校関係	小学校	47	地層の話
	中学校	18	地層の話
	高校	54	地域の地質・館内説明
	高等専門学校	6	地域の地質・館内説明
	大学	11	地域の地質・館内説明
視察・VIP	視察・VIP	4	地域の地質・館内説明
海外研修生	海外研修生	8	地域の地質・館内説明
その他（一般団体）	その他（一般団体）	46	地域の地質・館内説明
合計		194	

職場体験学習生・社会体験研修生受入

1	2008/8/7	つくば市立手代木中学校2年生 10人 つくば市立吾妻中学校2年生 2人 牛久市立下根中学校2年生 3人	館内見学・入館者に対する受付業務・館内の概要解説。体験コーナーの実演と解説。その他、「飛びだす火山」作成補助。
---	----------	---	---

(14) 特許生物寄託センター  
(International Patent Organism Depository)

所在地：つくば中央第6

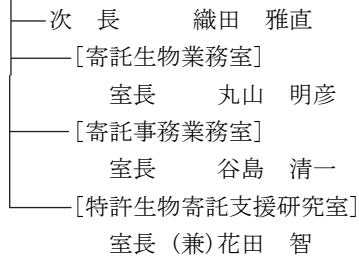
人員：8名（5名）

概要：

- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物の受託並びに求めに応じての分譲業務を行う。
- ・寄託生物種の生存試験等を行うとともに、これに関連する保存技術及び形質維持の高度化を指向する研究開発を行う。

機構図（2009/3/31現在）

センター長（兼）湯元 昇



特許生物寄託制度について

生物に関連した発明について特許出願する際は、寄託機関にその生物を寄託し、寄託機関が発行する受託証を提出する必要がある。寄託機関は、その生物の生存等を確認し、必要な期間保存する。また、第三者に試験・研究を目的として生物の試料を分譲する。

特許生物寄託センターは、特許庁長官から指定された寄託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、国内外からの特許生物を受託・分譲している。

安全を強化した寄託業務の実施に向けた取り組み

新規受託時における受託菌株の同定根拠の確認や受託菌株名の自動照合システムによる安全性確認など、受託時の安全性確認を強化している。過去に受託し保管している菌株についても、その同定根拠や入手先等を確認するとともに、必要により遺伝子解析等を行うことで、その安全性の確認を進めている。これらの取組を促進するため、経験のある専門従事者の再配置や専門家の採用による寄託業務の体制強化を図っている。

平成20年度寄託等の件数及び手数料収入実績

事項	微生物の保管手数料					試料の分譲手数料					
	原寄託	新規寄託	再寄託	継続寄託	寄託特例	菌株分譲		海外送付追加 (一般)		海外送付追加 (動物)	
	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)
件数	144	240	0	3,766	4	39	29	8	0	1	0
金額(円)	31,680,000	5,040,000	0	41,420,500	64,000	381,000	290,000	1,200	0	33,000	0

事項	証明書の交付手数料							情報の通知手数料		合計
	届出に関する証明		最新の生存情報証明		生存試験証明		諸証明	情報通知		
	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国際)	(国内)	(国内)	(国際)	(国内)	
件数	3	0	3	1	0	0	2	0	0	4,240
金額(円)	6,000	0	6,000	2,000	0	0	4,000	0	0	78,927,700

## (15) ベンチャー開発センター (AIST Innovation Center for Start-ups)

所在地：秋葉原事業所、つくば中央第二

人員：11名（4名）

概要：ベンチャー開発センターでは、ビジネス経験者であるスタートアップ・アドバイザーと技術開発チーム（研究者）が一体となり、「スタートアップ開発戦略タスクフォース」という産総研独自のベンチャーインキュベーションシステムにより、技術シーズの事業化を目指している。平成20年度は、ベンチャー創出の拠点機能を継続すると共に、中期計画に記載されている100社達成の目処が立ったことから、今後は量よりも質を重視し、より成功確率の高いベンチャーの創出を目指すこととした。

### 1. 組織運営改革

タスクフォースの制度の拡充や運営体制の一層の改善、SA の新規雇用による技術シーズ発掘体制等の強化、意識改革活動の実施（ベンチャーキャラバン）、研修の実施、成果普及のための情報発信と他機関との連携等に力を入れた。

### 2. ベンチャー創出の実践

平成20年度には、スタートアップ開発戦略タスクフォース（TF）を、新規7件（うち中途開始1件）を含めて14件組織し、ビジネスプランの策定、事業化に向けた技術開発等のハイテク・スタートアップ創業に向けた集中的な取組みを行い、TF からベンチャーを2社創出した。また法務・経営・財務等各種専門家と16件の請負契約を行い、起業者及び既存ベンチャーの便宜を図った。4社について、会社定款認証や会社設立登記手続きなどの代行業務を行った。この結果、6社に対して産総研技術移転ベンチャーとして称号を付与し、産総研保有の知的財産権の独占的实施権許諾や産総研施設の使用料軽減等の技術移転促進措置を実施した。

### 3. 産総研ベンチャー追跡調査

産総研技術移転ベンチャーの追跡調査プロジェクトとして、「経済効果（知財関連）」、「産総研ベンチャー企業の特徴分析」、「ベンチャーキャピタル調査」、「プラットフォーム調査」等を遂行した。また、アジア地域の研究機関における技術シーズに関する比較研究を行い、公的研究機関における技術活用戦略の策定に有用な知見を取得した。

機構図（2009/3/31現在）

ベンチャー開発センター長

：河野 満男

ベンチャー開発センター次長

：永壽 伴章

センター付

：事務スタッフ 重松 直道 他

スタートアップ・アドバイザー

：藤田 和博

高橋 通

押小路 実明

富士岡 芳樹

齋藤 ウィリアム

古川 博之

平林 隆

スタートアップ・アドバイザー補佐

：竹生 一行

ベンチャー支援室 室長 鈴木 光男 他

開発企画室 室長 酒井 夏子 他

スタートアップ・アドバイザー

(Start-up Advisor)

(秋葉原事業所他)

概要：市場ニーズ・社会ニーズを踏まえて、産総研をはじめとする公的研究機関・大学の技術シーズを活用したビジネスモデルを構築すると共に、ハイテク・スタートアップ創業に向けて必要な追加的研究開発やビジネスプランの作成等を行う「スタートアップ開発戦略タスクフォース」を統括する。必要に応じて、産総研の職を離れ、創業後の企業経営に参画する。

ベンチャー支援室

(Office of business development)

(秋葉原事業所他)

概要：ベンチャー支援室は、研究者からのベンチャー起業相談に対して、関連部門と連携して創業のためのオーダーメイド・サービスを提供する。インキュベーション・マネージャーの資格を有する職員が、研究者からの創業に関する各種の相談に応じるほか、会社の設立にあたって、設立事務代行などの支援を行う。産総研外部の人材を対象とした「ベンチャー支援任用制度」の公募に関する事務を行う。さらに、産総研ベンチャー技術移転促進措置実施規程に基づく称号付与及び技術移転促進措置に関する事務を行う。

開発企画室

(Planning office of business and innovation)

(秋葉原事業所他)

概要：ベンチャー開発センターの活動計画を企画立案するとともに、産総研内外との調整を行う。また、センターの使用する予算の管理を行うとともに、産総研の内部を対象とした「ベンチャー創出・支援研究事業」の公募に関する事務など、スタートアップ開発戦略タスクフォースの運営管理に関する事務を行う。また、産総研のベンチャー創出プラットフォーム化に向けて、産総研の

研究関連業務

組織改革や制度改革を推進するとともに、産総研内部の人材育成や意識改革を図るために、ベンチャー創出に関する職員向け研修やセミナーの企画・運営を行う。さらに、成果の発信のための広報活動を行う。また、企画室

内に設置されたベンチャー追跡評価チームは、ハイテク・スタートアップスの事例研究、及び創出プラットフォームの分析評価を行う。

○スタートアップ開発戦略タスクフォース

- ・ベンチャー創出・支援研究事業 12件  
   新規採択 5件（応募数は10件）  
   継続案件 7件
- ・ベンチャー支援任用 2件  
   随時募集による新規採択 1件  
   定期募集による新規採択 1件（応募数は4件）  
   継続案件 0件

○ベンチャー支援室が受けた創業関連相談件数  
85件

○会社設立等代行業務の実施数  
4件

○産総研技術移転ベンチャー

- ・産総研技術移転ベンチャー企業数  
   新規6社（累計98社）
- ・産総研技術移転ベンチャーのうち、スタートアップ開発戦略タスクフォース発ベンチャー企業数  
   新規2社（累計34社）  
   内訳 新規創業2社（累計27社）（表1の「TF 案件」2社）  
   新規共同研究0社（累計7社）

表1 平成20年度に称号付与した産総研技術移転ベンチャー一覧

	企業名	称号付与年月日	創出元研究ユニット	備考
1	新産業技術開発センター(株)	2008/ 6/ 6	知能システム研究部門	
2	エス・ジー・ゲートウェイ(株)	2008/ 6/20	情報技術研究部門	
3	(株)ピコサーム	2008/ 6/20	計測標準研究部門	TF 案件
4	(株)Galaxy Pharma	2008/ 9/16	バイオメディシナル情報研究センター	TF 案件
5	(株)つくば燃料電池研究所	2008/10/17	エネルギー技術研究部門	
6	(株)NAST	2009/ 1/29	先進製造プロセス研究部門	

○研修

- ・「ベンチャー創業に関心を有する研究者向けビジネスプラン作成演習」（1泊2日）  
   参加人数：9名
- ・ベンチャー創業に関心を有する研究者向けアラカルトセミナー（2時間）  
   6回実施  
   参加人数：169名（6回合計）
- ・新規採用職員のための研修（2時間）  
   1回実施  
   対象：平成20年度新規採用職員フォローアップ研修受講者

○一般公開イベントの開催

- ・第5回タスクフォース成果報告会  
   平成21年2月16日開催  
   会場：秋葉原ダイビル5階 5B 会議室  
   参加者数：148名

○展示会・見本市への出展

12イベント

1. e-Therm2008

開催期間：2008年6月18日（水）～ 20日（金）

開催場所：つくば国際会議場

2. 第16回 産業用バーチャルリアリティ展

開催期間：2008年6月25日（水）～ 6月27日（金）

開催場所：東京ビッグサイト

3. 第3回新エネルギー世界展示会

開催期間：2008年7月30日（水）～ 8月1日（金）

開催場所：東京ビッグサイト

4. 日本熱電学会5周年記念展示会

開催期間：2008年8月20日（水）～ 22日（金）

開催場所：早稲田大学大久保キャンパス

5. 2008分析展

開催期間：2008年9月3日（水）～ 5日（金）

開催場所：幕張メッセ

6. イノベーション・ジャパン2008

開催期間：2008年9月16日（水）～ 18日（金）

開催場所：東京国際フォーラム

7. 産総研オープンラボ2008

開催期間：2008年10月20日（月）～ 21日（火）

開催場所：産総研つくばセンター

8. 全日本科学機器展 in 東京 2008

開催期間：2008年11月26日（水）～ 28日（金）

開催場所：東京ビッグサイト

9. 産業交流展 2008

開催期間：2008年11月25日（火）～ 26日（水）

開催場所：東京ビッグサイト

10. セミコン・ジャパン2008

開催期間：2008年12月3日（水）～ 5日（金）

開催場所：幕張メッセ

11. nano tech 2009

開催期間：2009年2月18日（水）～ 20日（金）

開催場所：東京ビッグサイト

12. 第2回つくば産産学連携促進市 in アキバ

開催期間：2009年2月24日（火）

開催場所：秋葉原ダイビル2階 コンベンションホール

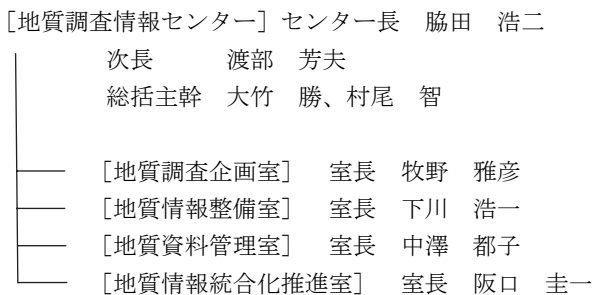
(16) 地質調査情報センター  
(Geoinformation Center)

所在地：つくば中央第7

人員：33名(18名)

概要：地質調査情報センターは、産業技術総合研究所内の地質分野の研究部門・センター・研究コア、広報部地質標本館等との密接な連携のもとに、地質・地球科学の調査・研究に関する企画・立案と、信頼性の高い、公正な地質情報を国民に提供している。また、国土の利用、地震・火山噴火等の災害対策、資源の確保、環境問題などへの対応に効果的に使われるべき公共財として、地質情報の活用の利便性向上を図っている。

機構図(2009/3/31現在)



地質調査企画室

(Geological Survey Planning and Coordinating Office)

(つくば中央第7)

概要：地質情報の整備・統合・発信、及び法制化・標準化・国際関係・産学官連携に関する業務において、「地質の調査」業務に係わる研究センター・部門・地質標本館等と連携し、関係ユニット間の連絡会議・各種部会・委員会の運営を行い、調整・企画立案を行うとともに、関連する外部の委員会や機関・団体への対外的窓口の役割を果たした。対応した政府機関としては、経済産業省(知的基盤課、産総研室、宇宙産業室等)、文部科学省(地震調査研究推進本部、海洋地球課等)、内閣府(総合海洋政策本部、原子力委員会、中央防災会議等)、国土交通省(国土計画局総務課国土情報整備室)、外務省(広報文化交流部国際文化協力室)などがある。また、外部機関・団体との連携に関する具体例としては、産総研コンソーシアム「地質地盤情報協議会」、産技連知的基盤部会地質地盤情報分科会、自治体一産総研地質地盤情報連絡会、全国地質調査業協会連合会一地質調査総合センター懇談会等がある。さらに、平成20年度に2回開催された地質調査総合センターシンポジウム、秋田で開催された地質情報展に加えて、各種学会・展示会等におけるブース出展

を通して、地質調査総合センターに関わる成果の普及・情報発信に努めた。これらにより、産業界、学界、地方自治体等との交流・連携を強化し、関係方面のニーズの把握と成果発信によるフィードバックを行った。その他、地質情報を活用するための各種パンフレット・紹介ビデオ等を企画製作した。

地質の調査等に係わるさまざまな国際共同研究や国際協力活動を関連ユニットや外部機関と連携して取りまとめ、地質調査総合センターの対外的窓口の役割を果たした。具体的には、CCOP(東・東南アジア地球科学計画調整委員会)、ICOGS(国際地質調査所会議)等の多国間国際組織への国の窓口としての役割を担った。オスロで開催された万国地質会議に参加し、ブース出展を行った。さらにAPEC研修プログラム「都市と沿岸域における防災」を実施し、人材育成に国際貢献した。

国際地質科学連合(IUGS)とユネスコが主催する国際惑星地球年(2007-2009年)の活動を支援するために、日本学術会議IYPE小委員会の推進事務局を担うと共に地球科学関連の学会活動や普及活動、「地質の日」とジオパーク活動などを推進した。特に、ユネスコが支援するジオパーク活動では、関係省庁・学協会と連携しつつ5月に日本ジオパーク委員会を設立し、12月に世界ジオパークネットワークへ加盟申請書を提出した。2月には7地域を日本ジオパークとして認定する式典を主催した。

平成20年5月の中国四川省地震と6月の岩手・宮城内陸地震については、地質調査所時代以来保有してきた地質情報をもとにして、活断層研究センターや地質情報研究部門等との連携の下でWebに地震に関する情報を掲載するとともに緊急調査や外部からの問い合わせに対応した。

野外調査・観測時のコンプライアンス確保ならびにリスク管理のため、第7事業所を中心とした地質分野での活動に対して野外実験審査会の事務局を担った。

地質情報整備室

(Geoinformation Management Office)

(つくば中央第7)

概要：地質情報整備室は、産総研の「地質の調査」業務に基づく地質・地球科学に関する研究成果の出版及び管理、地質情報の標準化整備及び数値化、並びにこれら研究成果の普及に関する業務を行った。

研究部門・センターで作成された地質図・地球科学図の編集と出版、研究報告書の編集と出版、数値地質図やデータ集のCD-ROM出版、及び「地質ニュース」の編集協力を行った。また、既刊出版物の管理・頒布・払い出しを継続して行った。地質情報整備では地質情報に関する標準化を進めており、既刊地質図類のラスタデータ・ベクトルデータ整備を実施した。

また、地質標本館と協力して地質情報展の開催、地質関連イベントへの参加等の成果普及活動を行うとともに、



地質図類のより一層の利活用促進を目指し、Web等を通じて研究成果の紹介・普及を進めた。

地質資料管理室 (Geoinformation Services Office)  
(つくば中央第7)

概要：地質資料管理室は、地質情報の系統的整備業務を目的として、地質文献資料および地質図類の収集・管理・提供、地質文献データベースをはじめとする地質情報総合メタデータ、物理探査調査研究活動データベース、および政府クリアリングハウスの整備充実を組織的に推進した。地形変動測量等、関連情報や地質・地球科学に係わる知識・技術・成果をファクトデータベースとして整備・提供することを定常的業務として分掌し、地質災害等緊急時の機動的な情報収集・発信に資した。

国内外の多くの関連機関との文献交換等による地質文献資料を収集・管理し、地質文献データベースとして登録、更新・維持管理を行っている。

また、CCOP加盟の東・東南アジア各国とのメタデータ環境整備を実務として担い、関係国際会議等に尽力した。

今年度は資料書庫内の石綿含有吹き付け材除去工事のためH20.10.10～12.15の間、書庫を閉鎖した。

地質情報統合化推進室  
(Geoinformation Integration Office)  
(つくば中央第7)

概要：地質情報統合化推進室は、地質の調査に係る数値情報の統合及び提供に関すること、地質の調査に係るデータベースの統合及び提供に関すること、地質の情報に係る連携及び融合に関することを担当する組織として、地質調査総合センター全体における研究情報の集約・共有・発信のあり方を検討するとともに、Web GISシステムの運用、とデータ整理作業を行った。また分野融合課題や総合化戦略課題に参画した。

地質調査総合センター全体における研究情報の集約・共有・発信のあり方については、地質情報のシステムティックな収集とアーカイブ化のための課題抽出と方策の検討を行い、地質調査総合センター連絡会議に報告した。また、コンテンツ管理システム及び機関リポジトリシステムの試験使用を開始した。平成18年度に開始したWeb GISを用いた統合地質図データベースの運用を継続し、掲載地質図の登録を進めた。また、既存出版物のテキスト・データ化作業を実施した。産業技術総合研究所の分野融合課題であるGEO Gridの地質分野の窓口となり、GEO Grid運営委員会等への参加、CCOP-AIST GEO Gridワークショップへの協力等を通じて、GEO Gridの推進を図った。また、総合化戦略課題「沿岸海域の地質・活断層調査」において、「海陸統合データベースの構築－資料の公開と整備」を担当した。

地質の調査

① 地球科学図

本年度の各種地質図類の編集・発行は、20万分の1地質図幅5件、5万分の1地質図幅4件、海洋地質図4件、重力図1件、数値地質図5件である。

刊行物名	件数	発行部数	摘要
	図類・冊子		
20万分の1地質図幅	5・0	各 2,000	石垣島、徳之島、中津、小笠原諸島 (1,800)、名古屋 (第3版)
5万分の1地質図幅	4・4	各 1,500	村所、日比原、西郷、松本
海洋地質図	CD-ROM 4	各 1,000	No. 64 日向灘海底地質図 No. 65 遠州灘海底地質図 No. 66 石狩湾表層堆積図 No. 67 石狩湾海底地質図
重力図	1・0	1,100	No.27 岡山地域重力図
数値地質図	CD-ROM 4	各 1,000	E-4 地圏環境評価基本図～鳥取県地域～ V-3 口永良部島火山地質データベース G-15 地質環境アトラス「山形市周辺地域」 GT-4 全国地熱ポテンシャルマップ
	DVD-ROM 1	1,000	G-16 20万分の1日本シームレス地質図

研究関連業務

② 地球科学研究報告

本年度の研究報告書は、地質調査研究報告が59-3/4号～60-3/4号7件、活断層・古地震研究報告第8号（2008年）1件、地質調査総合センター速報3件である。

刊行物名	件数	発行部数	摘要
地質調査研究報告	7	各 1,600	Vol.59 No.3/4～Vol.60 No.3/4
活断層・古地震研究報告	1	1,800	活断層・古地震研究報告 第8号（2008年）
地質調査総合センター速報	3	300	No.46 沖縄周辺海域の海洋地質学的研究 平成20年度研究概要報告書 -沖縄島東方沖海域-
		300	No.47 Groundwater Assessment and Control in the CCOP Region Final Report
		200	No.48 石狩平野・勇払平野3次元地盤構造モデル
地質ニュース	12	各 3,000	No.644～655（地質調査総合センター編集、㈱実業公報社発行 1,180部買い上げ）

③ 刊行物販売状況

研究成果普及品のうち「地質の調査」に係るものは、地質情報等有料頒布要領（17要領第47号）により、地質調査情報センター及び地質標本館が有料頒布業務を遂行することになっている。平成20年度は、下記のように有料頒布を実施し、収入を得た。

○平成20年度 研究成果普及品頒布収入

地球科学図及び地球科学データ集 10,629,029円

内 訳	頒布部数	頒布金額
委託販売収入（4社合計）	4,981	8,502,149
直接販売収入（地球科学図ほか）	613	1,446,485
直接販売収入（オン・デマンド）	473	680,395
合 計	6,067	10,629,029

普及出版物及び絵葉書 178,856円

内 訳	頒布部数	頒布金額
直接販売収入（普及出版物ほか）	1,112	178,856

○平成20年度 シリーズ別 頒布部数トップ5

シリーズ名	頒布部数
5万分の1地質図幅	2,066
数値地質図	994
20万分の1地質図幅	955
火山地質図	343
海洋地質図	272

○平成20年度 出版物別 頒布部数トップ10

シリーズ名	出版物名	頒布部数
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「関東甲信越及び伊豆小笠原諸島」	115
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「北陸、中部及び近畿」	105
5万分の1地質図幅	青梅	91
20万分の1地質図幅	白河	87
数値地質図	20万分の1数値地質図幅集「中国西部、九州及び南西諸島」	79
5万分の1地質図幅	豊橋及び田原	78
構造図	全国主要活断層活動確率地図	78
数値地質図	20万分の1地質図幅集「中国東部、中国中部及び四国」	69
数値地質図	20万分の1地質図幅集「東北」	67
単独	日本の地球化学図	62

## ④ 文献交換

「地質の調査」に係わる研究成果物をもとに、国内外の「地質の調査」に関係する機関と文献交換を行い、地質文献資料の網羅的収集に努めている。さらに、収集資料の明確化と広範囲の利用者の利便性を考慮して、地質文献データベースを構築し、インターネットで公開を行っている。

## 国内外交換先

	計	JAPAN	EUROPE	ASIA	AFRICA	U.S.A.	CANADA & C. AMERICA	SOUTH AMERICA	OCEANIA
国数	155	1	36	39	43	1	12	12	11
機関数	1,258	569	237	176	64	88	36	49	39

## 交換文献内訳

	計	地質調査研究報告	その他報告類	地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅)	その他図幅	CD-ROM
件数	28	5	1	4	7	11
所外送付部数	7,070	2,656	236	617	1,079	2,482
国外送付部数	8,491	2,709	233	978	1,708	2,863

## ⑤ 文献情報活動

文献交換等で収集した地質文献資料の効率的・効率的な利用を目指して、地質文献データベースを構築し、Web公開している。このデータベースは日本及び周辺地域に関する地球科学の文献データベースである GEOLIS+（日本地質文献データベース）と、所蔵する外国の地質図類の書誌データを収録する G-MAPI（世界地質図データベース）の2つから成り立っている。ともに同様の検索方法を採用していること、また、GEOLIS+は地図検索不要の利用者への対応として地図を使用しない検索システムを開発・公開していることから、利用者インターフェースの利便性が高く、利用アクセス数は非常に多い。さらに、G-MAPIは拡大・縮小機能のついたサンプル地図表示の充実に努め、利用者への情報提供サービスの質の向上に努めた。GEOLIS+の蓄積データ数は326,189件（内位置情報データは12,884件）、Web公開で年間842,567件のアクセス数があり、G-MAPIはデータ数24,242件（内サンプル地図表示は2,896件）で、Web公開での年間アクセス数は39,546件となって、2つのデータベースを合わせて年間アクセス数が882,113件となっている。

## 受入

	単行本（冊）	雑誌（冊）	地図類（枚）	研究資料集・受託研究資料	電子媒体資料（個）
購入	152	81	353	0	33
寄贈・交換	222	3,871	1,858	15	192
計	374	3,952	2,211	15	225

製本・修理（冊） 1,765

## 地質文献データベース

	採録数	登録数	アクセス件数
GEOLIS+	23,725	326,189	842,567
G-MAPI	2,045	24,242	39,546

## 閲覧・貸出など情報提供

所外閲覧者	入館者 (括弧内外国人)	閲覧件数	貸出件数	返却件数
151	6,641(67)	8,755	2,778	2,855

## 地質文献複写外部委託

件数（件）	通常コピー（枚）	カラーコピー（枚）	電子媒体（部）
1,666	13,565	902	3

⑥ メタデータ・データベース

「地質の調査」の成果を一般に普及し、より高度な利活用をはかるとともに、研究活動の一層の効率化を促進させるため、研究で用いた様々なデータや成果を利用可能なデータベース化し、また、その検索を高度で効率良く実行するためのメタデータを作成し、電子政府クリアリングハウスで運用している。地質図・地球科学図は「地質の調査」による成果のうちで最も一般的で普及が必要であり、その利活用のために数値化整備を進めている。また、国内の物理探査調査研究活動についてのまとめも公表した。

メタデータ整備業務では、電子政府クリアリングハウスのノードサーバーにおいて、標準フォーマット JIM 第2版に基づくメタデータを1,543件整備し Web 公開した。また、地質情報整備部会を核として RIO-DB 構築支援等を積極的に行い、セキュリティを強化した地質情報総合メタデータシステムに、日本版1,986件・アジア版3,838件のメタデータを整備し Web 公開した。

地質図類ベクトル数値化整備業務では、5万分の1地質図幅20図幅、20万分の1地質図幅4図幅、火山地質図1件及び海洋地質図7件をベクトル数値化し、データの校正・編集を行った。

物理探査調査研究活動データベースでは、アンケート等による収集を行い、新規データ191件を追加登録し、既存分を合わせて8,845件を整備した。

平成20年度 地質図・地球科学図データベース及びメタデータ整備

1. 地質図・地球科学図データベース整備 (件数)	
5万分の1地質図幅、20万分の1地質図幅等の数値化数	32
2. メタデータ整備 (件数)	
電子政府クリアリングハウス：メタデータ登録数	1,543
地質情報総合メタデータ（日本版）：メタデータ登録数	1,986
同上（アジア版）：メタデータ登録数	3,838
物理探査調査研究一覧登録数	8,845

(17) 計量標準管理センター

(Metrology Management Center)

所在地：〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 中央第3-9

人員：36名 (23名)

概要：計量標準は円滑な国際通商を実現するために不可欠であり、さらに産業技術や研究開発の技術基盤であるとともに、環境・安全を評価するための技術基盤を与えるなど、国民の生活に密着したものである。

社会に必要とされる計量標準を的確に把握してその整備・普及の方向性を見出し、標準の供給を的確に行うとともに、計量標準に係わる活動の成果を社会に広く普及していく役割を担っている。

機構図 (2009/3/31現在)

[計量標準管理センター]

センター長 三戸 章裕

総括主幹 計良 寛 他1名

[計量標準計画室]

室長 岸本 勇夫 他5(4)名

[標準供給保証室]

室長 奈良 広一 他8(6)名 (内2名は兼任)

[標準物質認証管理室]

室長 梅原 博行 他2(1)名 (内1名は兼任)

[国際計量室]

室長 藤間 一郎 他4(3)名 (内2名は兼任)

[計量研修センター]

センター長 小島 孔 他6(6)名 (内3名は兼任)

計量標準計画室 (Metrology Planning Office)

(つくば中央第3-9)

概要：計量標準の開発や供給を欧米先進国並に充実させるため、研究実施部門と密接に連携して、計量標準整備計画の策定、維持、改善を図るとともに、講演会や成果発表会などの開催、報告書・モノグラフの発行などを通して、新しい計量標準に関する研究成果の発信を行っている。

また、計量標準に係る活動内容や研究成果などを広く普及するため、ホームページ、展示会出展、パンフレット等、様々な形態の広報・啓発普及活動の企画運営を行っている。

標準供給保証室 (Metrology Quality Office)

(つくば中央第3-9)

概要：産総研の成果である多岐にわたる物理系計量標準の供給事務（申請書受付、証明書類発行など）を一元的に行うとともに、その信頼性を保証するために必要な ISO/IEC17025、ISO/IEC ガイド65に基づいた品質システムの支援業務を行う。

標準供給業務としては、次のものがある。

- ・ 特定計量器の検定、比較検査、基準器検査
- ・ 特定計量器の型式承認試験

- ・特定二次標準器の校正
- ・特定副標準器の校正
- ・技能試験参照値の付与
- ・研究開発品の頒布
- ・その他計量に係わる試験・校正サービス

標準物質認証管理室 (Reference Materials Office)

(つくば中央3-9)

概要：産総研において研究開発された標準物質の頒布に関する事務を行うとともに、その品質を保証するために必要な ISO ガイド34、ISO/IEC17025に基づいた品質システムの支援業務を実施している。主な業務としては、標準物質の認証のための業務（標準物質認証委員会の開催、標準物質認証書の発行等）、標準物質の該当法規に従った安全な管理、標準物質の頒布業務、標準物質に関わる技術相談、ホームページやカタログ配布等による標準物質関連情報のユーザーへの発信などがある。

国際計量室

(International Metrology Cooperation Office)

(つくば中央第3-9)

概要：計量標準・法定計量に関わる国際戦略策定の取りまとめ。国際メートル条約、及び国際法定計量条約に関係する各種国際会議・委員会・作業委員会（国際度量衡委員会、国際法定計量機関総会等）への対応。国際相互承認（CIPM-MRA、OIML-MAA）への対応。計測標準研究部門が参加する国際比較等の支援・管理。二国間 MoU に基づく国際活動の取りまとめ。途上国支援のための JICA プロジェクト等の管理。途上国向け技術研修コースの運営。国際事務局（APMP 及び APLMF）との連絡・調整などを実施している。

計量研修センター (Metrology Training Center)

(つくば中央第1)

概要：計量研修センターは、都道府県・特定市の計量行政公務員の研修及び民間の計量技術者に対して、一般計量士、環境計量士の資格付与などのため、一般計量関係及び環境計量関係の教習を企画・実施する研修機関である。前身は、1952年に当時の通商産業省傘下に創設された計量教習所で、2001年に独立行政法人化し、産総研に合流した。

年間約700人の研修生を迎えて一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習、短期計量教習、環境計量講習（濃度、騒音、振動関係）、及び地方公務員のための特定教習などを企画し実施している。また、計量標準に係わる校正事業者認定制度の品質システム審査員研修、計測技術者向けの技術研修などを実施している。

業務報告データは、計量標準総合センターの業務報告データに記載。

(18)産学官連携推進部門

(Collaboration Promotion Department)

所在地：つくば中央第2

人員：138名 (62名)

概要：産総研の使命である、国の安全・安心の確保及び産業競争力の強化に資する研究の促進、さらには新産業創出への貢献を実現するため、産学官連携推進部門は、産学官連携の円滑な推進に資する企画・立案・制度の効率的運用に努めるとともに、研究ユニットと産業界等との「対話とコミットメント」を促進し産業戦略をともに創造していく。

産学官連携推進部門の組織を図1に示す。

機構図 (2009/3/31現在)

[産学官連携推進部門]

部門長 和田 敏美  
次長 松田 宏雄  
審議役 向坪 均  
審議役 岡部 和彦  
総括主幹 井坂 正美

[産学官連携コーディネータ]

[北海道] 太田 英順、千葉 繁生  
[東北] 横山 敏郎、松永 英之、小野 實信  
板橋 修  
[つくば] 小高 正人、名川 吉信、池田 喜一、  
岡田 三郎、古宇田 亮一、平野 隆、  
都築 明博、山崎 宏之、伊東 宇一、  
若林 昇、齊藤 敬三、伊ヶ崎 文和、  
(兼) 松田 宏雄、岩崎 孝志  
[関東] 山中 忠衛、鈴木 英一、  
(兼) 柳下 宏  
[臨海副都心] 野村 信夫  
[中部] 立石 裕、山東 睦夫、  
渡村 信治、藤井 篤  
[関西] 松岡 克典、佐藤 義幸、  
堀野 裕治、奥野 康二、  
[中国] 小田 喜一、大谷 敏昭、  
埜口 英昭、山岡 到保  
[四国] 細川 純、勝村 宗英、  
和田 英男、三木 啓司  
[九州] 安部 英一、吉田 重治、若林 勝彦、  
藤井 昭弘、犬養 吉成  
[連携企画室] 室長 児玉 昌也  
総括主幹 吉原 公一  
総括主幹 齋藤 俊幸  
[企業・大学連携室] 室長 伊藤 日出男  
総括主幹 増岡登志夫

	総括主幹 矢野 哲夫
	総括主幹 松本 成司
	総括主幹 齋藤 直昭
	総括主幹 橋本 亮一
	総括主幹 桑 正市
[地域連携室]	室長 (兼) 岩崎 孝志
	総括主幹 久場 康良
	総括主幹 門 哲男
[連携業務部]	部長 (兼) 向坪 均
└─[連携管理検査室]	室長 小林 良三
└─[プロジェクト推進室]	室長 草間 常夫
└─[企業・大学契約室]	室長 田崎 英弘
	総括主幹 古谷 邦男
[工業標準部]	部長 平井 寿敏
	総括主幹 宇敷 建一
└─[工業標準企画室]	室長 大曾根 均
└─[工業標準整備室]	室長 (兼) 平井 寿敏
[地域産学官連携センター]	
└─[北海道産学官連携センター]	
	センター長 北野 邦尋
	総括主幹 中川 充
	総括主幹 永石 博志
	総括主幹 根本 輝利
	ものづくり基盤技術支援室長 (兼) 太田 英順
└─[東北産学官連携センター]	
	センター長 吉田 忠
	総括主幹 米谷 道夫
	ものづくり基盤技術支援室長 高橋 裕平
└─[関東産学官連携センター]	
	センター長 柳下 宏
	副センター長 花田 康行
	総括主幹 小川 博文
	ものづくり基盤技術支援室長 綾 信博
└─[臨海副都心産学官連携センター]	
	センター長 上原 斎
	副センター長 (兼) 岡部 和彦
	総括主幹 西沢 良教
	総括主幹 東 晴彦
└─[中部産学官連携センター]	
	センター長 神崎 修三
	総括主幹 中島 弘志
	総括主幹 林 永二
	総括主幹 青木 正一
	総括主幹 阪口 修司
	総括主幹 山田 康雄
	ものづくり基盤技術支援室長

	阪口 康司
└─[関西産学官連携センター]	
	センター長 神本 正行
	副センター長 竹中 啓恭
	総括主幹 廣野 順三
	総括主幹 牧原 正記
	総括主幹 巽 一
	総括主幹 玉利 信幸
	総括主幹 坪田 年
	総括主幹 近藤 功
	総括主幹 田中 隆裕
	ものづくり基盤技術支援室長 中村 秀樹
└─[中国産学官連携センター]	
	センター長 松永 烈
	副センター長 末国 博文
	総括主幹 黒田 正範
	ものづくり基盤技術支援室長 (兼) 黒田 正範
└─[四国産学官連携センター]	
	センター長 宮本 宏
	ものづくり基盤技術支援室長 内海 明博
└─[九州産学官連携センター]	
	センター長 立山 博
	総括主幹 萩尾 剛
	総括主幹 武内 鼓
	総括主幹 田中 一裕
	ものづくり基盤技術支援室長 (兼) 田中 一裕

産学官連携コーディネータ

(Collaboration Coordinator)

(つくば、9地域センター)

概要：全国10センターに配置し、企業や大学等と産総研との連携の橋渡しを行う。主に以下のような役割を果たしている。

- ・企業や大学と産総研との連携プロジェクト（共同研究や受託研究、協力協定）の企画・立案・調整
- ・企業等のニーズと産総研の有する技術ポテンシャル・シーズのマッチング
- ・産総研における研究成果の把握・掘り起こし・権利化の支援（知的財産部門と協力）
- ・産総研の有する知的財産権の民間への移転・事業化の支援（産総研イノベーションズと協力）

連携企画室

(Collaboration Planning and Coordination Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の産学官連携活動全般について企画・立

案を行うとともに、地域産学官連携センターも含めた産学官連携推進部門全体の業務を円滑に推進させることを任務としている。中でも、産学官連携に関するさまざまな制度や活動の方針の企画・策定、事業予算や政策的支援予算の管理・運用、他の技術移転担当部署との連携による、研究成果のイベント出展活動など、連携活動の総合的な調整を行う。

#### 企業・大学連携室

(Corporate and Academic Collaboration Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究成果に基づいて、企業や大学等との連携の推進、すなわち、共同研究、受託研究、技術移転、人事交流を行い、産業や科学技術の発展に寄与することを任務としている。専門分野を担当する産学官連携コーディネータの活動を補佐・補完し、研究ユニットと産業界の橋渡しを行っている。

大学との連携として、連携大学院制度や共同研究の実施等を通じて、研究・人材交流を行っている。さらに、企業や大学等との連携活動をスムーズに推進するための仕組み作りや、各種協力協定の締結および活動支援等も行っている。特に、組織的戦略的連携として、企業等と包括的協力協定を締結し、協議会の開催等を通して共同研究等の効率的な推進・運営支援を行っている。

#### 地域連携室 (Regional Collaboration Office)

(つくば中央第2)

概要：地域に関連する技術開発について、技術政策の立案や研究開発等の技術審査及び各経済産業局が実施する戦略プロジェクトへの支援等を行っている。

また、外部からの技術相談窓口業務を遂行するとともに、産業技術連携推進会議の技術部会事務局として産総研と公設試験研究機関との研究開発関連ネットワークの構築、強化を推進している。

さらに、地域・中小企業ニーズを取り込み、産総研の技術を活用して製品化を目指して、公設研・中小企業と共同で研究開発を実施する地域産業活性化支援事業を行っている。

加えて、経済産業省補助金事業である「地域イノベーション創出共同体形成事業」を円滑に実施できるよう調整を行うとともに、中小・ベンチャー企業の検査・計測機器等の調達に向けた実証研究事業(「産業技術研究開発事業(中小企業支援型)」)および、中小企業等性能評価事業による中小企業のシーズとニーズの製品化支援業務を行っている。

#### 連携業務部

(Collaboration Affairs Division)

(つくば中央第2)

概要：連携業務部は、以下の3室から構成されており、

研究成果の普及・技術移転、産業界を担う人材育成等各種連携制度に係る契約事務等を行うとともに、これら各種連携制度の運用に伴い発生するリスクの管理等を行っている。また、近年、増加傾向にある外部研究資金について、その獲得を支援するための業務、並びに外部研究資金の適正な執行を確保するためのコンプライアンス活動等を行っている。

#### 連携管理検査室

(Collaborative Administration and Inspection Office)

(つくば中央第2)

概要：受託研究等外部研究資金について、その適正な執行を確保するため、職員説明会の開催、自主点検等の実施を通じ、職員に対するコンプライアンスの向上に努めている。また、各種連携制度の実行に伴い発生するリスクについて、棚卸・分析、管理活動計画等を実施し、リスクの未然防止に努めている。

#### プロジェクト推進室

(National Project Collaboration Affairs Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研における研究成果の普及、技術移転等を図るための受託研究及び請負研究並びに産総研から他機関への委託研究に係る契約事務等の業務を行うとともに、受託研究及び研究助成金等外部からの研究資金獲得のための支援業務を行っている。また、外部からの現金、機械装置等寄付金の受入に関する業務を行っている。

#### 企業・大学契約室

(Corporate and Academic Affairs Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研における外部機関との連携、技術移転等を図るための共同研究に係る業務、産業技術力向上のための外来研究員制度に基づく外部有識者受入業務、技術ポテンシャルを活用した技術研修制度に基づく外部人材の受入業務、人的ポテンシャルを活用した連携大学院制度による学生指導、各種学協会・委員会への委員就任、依頼・受託出張等職員の派遣に関する業務を行っている。また、他機関との連携を推進するための連携研究体及び産総研コンソーシアム設立支援等の業務を行っている。

#### 工業標準部 (Industrial Standards Division)

(つくば中央第2)

概要：工業標準部は、産総研の研究ポテンシャルを活用した標準化研究開発を実施することにより、工業標準化に貢献し、もって我が国の産業競争力強化や安心・安全な社会の実現に貢献する各種活動を行っている。これら活動は「産総研工業標準化ポリシー」「産総研・工業標準化戦略」に従って、組織的・戦略的に行っている。工業標準化を目的とした研究開発は、工業標準化研究とし

て実施され、社会ニーズや、行政からの要請を受けて、交付金によって行う「標準基盤研究」、経済産業省からの委託を受けて行う「基準認証研究開発事業」、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構が NEDO 研究開発プロジェクトの終了後に実施する「標準化調査研究事業(フォローアップ型)」、「研究開発プロジェクトにおける標準化事業(同時並行型)」などの事業として行っている。これら研究開発の成果は、国内標準(JIS)、国際標準(ISO、IEC)などの公共財として世の中に出され、社会に貢献する。近年は、国際標準の獲得に向けた取り組みを強化している。

また、工業標準部は、「くらしと JIS センター」を運営・管理し、(独)製品評価技術基盤機構と高齢者・障害者に配慮した標準化のための共同事業の実施を推進するとともに、「JIS パビリオン」を常設の展示室として運営・管理し、工業標準化の意義、概要などを分かり易く紹介するなど産総研の取組みや社会貢献事例を紹介して一般見学者への広報活動を行っている。

#### 工業標準企画室

(Industrial Standards Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：工業標準化研究テーマの発掘・選定、研究開発の進捗管理、成果の普及・管理及び産総研における標準

化活動に対する支援に関する業務、くらしと JIS センターの運営・管理を行っている。

また、ISO/TC229 ナノテクノロジーの国内審議団体事務局として活動している。

#### 工業標準整備室

(Industrial Standards Management Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の研究成果の規格化に関する支援業務、工業標準に関する技術専門家(委員等)の産総研内外への推薦や派遣に関する業務を行っている。

---

#### 地域産学官連携センター (Collaboration Centers)

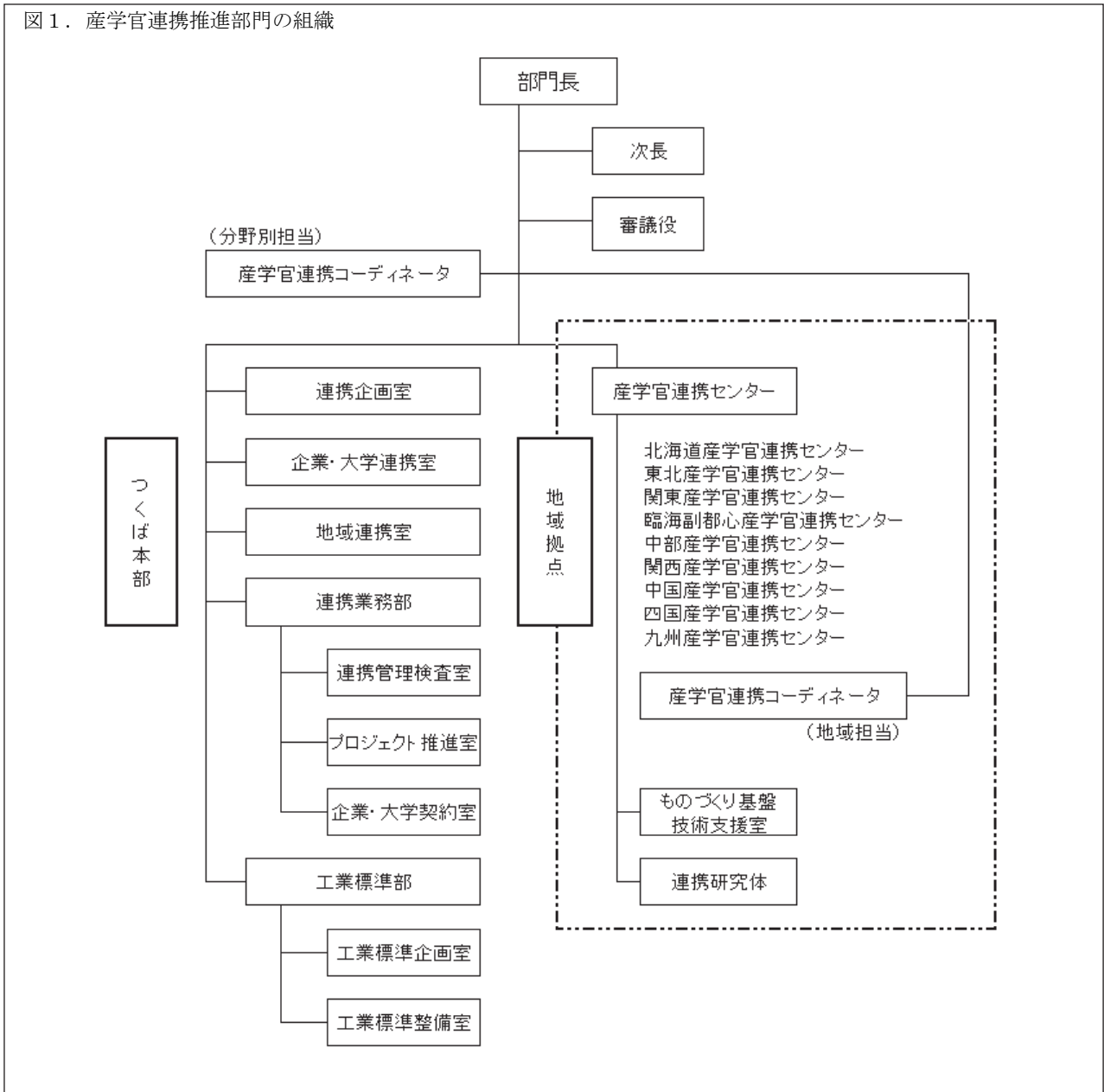
(8地域センター、つくば及び東京本部)

概要：全国10研究拠点、及び関東地域における産学官連携推進部門は地域の産業界・大学・公設研及び経済産業局等との連携活動を推進するとともに、各地域経済産業局が主宰する地域産業技術連携推進会議への協力を行っている。

また各産学官連携センターに設置された[ものづくり基盤技術支援室]では、技術相談窓口業務、技術情報のデータベース化に取り組むとともに、公設研ネットワークを活用してものづくり技術の普及を行っている。



図1. 産学官連携推進部門の組織



研究関連・管理業務

1) 共同研究

企業、大学や公設研究所などと産総研が、共通のテーマについて対等な立場で共同して研究を行う制度である。

共同研究ユニット別件数一覧

平成21年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
活断層研究センター	地質	2001.04.01～2009.03.31		2		3		5
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～	5	3	5	4	1	18
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	11	4	25	7		47
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	3	2	7	8	1	21
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～	4	5	5	7	3	24
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～2009.03.31	16	1	5	6	1	29
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	16	5	40	15		76
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01～	3	1	5	1		10
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	10	4	21	24	12	71
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～	17	5	9	11	2	44
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01～	3	1	4	1	1	10
固体高分子燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	1	2	2			5
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～	7		14	8	8	37
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～		3	6	4	4	17
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	5	1	6	2		14
糖鎖医工学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	6	2	9	3	1	21
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～	1	1	16	4		22
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～	8	3	8	3	1	23
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～	23	5	7	9	7	51
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～	12	3	9			24
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	4	2	22	4		32
バイオメディカル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～	11	10	6	8	1	36
ネットワークフォトニクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～	1	3	6	1		11
		小計	167	68	237	133	43	648
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	26	24	51	52	17	170
地図資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	9	14	18	10	4	55
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	15	5	13	16	2	51
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	23	7	36	37	4	107
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	24	6	56	20	2	108
人間福祉医工学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	42	9	23	23	3	100
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	25	8	7	12	1	53
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	27	11	29	22	1	90
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	5		5			10
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	6	12	13	8	7	46
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	35	20	20	20	4	99
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	12	2	24	4		42
セルエン지니어リング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	40	11	19	18	3	91
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	14	12	13	12	1	52
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	39	14	79	44	6	182
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	34	14	43	63	25	179
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	9	8	3	9	5	34
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	13	11	24	29	4	81
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	19	6	48	12	8	93
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	46	17	65	23	3	154
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15～	11	7	18	17	2	55
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～	4	4	27	8	2	45
		小計	478	222	634	459	104	1,897
メタンハイドレート研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～	8		2			10
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01～2008.9.30						0
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	3		5	2		10
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	1	1	1	1		4
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～						0
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～	11	6	16	5		38
		小計	23	7	24	8	0	62
フェロー、関連・管理部門等	その他		4	2	13	17	1	37
		計	672	299	908	617	148	2,644

※国内案件のみ

産業技術総合研究所

2) 委託研究

産総研で研究するより、産総研以外の者（大学、企業等）に委託した方が、研究の効率性や経済性が期待出来る場合に、産総研以外の者に委託する制度である。

委託研究ユニット別件数一覧

平成21年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
活断層研究センター	地質	2001.04.01～2009.03.31	6	1			1	8
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～						0
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～	1					1
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～	1					1
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～						0
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～2009.03.31						0
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	2					2
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～						0
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～						0
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～	1				1	2
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～	5	1		1	1	8
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～						0
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～	1					1
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～						0
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	5	1	1			7
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～						0
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～						0
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～						0
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～						0
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～						0
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	2	1	1			4
バイオメディカル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～		1		2		3
ネットワークフォトニクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～						0
		小計	24	5	2	3	3	37
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	12		4		2	18
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	6	2				8
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	1					1
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～						0
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	3			1		4
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	1					1
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～						0
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～						0
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～						0
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	2					2
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	3	2	1	2		8
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	1					1
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～						0
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～			1			1
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	5	2			4	11
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	4	1				5
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	7	2	1			10
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	5	1				6
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	3				3	6
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	6					6
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～	7	1	2	1		11
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～	5	2		1		8
		小計	71	13	9	5	9	107
メタンハイドレート研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～		1	8			9
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2005.06.01～2008.9.30						0
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～						0
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～						0
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～						0
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～	2	1				3
		小計	2	2	8	0	0	12
フェロー、関連・管理部門等	その他		5	1	1	1		8
		計	102	21	20	9	12	164

※国内案件のみ

研究関連・管理業務

3) 受託研究

企業、法人など他機関から産総研に研究を委託する制度である。その成果は委託元で活用できる。委託元の研究者を外来研究員として受け入れることも可能である。

受託研究ユニット別件数一覧

平成21年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計	
活断層研究センター	地質	2001.04.01～2009.03.31	2		4	1		2	9
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～			1		1		2
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～			7	1		1	9
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～			2			3	5
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～			4	2		1	7
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～2009.03.31			1	2		2	5
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～			11				11
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～			1	1			2
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	1	4	2		2	3	12
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～			6	2	5	5	18
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～	1	5				5	11
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～			1				1
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～			6	4	1	3	14
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～			5			1	6
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～			2			2	4
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	1	6				1	8
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～			2			2	4
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～			6			3	9
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～	1	6	1				8
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～			8				8
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～			2			2	4
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～			4		1		5
ネットワークフォトンクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～			1			2	3
			小計	6	95	16	10	38	165
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～			10	1	1	22	34
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～			3	2	3	10	18
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～			13			2	15
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	1	17	2			6	26
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	1	11			1	4	17
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	1	8	2			9	20
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	1	9				4	14
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	1	24	3		2	6	36
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～		8				3	11
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	1	14				3	18
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	2	7	3			9	21
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～			15	1			16
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	1	16				3	20
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	1	9				2	12
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～		24			2	5	31
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	2	19	1		1	1	24
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～			4			10	14
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	1	7	2		1	17	28
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～			17	3	1	2	23
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～			25	4	2	9	40
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～	1	18	1			8	28
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～			8	3	3	9	23
			小計	14	286	28	17	144	489
メタンハイドレート研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～						1	1
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2005.06.01～2008.9.30							0
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～			1				1
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～			2				2
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～			5	1		1	7
			小計	0	9	1	0	2	12
フェロー、関連・管理部門等	その他				3	2	1	11	17
			計	20	393	47	28	195	683

※国内案件のみ

産業技術総合研究所

4) 請負研究

受託研究によることができない研究を他機関からの依頼に応じて産総研が行うものであり、その経費は依頼者に負担していただく。

請負研究ユニット別件数一覧

平成21年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
活断層研究センター	地質	2001.04.01～2009.03.31		1	1			2
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～						0
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～				1		1
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～						0
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～						0
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～2009.03.31						0
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～		1				1
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～						0
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～						0
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～						0
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～						0
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～						0
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～						0
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～						0
水素材料先端科学センター	環境・エネルギー	2006.07.01～						0
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～						0
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～		1				1
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～						0
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～						0
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～						0
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～						0
バイオメディカル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～						0
ネットワークフォトニクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～						0
		小計	0	3	2	0	0	5
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～				2		2
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～		1				1
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～						0
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～						0
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～						0
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～				1		1
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～						0
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～				2		2
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～						0
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～						0
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～					1	1
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～						0
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～						0
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～						0
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～						0
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～						0
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～						0
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～		1	1			2
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～						0
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～		1		2		3
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～			1		1	2
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～		3			1	4
		小計	0	6	6	3	3	18
メタンハイドレート研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～						0
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2005.06.01～2008.9.30						0
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～						0
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～						0
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～						0
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～						0
		小計	0	0	0	0	0	0
フェロー、関連・管理部門等	その他			1				1
		計	0	10	8	3	3	24

※国内案件のみ

研究関連・管理業務

5) 技術研修

外部機関等の研究者、技術者を産総研が受け入れ、産総研の技術ポテンシャルを基に研修を行う制度である。

技術研修ユニット別人数一覧

平成21年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
活断層研究センター	地質	2001.04.01～2009.03.31	1					1
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～	2					2
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	27		2		1	30
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	10					10
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～	1					1
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～2009.03.31	4					4
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	17		1			18
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01～						0
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	36		2			38
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～	15		1		1	17
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01～	1					1
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	5					5
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～	10	1				11
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～	1			2	1	4
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	64		5	2		71
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	8		1	1		10
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～	4					4
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～	21		16	5		42
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～	17			1		18
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～	8			2		10
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	29		12	2		43
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～	13		2	1	2	18
ネットワークフォトンクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～	3					3
小計			297	1	42	16	5	361
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	36	11	8	10	1	66
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	14		4	1	1	20
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	17		2	1		20
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	70		5	1	1	77
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	58		8	3		69
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	45	2				47
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	24	1		1		26
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	71		5			76
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～						0
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	46		2		2	50
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	15					15
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	7		9			16
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	30	2			1	33
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	40		2		3	45
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	46	1	4	1	2	54
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	11			2		13
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	21				1	22
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	29	3	7	6	1	46
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	35		6	7	1	49
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	57		5	4		66
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15～	27				1	28
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～	19					19
小計			718	20	67	37	15	857
メタンハイドレート研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～	8					8
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01～2008.9.30						0
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	5					5
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	6					6
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～						0
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～	3					3
小計			22	0	0	0	0	22
フェロー、関連・管理部門等	その他		33		1	1	1	36
計			1,070	21	110	54	21	1,276

※国内案件のみ

産業技術総合研究所

6) 外来研究員

外部機関等の研究者等が産総研において研究を行う際に研究員として受け入れる制度である。

外来研究員ユニット別人数一覧

平成21年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計
活断層研究センター	地質	2001.04.01～2009.03.31	12	4			2	18
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～	3			1		4
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～	2	1	1		4	8
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01～					4	4
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～		1			1	2
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～2009.03.31	10		6	1	3	20
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	2		1		3	6
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01～	1				1	2
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	7		2	1	4	14
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～	17	2			5	24
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01～	7		2	1		10
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～			1			1
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～	1	5		1	3	10
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～	4	1		4	7	16
水素材料先端科学センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	63	1	4			68
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	1				1	2
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～		11			1	12
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～	9	1			2	12
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～	2	1	3	2	1	9
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～	4	1			1	6
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	28	5	27	19	1	80
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～	2				1	4
ネットワークフォトンクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～	3		1		1	5
		小計	178	34	48	31	46	337
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	5	1		2	13	21
地図資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	24	1	1	2	5	33
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	13	3		2	4	22
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	10	3	1		3	17
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01～	16	3		3	7	29
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	42	7	1		16	66
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	16	2	1	1	4	24
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	17	4	4	3	17	45
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	9	2			1	12
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	7	4		3	9	23
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	1				2	3
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	7				6	13
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	11	4	1	1	4	21
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	1		1	4	1	7
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	15	2			10	27
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～		1			4	5
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	68	9		3	27	107
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	8	2		3	4	17
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	4	2	2		3	11
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	25	8		3	15	51
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15～	10	1			7	18
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～	7	5			3	15
		小計	316	64	12	30	165	587
メタンハイドレート研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～	8			1		9
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01～2008.9.30						0
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	6		1		1	8
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～						0
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～						0
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～	8			1	1	10
		小計	22	0	1	2	2	27
フェロー、関連・管理部門等	その他		13	1	2	4	55	75
		計	529	99	63	67	268	1,026

※国内案件のみ

7) 連携大学院

大学と産総研が協定を結び、産総研研究者が大学から連携大学院教官の発令を受け、大学院生を技術研修生として受け入れ、研究指導等を行う。この制度による大学院生には被指導者であると同時に研究協力者としての側面があり、産総研にとっても研究促進を図ることができる。

(参考：大学院設置基準「第13条第2項 大学院は、教育上有益と認めるときは、学生が他の大学院又は研究所等において必要な研究指導を受ける事を認めることができる。(後略)」)

○連携大学院派遣教員ユニット別人数一覧

平成21年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	派遣教員数			
			国公立大学		私立大学	
			教授	准教授	教授	准教授
活断層研究センター	地質	2001.04.01~2009.03.31	0	0	0	0
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01~	1	0	0	1
デジタルヒューマン研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01~	1	2	0	1
近接場光応用工学研究センター	情報通信エレクトロニクス	2003.04.01~	0	0	3	1
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01~	0	0	1	0
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01~2009.03.31	0	0	0	0
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01~	2	1	1	0
システム検証研究センター	情報通信エレクトロニクス	2004.04.01~	0	0	0	0
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01~	5	1	8	0
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01~	4	3	0	0
情報セキュリティ研究センター	情報通信エレクトロニクス	2005.04.01~	0	0	0	1
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01~	0	0	0	0
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30~	0	0	1	0
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01~	0	0	0	0
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01~	0	0	1	0
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01~	1	0	0	0
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01~	0	0	0	0
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01~	2	11	4	8
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01~	6	2	0	0
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01~	0	1	0	0
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01~	1	0	0	0
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01~	2	4	0	0
ネットワークフォトニクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01~	0	0	1	0
		小計	25	25	20	12
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01~	2	1	4	1
地図資源環境研究部門	地質	2001.04.01~	0	1	0	0
知能システム研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01~	6	0	4	1
エレクトロニクス研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01~	2	1	11	2
光技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2001.04.01~	2	4	4	1
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01~	1	0	4	1
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01~	8	2	1	0
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01~	2	4	4	1
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01~	1	0	0	1
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01~	5	4	1	1
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01~	1	1	3	0
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01~	4	0	1	0
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01~	2	4	1	0
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01~	5	2	0	0
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01~	4	3	12	1
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01~	1	2	2	0
地質情報研究部門	地質	2004.05.01~	2	2	1	0
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01~	4	1	2	0
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01~	4	0	3	1
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01~	8	2	5	2
情報技術研究部門	情報通信エレクトロニクス	2004.07.15~	5	3	2	1
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01~	0	1	0	1
		小計	69	38	65	15
メタンハイドレート研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01~	0	0	0	0
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信エレクトロニクス	2005.06.01~2008.9.30	0	0	0	0
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01~	0	0	0	0
創薬シース探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01~	0	0	0	0
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01~	0	0	0	0
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01~	1	0	1	0
		小計	1	0	1	0
フェロー、関連・管理部門等	その他		12	3	6	0
		計	107	66	92	27

\*准教授には講師を含む



産業技術総合研究所

○連携大学院派遣教員一覧

平成21年3月31日現在

地域	国公立の別	大学名	学科名	派遣教員数	
				教授	准教授
北海道	国立	北海道大学	理学院	2	1
		北海道大学	農学院	2	1
東北	国立	東北大学	理学研究科	2	4
東北	国立	山形大学	理工学研究科	6	0
関東	国立	茨城大学	理工学研究科	2	0
関東	国立	東京工業大学	総合理工学研究科	4	0
関東	国立	東京農工大学	工学府	2	1
関東	国立	東京医科歯科大学	生命情報科学教育部	0	7
関東	公立	首都大学東京	理工学研究科	4	4
関東	国立	宇都宮大学	工学研究科	3	0
関東	国立	群馬大学	工学研究科	2	0
関東	国立	筑波大学	システム情報工学研究科	16	4
		筑波大学	人間総合科学研究科	2	2
		筑波大学	数理工学科学研究科	9	6
		筑波大学	生命環境科学研究科	5	3
関東	国立	千葉大学		0	0
関東	国立	横浜国立大学	環境情報学府・環境情報研究院	0	0
関東	国立	長岡技術科学大学	工学研究科	5	1
関東	国立	静岡大学		0	0
関東	国立	電気通信大学	電気通信学部	0	2
関東	国立	埼玉大学	理工学研究科	2	0
関東	国立	東京大学	新領域創成科学研究科	1	6
関東	国立	信州大学	総合工学系研究科	0	0
関東	国立	お茶の水女子大学	人間文化創成科学研究科	1	1
中部	国立	名古屋工業大学	工学研究科	2	2
中部	国立	岐阜大学	工学研究科	2	1
		岐阜大学	連合創薬医療情報研究科	2	0
中部	国立	金沢大学	自然科学研究科	2	1
中部	国立	北陸先端科学技術大学院大学	マテリアルサイエンス研究科	2	2
		北陸先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	1	1
		北陸先端科学技術大学院大学	知識科学研究科	0	1
関西	国立	福井大学	工学研究科	1	0
関西	国立	京都工芸繊維大学	工芸科学研究科	0	1
関西	国立	大阪大学	理学研究科	3	1
関西	公立	大阪府立大学	工学研究科	0	0
関西	国立	奈良先端科学技術大学院大学	情報科学研究科	3	1
関西	国立	神戸大学	工学研究科	4	2
		神戸大学	人間発達環境学研究科	0	2
		神戸大学	理学研究科	1	0
関西	公立	兵庫県立大学	工学研究科	0	0
中国	国立	広島大学	工学研究科	2	1
		山口大学	理工学研究科	0	0
四国	国立	徳島大学	ソシオテクノサイエンス研究部	2	2
		香川大学	農学研究科	2	0
九州	国立	九州大学	総合理工学府	2	1
九州	国立	熊本大学	自然科学研究科	0	0
九州	国立	佐賀大学	工学系研究科	4	2
九州	国立	鹿児島大学	理工学研究科	2	1
九州	公立	北九州市立大学	国際環境工学研究科	0	1
国公立大学 小計				107	66
東北	私立	東北学院大学	工学研究科	5	0
関東	私立	東京理科大学	基礎工学研究科	2	2
		東京理科大学	理学研究科	3	0
		東京理科大学	理工学研究科	17	5
関東	私立	東京電機大学	先端科学技術研究科	3	0
関東	私立	芝浦工業大学	工学研究科	4	2
関東	私立	日本大学	工学研究科	5	0
関東	私立	上智大学	理工学研究科	2	0
関東	私立	東邦大学	理学研究科	4	2
関東	私立	立教大学	理学研究科	3	2

研究関連・管理業務

地 域	国公立の別	大 学 名	学 科 名	派遣教員数	
				教 授	准教授
関東	私立	千葉工業大学	工学研究科	2	0
関東	私立	神奈川工科大学	工学研究科	10	1
関東	私立	湘南工科大学		0	0
関東	私立	青山学院大学	理工学研究科	1	2
関東	私立	早稲田大学	理工学術院	4	8
関東	私立	武蔵工業大学	工学研究科	3	1
関東	私立	明治大学	理工学部	2	0
関東	私立	東海大学	開発工学研究科	1	1
中部	私立	大同工業大学	工学研究科	1	0
中部	私立	名城大学	総合学術研究科	1	0
		名城大学	理工学研究科	1	0
中部	私立	中部大学	工学研究科	2	0
中部	私立	愛知工業大学	工学研究科	1	1
中部	私立	金沢工業大学	工学研究科	10	0
関西	私立	立命館大学	理工学研究科	3	0
関西	私立	同志社大学	工学研究科	2	0
関西	私立	大阪電気通信大学	工学研究科	0	0
関西	私立	関西学院大学	理工学研究科	0	0
			私立大学 小計	92	27
			合計	199	93

\* 准教授には講師を含む

## 8) 技術相談

産業技術総合研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、民間企業、公設試験研究機関等からの技術相談を受ける。

1) 平成20年度「技術相談届け出システム」に入力された件数：4323件 (内GSJ 772件)

2) 拠点件数

拠点名	相談件数
北海道センター	168
東北センター	101
つくばセンター	3103
東京センター	44
臨海副都心センター	12
中部センター	430
関西センター	266
中国センター	89
四国センター	82
九州センター	134
上記の合計	4429
相談件数	4323

一相談で複数拠点にまたがる案件は、複数カウントされるため正味の相談件数より大きくなっている。

3) 相談者の分類

相談者の分類	全体件数	全体%	GSJ以外 件数	GSJ以外 %	GSJ 件数	GSJ %
大企業	1157	26.8	1099	30.9	58	7.5
中小企業	1884	43.6	1707	48.1	177	22.9
教育機関	298	6.9	222	6.3	76	9.8
公的機関	384	8.9	263	7.4	121	15.7
出版放送マスコミ	89	2.1	19	0.5	70	9.1
個人	375	8.7	123	3.5	252	32.6
外国	71	1.6	68	1.9	3	0.4
その他	65	1.5	50	1.4	15	1.9
合計	4323	100	3551	100	772	100

4) 分野別問い合わせ件数

ライフサイエンス	282
通信・情報	225
ナノテク・材料・製造	1501
環境・エネルギー	914
地質・海洋	772
標準・計測	482
その他	147
合計	4323

9) 依頼出張・受託出張

外部機関からの要請により、研究打ち合わせ、調査、講演等のために、職員が出張する制度である。

依頼・受託出張ユニット別人数一覧

平成21年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	大学	法人	大企業	中小企業	その他	計	
活断層研究センター	地質	2001.04.01～2009.03.31	27	5			12	44	
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～					1	1	
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～						0	
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～	3	2				5	
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～	1					1	
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～2009.03.31						0	
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	3		2		1	6	
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～	7	6				13	
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	4	17			1	22	
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～	1	2			1	4	
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～	5	1				6	
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～		1				1	
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～	6	17			3	26	
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～	1	1				2	
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	2					2	
糖鎖医工学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	7	3	1		4	15	
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～	2	10				12	
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～	11				3	14	
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～	4	1				5	
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～	1	4				5	
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	1	2				3	
バイオメディカル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～	7	16	1	1		25	
ネットワークフォトニクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～	1					1	
			小計	94	88	4	1	26	213
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	5	79	1		8	93	
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	5	6	2	1	4	18	
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	11	1		1	2	15	
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	17	2				19	
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	10	2			3	15	
人間福祉医工学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	18	6			2	26	
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	1	4				5	
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	23	5	2	1	2	33	
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	15	30			1	46	
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	4	6			2	12	
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	11	2		1		14	
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	4	2	2		1	9	
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	14	8	2		6	30	
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～		3			1	4	
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	30	7		1		38	
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～		7	1		8	16	
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	61	16	3	1	15	96	
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	17	3		1		21	
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	5	15			5	25	
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	18	18	2	1	1	40	
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～	15	4		3	2	24	
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～	2	4	2			8	
			小計	286	230	17	11	63	607
メタンハイドレート研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～	1					1	
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2005.06.01～2008.9.30						0	
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～		1		1		2	
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～						0	
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～						0	
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～	1	3	1			5	
			小計	2	4	1	1	0	8
フェロー、関連・管理部門等	その他		23	34		2	28	87	
			計	405	356	22	15	117	915

※国内案件のみ

産業技術総合研究所

10) 委員の委嘱

産総研の職員が外部の委員等に就任し、必要とされる情報、アドバイス等の提供を行う。

委員の委嘱ユニット別人数一覧

平成21年3月31日現在

研究ユニット	分野	設立・廃止日時	件数
活断層研究センター	地質	2001.04.01～2009.03.31	55
年齢軸生命工学研究センター	ライフサイエンス	2002.07.01～	8
デジタルヒューマン研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～	14
近接場光応用工学研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2003.04.01～	17
ダイヤモンド研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2003.04.01～	11
バイオニクス研究センター	ライフサイエンス	2003.08.01～2009.03.31	5
太陽光発電研究センター	環境・エネルギー	2004.04.01～	27
システム検証研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2004.04.01～	12
コンパクト化学プロセス研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	21
健康工学研究センター	ライフサイエンス	2005.04.01～	36
情報セキュリティ研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2005.04.01～	37
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	環境・エネルギー	2005.04.01～	8
バイオマス研究センター	環境・エネルギー	2005.09.30～	35
デジタルものづくり研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2006.04.01～	25
水素材料先端科学研究センター	環境・エネルギー	2006.07.01～	3
糖鎖医学研究センター	ライフサイエンス	2006.12.01～	6
新燃料自動車技術研究センター	環境・エネルギー	2007.04.01～	43
生命情報工学研究センター	ライフサイエンス	2007.04.01～	11
生産計測技術研究センター	標準・計測	2007.08.01～	25
ナノチューブ応用研究センター	ナノテクノロジー・材料・製造	2008.04.01～	16
ナノ電子デバイス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.04.01～	12
バイオメディシナル情報研究センター	ライフサイエンス	2008.04.01～	10
ネットワークフォトンクス研究センター	情報通信・エレクトロニクス	2008.10.01～	8
		小計	445
計測標準研究部門	標準・計測	2001.04.01～	620
地圏資源環境研究部門	地質	2001.04.01～	195
知能システム研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	80
エレクトロニクス研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	48
光技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2001.04.01～	67
人間福祉医学研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	138
脳神経情報研究部門	ライフサイエンス	2001.04.01～	29
ナノテクノロジー研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	58
計算科学研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2001.04.01～	12
生物機能工学研究部門	ライフサイエンス	2002.09.01～	37
計測フロンティア研究部門	標準・計測	2004.04.01～	74
ユビキタスエネルギー研究部門	環境・エネルギー	2004.04.01～	89
セルエンジニアリング研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	51
ゲノムファクトリー研究部門	ライフサイエンス	2004.04.01～	12
先進製造プロセス研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	195
サステナブルマテリアル研究部門	ナノテクノロジー・材料・製造	2004.04.01～	105
地質情報研究部門	地質	2004.05.01～	223
環境管理技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	88
環境化学技術研究部門	環境・エネルギー	2004.05.01～	73
エネルギー技術研究部門	環境・エネルギー	2004.07.01～	189
情報技術研究部門	情報通信・エレクトロニクス	2004.07.15～	106
安全科学研究部門	環境・エネルギー	2008.04.01～	81
		小計	2570
メタンハイドレート研究ラボ	環境・エネルギー	2005.04.01～	14
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	情報通信・エレクトロニクス	2005.06.01～2008.9.30	0
器官発生工学研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	0
創薬シーズ探索研究ラボ	ライフサイエンス	2006.04.01～	0
バイオセラピューティック研究ラボ	ライフサイエンス	2006.07.01～	0
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	環境・エネルギー	2008.04.01～	5
		小計	19
フェロー、関連・管理部門等	その他		800
		計	3834

## 11) 産業技術連携推進会議

約120の公設試験研究機関（支所を含む）並びに産総研との協力体制を強化し、これらの機関が持つ技術開発力及び技術指導力をできる限り有効に発現させることにより、機関相互の試験研究を効果的に推進して、産業技術の向上を図り、我が国の産業の発展に貢献するために、産業技術連携推進会議を設置し運営している。

平成19年度4月には本会議の組織改正を図り、技術分野を6部会に再編するとともに、新たに地域部会（事務局：地域産学官連携センター）を設置し産業技術関連情報の相互提供、戦略の検討、活動状況及び活動成果の情報発信等を行っている。

また、経済産業局ブロックごとに設置されている地域産業技術連携推進会議とも協力して地域関連施策の連携強化を図っている。

### 産業技術連携推進会議開催実績

平成21年3月31日現在

部会等名称		開催回数
総 会		1
企画調整委員会		1
技 術 部 会	ライフサイエンス部会	6
	情報通信・エレクトロニクス部会	10
	ナノテクノロジー・材料部会	40
	製造プロセス部会	12
	環境・エネルギー部会	12
	知的基盤部会	9
地 域 部 会	北海道地域部会	11
	東北地域部会	16
	関東・甲信越静地域部会	6
	東海・北陸地域部会	5
	近畿地域部会	10
	中国地域部会	7
	四国地域部会	9
	九州・沖縄地域部会	20
地 域 産 技 連	北海道地域産業技術連携推進会議	1
	東北地域産業技術連携推進会議	0
	関東・甲信越静地域産業技術連携推進会議	1
	東海・北陸地域産業技術連携推進会議	1
	近畿地域産業技術連携推進会議	3
	中国地域産業技術連携推進会議	2
	四国地域産業技術連携推進会議	1
	九州・沖縄地域産業技術連携推進会議	1
合 計		185

## 12) 工業標準

### ① JIS/TS 制度の概要

日本工業規格（JIS）は、鉱工業品の品質の改善、生産能率の増進、生産の合理化、取引の単純公正化、使用、消費の合理化を図る等を目的として、鉱工業品の種類、形式、形状、寸法、構造、品質等の要素、また、鉱工業品の生産方法、設計方法、使用方法等の方法、もしくは試験、検査等の方法その他について規定した技術文書として、工業標準化法（昭和24年6月1日法律第185号）に基づく手続きによって制定される。

標準仕様書（TS）は、日本工業標準調査会の審議において、市場適合性が確認できない、又は技術的に開発途上にあるなど、JIS 制定へのコンセンサスが得られなかったが、将来 JIS 制定の可能性があると判断され、公表される標準文書である。

### ② 工業標準化研究制度の概要

産業競争力強化の必要性が高まる中、研究開発成果の普及促進の観点から、研究開発と標準化との連携が重要な課題となっている。このような背景の下、産総研は、平成15年11月、「産総研工業標準化ポリシー」を制定し、所を挙げて工業標準化に取り組むこととしている。

このため、産総研の研究開発成果を工業標準化を通じて普及するために必要な研究及び経済産業省等行政からの要請に対応した工業標準化のために必要な研究を実施している。

工業標準化研究は、日本工業規格（JIS）、国際規格（ISO・IEC）、国際的フォーラム等への提案を直接の目標として掲げるものであり、現在、下記の3つの制度を実施している。

イ 標準基盤研究

産総研の研究開発成果の普及に資するため、社会ニーズ及び行政からの要請を反映しつつ、工業標準（JIS、ISO、IEC、国際的なフォーラム等の規格）の素案を作成することを目的とした研究を行う制度である。

研究実施者は、当該研究テーマについて、工業標準化の前提となる基礎的データ等の関連情報の収集・蓄積・体系化や、試験評価方法の確立の基礎となる評価データの取得・分析等を行いつつ、JIS や ISO、IEC、国際的なフォーラム等への国際提案の素案を作成する。なお、各研究テーマの研究期間は原則として1～3年である。

ロ 基準認証研究開発事業

「ライフサイエンス」、「情報通信」、「環境」、「ナノテクノロジー・材料」の4分野及び推進分野である「エネルギー」分野や中小企業比率が高く我が国の優れた技術を有する「ものづくり技術」分野等、我が国産業の国際競争力を強化する技術分野や「安全・安心」等の社会ニーズに対応する分野について、国際標準提案のための研究開発等を実施し、国際標準の獲得を通じて、我が国の国際競争力を一層強化し、持続的発展のできる国づくりに寄与することを目的とした制度（経済産業省競争的資金）。

既に研究開発段階を終了しているものについて、3年以内に我が国の技術を盛り込んだ国際標準原案の提案を目指す。

ハ NEDO 技術開発機構における標準化事業

NEDO 技術開発機構の研究開発から生み出された研究成果をはじめ、我が国がこれまで蓄積してきた技術的知見を「産業競争力の強化」、「経済の持続的発展」及び「エネルギー及び地球環境問題の解決」に向けて、適切に国際標準化に反映させるため実施している制度。①研究開発プロジェクトにおける標準化事業（研究開発プロジェクトと同時並行して標準化を実施する事業であり、事業期間は、原則2～5年。）、②標準化調査研究事業（研究開発プロジェクトが終了後、得られた研究開発の成果に基づき国際標準化等を実施する事業であり、事業期間は、原則1～3年。）

国際標準 (ISO, IEC) 提案実績一覧

平成21年3月31日現在

No.	規格番号等	名称	提案	提案者	所属 ユニット	研究名	標準発行機関等
1	VAMAS	In vitro method to characterize resorption of calcium phosphate-based ceramic scaffolds. (リン酸カルシウム系セラミックスキャフォードの吸収性 in vitro 評価法)	H20.5.1	伊藤 敦夫	人間福祉医工学研究部門	H20-22 標準基盤 (再生医療材料の in vitro 吸収性評価法国際標準形成に関する研究)	VAMAS TWA 30, Project 5
2	IEC 61788-XX	SUPERCONDUCTIVITY, Part XX: Electronic characteristic measurements-Local critical current density and its distribution in large-area superconducting films (超電導-電子特性の測定-大面積超電導膜の局所臨界電流密度とその分布)	H20.6.11	山崎 裕文 (幸坂 紳)	エネルギー技術研究部門	H16-18 エネ・環 (電特:委託費) 大面積超電導膜の臨界電流密度とその分布の測定方法	IEC/TC90 (超電導) /WG8
3	IEC XXXXX	Superconductivity-Part 7: Electronic characteristic measurements- Power dependent surface resistance of superconductors at microwave frequency. (超電導-エレクトロニクス特性試験方法-超電導体のマイクロ波表面抵抗のパワー依存性)	H20.6	幸坂 紳 *convener 小原 春彦	エネルギー技術研究部門	H15-17 エネ・環 (石特:委託費) (超電導フィルタ用薄膜材料の表面抵抗測定方法)	IEC/TC90 (超電導) /WG8
4	ISOPWI 13018	Evaluation of in vivo bone formation in porous materials using rat mesenchymal stem cells (ラット骨髄由来間葉系細胞と多孔性材料との複合体による in vivo 骨形成の評価方法)	H20.9	廣瀬 志弘 *convener	セルエンジニアリング研究部門	H17-19 科学技術振興調整費	ISO/TC150(外科用体内埋設材) /SC7/WG3
5	ISO/AWI 13095	Surface chemical analysis -Procedure for in situ characterization of AFM probes used for nanostructure measurement “表面化学分析-ナノ構造計測に用いる AFM プロブ形状のその場特性評価手順”	H20.9	一村 信吾 井藤 浩志	計測フロンティア研究部門	NEDO	ISO/TC201(表面化学分析) /SC9 (走査プローブ顕微鏡)
6	ISO/AWI 13096	Surface chemical analysis -- Scanned probe microscopy -- Guide to describe AFM probe properties “表面化学分析-走査プローブ顕微鏡-AFM プロブ特性の記述ガイド”	H20.9	一村 信吾	計測フロンティア研究部門		ISO/TC201/SC9 (走査プローブ顕微鏡)



産業技術総合研究所

国内標準（JIS, TS）提案実績一覧

平成21年3月31日現在

No.	TR/JIS 規格番号	名 称	経済省提出 年月日	提案者名	所属ユニット	研究名
1	JIS B 7612-2	質量計用ロードセル第2部：デジタルロードセル (旧名称：質量計用デジタルロードセル)	H20. 6. 24 (申出)	森中泰章	計測標準研究 部門	H18-19 標準基盤 (質量計用デジタルロードセル及びその通信データの標準化計画)
2	TS R0002	ファイナセラミックスのき裂進展抵抗特性 (R 曲線) 試験方法	H20. 7. 31	宮島達也	計測フロンテ ィア研究部門	H17~19 標準基盤 (ISO/TC206 (ファイナセラミックス) の戦略的運営のための基盤研究推進)
3	JIS T 0313	金属製骨接合用品の圧縮曲げ試験方法	H20. 9. 12 (申出)	岡崎義光	人間福祉医工 学研究部門	H14-18, H19-20 NEDO (生体親和性インプラントの力学的性能評価法に関する標準化調査事業)
4	JIS T 0311	金属製骨ねじの機械的試験方法	H20. 9. 12 (申出)	岡崎義光	人間福祉医工 学研究部門	H14-18, H19-20 NEDO (生体親和性インプラントの力学的性能評価法に関する標準化調査事業)
5	JIS T 0312	金属製骨接合用品の曲げ試験方法	H20. 9. 12 (申出)	岡崎義光	人間福祉医工 学研究部門	H14-18, H19-20 NEDO (生体親和性インプラントの力学的性能評価法に関する標準化調査事業)
6	TS K 0013	ガスクロマトグラフィー／誘導結合プラズマ 質量分析法による灯油中硫黄化合物の求め方 (議決時名称：ガスクロマトグラフィー／誘 導結合プラズマ質量分析法による灯油中硫黄 化合物の定量方法)	H20. 10. 3	田尾博明	環境管理技術 研究部門	H17~18 エネ・環 (低サルファ燃料中硫黄化合物の形態 分析方法の標準化)
7	改正 JIS Z 8750	真空計校正方法	H20. 10. 23 (申出)	平田正紘 秋道 斉	計測標準研究 部門	H13~15 標準基盤 (信頼性の高い真空計測方法)
8	JIS X XXXX	非接触座標測定機の受入検査及び定期検査	H20. 10. 27 (申出)	大澤尊光 高辻利之 持丸正明	計測標準研究 部門	H17~19 基準認証(非接触三次元測定 機の精度評価方法の標準化)
9	JIS T 0309	金属系生体材料の疲労試験方法	H20. 11. 13 (申出)	岡崎義光	人間福祉医工 学研究部門	H13~15 標準基盤 (金属系材料の腐食・疲労試験方法)
10	JIS T 0310	金属系生体材料の切欠き効果及び疲労き裂進 展特性の評価方法	H20. 11. 13 (申出)	岡崎義光	人間福祉医工 学研究部門	H16~18 標準基盤 (生体材料の切り欠 き感受性評価方法)
11	JIS T 7401-4 改正	外科インプラント用チタン材料 - 第 4 部：チ タン 15 - ジルコニウム 4-ニオブ 4-タン タル合金展伸材	H20. 12 (申出)	岡崎義光	人間福祉医工 学研究部門	

**(19) 知的財産部門**  
(Intellectual Property Department)

所在地：つくば中央第2

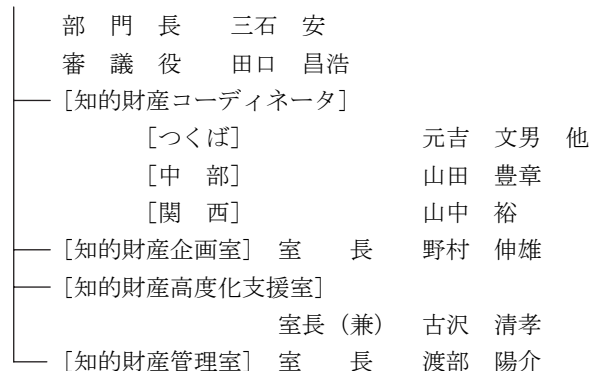
人員：30名(12名)

概要：産総研の研究成果を社会に普及させることにより、経済及び産業の発展に貢献していくことは、産総研の大きな使命である。このため、知的財産部門においては、研究成果が技術移転につながるよう知的財産権を戦略的に取得し、適切に維持・管理すると共に、産総研所有の知的財産を広く一般に紹介し、また、技術移転機関を活用することにより、技術移転を強力に推進している。

また、研究者を始めとする職員に対して研修や説明会を開催することにより、研究開発等において知的財産権を強く意識するよう促しているほか、内部弁理士や技術移転機関と連携し、産総研内外の知的財産に関する各種ニーズに対応している。さらには、ベンチャー開発センターとの連携により、産総研発ベンチャーへの知的財産に関する支援も行っている。

機構図(2009/3/31現在)

[知的財産部門]



知的財産コーディネータ

(Intellectual Property Coordinator)

(つくば中央第2、中部及び関西センター)

概要：産総研の研究成果を知的財産としての確に確保し円滑に技術移転するため、研究開発の段階から技術移転の局面に至るまでシームレスに支援する。知的財産高度化支援室と連携して、主に以下のような役割を果たしている。

- ・研究ユニットの知的財産戦略の策定支援
- ・技術移転案件の発掘と実用化支援施策の適用
- ・技術移転活動に係るユニット及び外部との調整
- ・技術分野に即した内外出願および維持案件の審査

知的財産企画室

(Intellectual Property Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の知的財産に関する企画及び立案を行うとともに、各種知的財産に係る業務を行うことで、産総研の知財マインドの向上、適切な技術移転を推進している。

具体的には、秘密保持契約、研究試料提供契約等の交渉及び締結事務、知的財産権の侵害に関する業務、特許取得のためのインセンティブ予算や発明者補償金等の配布など実施料等還元関連の業務、技術移転機関と連携して研究成果の技術移転を推進、知的財産に関する研修、知的財産権等の管理、共同研究契約・産総研発ベンチャー等の知的財産に関する業務を行っている。

知的財産高度化支援室

(Intellectual Property Advancement Office)

(つくば中央第2)

概要：研究成果を効果的に知的財産化し、さらに産業界へ円滑に技術移転するため、知的財産コーディネータと協力して、知的財産戦略の策定、知的財産の強化、技術移転等についてシームレスに支援している。

具体的には、先行技術調査セミナーの開催・特許マップ作成サポート等のユニット知財戦略の立案遂行支援、出願前相談・特許骨太化等の知的財産権化・高度化支援、特許出願プレビューにおける紹介と有望特許の発掘、展示会出展・技術移転機関連携等の情報発信と技術移転支援、国内外出願審査・維持審査等の保有知的財産の絞り込み、侵害対応等の技術的サポートを行っている。

知的財産管理室

(Intellectual Property Administration Office)

(つくば中央第2)

概要：研究ユニットにおいて発生した発明を特許庁へ速やかに出願し、最大限に知的財産化すると共に、海外においても予算の範囲内において最大限に有効な出願を行うことを内外弁理士とも連携しながら実施している。具体的には、産総研単独出願において研究者が内部弁理士に特許相談(リエゾン)を受けられるように調整を行い、共同発明の場合は、共同で出願するための契約締結等、対外機関との調整を行っている。

また、研究ユニットへの知的財産関係の窓口として、知財関連情報の提供や各種調査への対応、知財全般に関する相談業務を行っている。その他、特許出願プレビュー等の各種委員会の事務局、出願案件の情報管理、出願関係予算の管理、外部弁理士事務所との契約締結業務を行っている。

産総研平成20年度特許関連統計

国内特許	出願件数	953件
	登録件数	759件
国外特許	出願件数	244件
	登録件数	178件
実施 (国内+国外)	実施契約件数	767件
	技術移転収入	619百万円

## 産業技術総合研究所

## 平成20年度ユニット別出願件数（国内・外国出願）

研究ユニット	20年度国内出願件数			20年度外国出願件数			外国出願の基礎件数		
	単	共	計	単	共	計	単	共	計
活断層研究センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0
化学物質リスク管理研究センター	0	0	0	0	0	0	0	0	0
生物情報解析研究センター	0	0	0	2	1	3	2	1	3
ヒューマンストレスシグナル研究センター	0	1	1	0	0	0	0	0	0
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	5	2	7	4	1	5	4	1	5
年齢軸生命工学研究センター	0	3	3	0	3	3	0	1	1
デジタルヒューマン研究センター	0	5	5	0	0	0	0	0	0
近接場光応用工学研究センター	9	4	13	8	1	9	5	0	5
ダイヤモンド研究センター	8	2	10	4	0	4	4	0	4
バイオニクス研究センター	2	14	16	0	3	3	0	1	1
太陽光発電研究センター	10	10	20	2	1	3	2	1	3
システム検証研究センター	1	0	1	0	0	0	0	0	0
健康工学研究センター	9	9	18	0	5	5	0	5	5
情報セキュリティ研究センター	6	3	9	0	1	1	0	1	1
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	0	0	0	2	0	2	1	0	1
コンパクト化学プロセス研究センター	27	26	53	0	2	2	0	1	1
バイオマス研究センター	15	4	19	2	3	5	2	1	3
デジタルものづくり研究センター	3	0	3	0	0	0	0	0	0
水素材料先端科学研究センター	1	10	11	8	1	9	3	1	4
糖鎖工学研究センター	9	3	12	4	0	4	4	0	4
新燃料自動車技術研究センター	2	0	2	0	0	0	0	0	0
生命情報工学研究センター	0	5	5	0	1	1	0	1	1
生産計測技術研究センター	22	6	28	3	11	14	3	10	13
バイオメディシナル情報研究センター	1	4	5	0	1	1	0	0	0
ナノ電子デバイス研究センター	3	6	9	1	2	3	1	2	3
ナノチューブ応用研究センター	6	8	14	9	1	10	6	0	6
ネットワークフォトンニクス研究センター	1	0	1	0	0	0	0	0	0
サービス工学研究センター	4	0	4	0	0	0	0	0	0
計測標準研究部門	15	3	18	4	0	4	4	0	4
地圏資源環境研究部門	7	1	8	2	0	2	2	0	2
知能システム研究部門	12	16	28	0	0	0	0	0	0
エレクトロニクス研究部門	34	21	55	11	6	17	10	4	14
光技術研究部門	11	18	29	2	3	5	2	2	4
人間福祉医工学研究部門	17	5	22	3	2	5	3	2	5
脳神経情報研究部門	19	0	19	3	0	3	3	0	3
ナノテクノロジー研究部門	56	11	67	20	17	37	20	13	33
計算科学研究部門	2	0	2	0	0	0	0	0	0
生物機能工学研究部門	16	7	23	2	0	2	2	0	2
計測フロンティア研究部門	6	7	13	1	0	1	1	0	1
ユビキタスエネルギー研究部門	16	23	39	4	1	5	3	0	3
セルエンジニアリング研究部門	18	12	30	6	3	9	6	2	8
ゲノムファクトリー研究部門	4	9	13	1	5	6	1	5	6
先進製造プロセス研究部門	37	32	69	13	6	19	12	4	16
サステナブルマテリアル研究部門	22	21	43	2	2	4	2	2	4
地質情報研究部門	3	0	3	0	0	0	0	0	0
環境管理技術研究部門	28	12	40	4	2	6	4	2	6
環境化学技術研究部門	34	19	53	5	10	15	5	6	11
エネルギー技術研究部門	29	18	47	0	0	0	0	0	0
情報技術研究部門	16	7	23	4	1	5	4	1	5
安全科学研究部門	0	2	2	0	0	0	0	0	0
メタンハイドレート研究ラボ	1	4	5	0	0	0	0	0	0
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	1	3	4	0	1	1	0	1	1
器官発生工学研究ラボ	7	0	7	0	0	0	0	0	0
創薬シーズ探索研究ラボ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
バイオセラピューティック研究ラボ	0	0	0	1	0	1	1	0	1
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	7	9	16	5	2	7	3	2	5
理事	0	1	1	0	0	0	0	0	0
フェロー	1	0	1	1	1	2	0	1	1
元 生命工学工業技術研究所	0	3	3	0	0	0	0	0	0
産学官連携推進部門	0	0	0	1	0	1	1	0	1
特許生物寄託センター	1	0	1	0	0	0	0	0	0
合計	564	389	953	144	100	244	126	74	200

(20) 国際部門  
(International Affairs Department)

所在地：つくば中央第2

人員：19名（8名）

概要：

- 1) 重点的に連携すべきパートナー機関及び協力分野を明確にし、戦略的な国際連携を推進。また、政策的動向を常に意識し、「科学技術外交」に積極的かつタイムリーな対応を実施。
- 2) 連携相手及び連携内容を明確にして、共同研究、ワークショップ、人材交流を推進。アジアについては、タイ・ベトナム・中国・インドを重点に据え、地球環境問題やエネルギー問題を中心とした連携を積極的に推進。欧米については、研究ユニットのニーズに応じた相互補完的連携を行う。特に米国ニューメキシコ州やドイツ・ヘルムホルツ協会などを中心に推進。
- 3) 産総研の将来を担う若手研究者の海外派遣及び優秀な海外研究者の招へいを積極的に展開。バイオマス分野でのアジア人材育成を重点に推進。
- 4) 海外への技術の提供ならびに貨物の輸出に関し、法令遵守を徹底するための取り組みを継続し、人的交流に伴う技術移転の適正化に重点的に取り組み、安全保障輸出管理政策に積極的に貢献する。

機構図（2009/3/31現在）

[国際部門]

部門長	宇都 浩三	
次長	作田 宏一	
審議役	並木 壯壽	
国際コーディネータ	清水 隆	
	宮崎 芳徳	
部門総括	(兼) 並木 壯壽	
総括主幹	山田 理	
	橋本 佳三	
	他2名	
— [国際関係室]	室長 切田 篤	他2名
— [国際交流推進室]	室長 河合 健二	他3名
— [研究セキュリティ管理部]	部長 (兼) 宇都 浩三	他3名

審議役

(Councillor for International Affairs Department)、

国際コーディネータ (International Coordinator)、

部門総括

(Assistant Director, International Affairs Department)、

総括主幹 (Assistant Director)

(つくば中央第2)

概要：産総研の国際連携を推進するために、海外の主要研究機関を中心に、既存研究協力案件の更なる発展、

新たな研究協力分野の開拓につながる各種の調整業務を実施している。具体的な活動は以下のとおり。

- 1) 海外の主要研究機関との連携を推進するための海外機関、省庁、国内他機関及び産総研内の調整及び研究支援。
- 2) 政策要請に基づき、非食物系バイオマス資源の燃料エネルギーとしての利活用を目指すバイオマス・アジアの推進。
- 3) 産総研のプレゼンスを高めるための戦略的な情報発信、連携を強化すべき海外研究機関情報の収集、海外からのVIP等の来訪者の受け入れによる、各国の研究機関等とのネットワーク強化。
- 4) 外部機関等が提供する研究資金への応募の取りまとめ等を始め、国際連携プロジェクトに係る資金確保。

国際関係室 (International Relations Office)

(つくば中央第2)

概要：海外の研究機関等と産総研の間で連携及び研究協力を推進するための包括的研究協力覚書の締結及び、海外研究機関と研究ユニットが実施する共同研究・受託研究等の研究契約等の締結を、知的財産部門、産学官連携推進部門等と連携して実施している。また、海外機関と個別的研究課題について研究協力を推進するための個別研究協力覚書の締結に関する支援を行っている。

国際交流推進室 (International Cooperation Office)

(つくば中央第2)

概要：産総研の国際的な人材交流や人材育成・ネットワーク化を推進するための各種の業務を行い、産総研の国際的な研究活動の支援を行っている。具体的な業務は以下のとおり。

- 1) 産総研フェローシップ（派遣・招へい）制度の運営等、国際的な人材育成・ネットワーク化の推進。
- 2) 産総研研究者の海外派遣及び海外研究者の招へいに関する諸手続きによる国際研究交流活動の支援。
- 3) 外部の派遣・招へい制度への応募に関する諸手続きによる国際研究交流活動の支援。
- 4) 外国人研究者の生活支援業務実施及び研究活動支援のための活動拠点室である産総研インターナショナルセンター (AIST International Center (AIC)) の運営。
- 5) 国際研究活動の支援の一環としての海外危機管理業務の実施。
- 6) 技術移転業務として、国際協力機構等からの研修生の受け入れや海外への技術協力に係る業務の実施。
- 7) 外国人研究者に対する研究環境整備のための検討。

研究セキュリティ管理部

(Research Security Control Division)

(つくば中央第2)

概要：産総研安全保障輸出管理規程・要領に基づき、

産総研の輸出管理業務の統括及び周知徹底を行い、具体的案件の審査、指導、教育、監査等の業務を推進している。さらに、政策要請に基づき、各大学等への安全保障輸出管理の周知支援を行っている。

また、外部から産総研内に研究員等を受け入れる際に必要となる、外部人材の事前登録業務も担当している。

---

1) 海外出張

職員の海外出張は、「独立行政法人産業技術総合研究所旅費規程」（13規程第42号）に基づき、独立行政法人産業技術総合研究所における試験研究等の推進を目的として自ら行う出張と「独立行政法人産業技術総合研究所依頼出張規程」（19規程第13号）により外部機関から依頼を受けて行う出張に大別される。平成20年度は、出張者総数（国・地域別）は、4,229名、実出張者数（組織別）は、3,816名。分類のカテゴリーは、以下のとおり。

産総研予算による出張…運営費交付金等を原資とし産総研自らが行う出張

依頼出張…公益法人等からの依頼による出張

受託出張…民間企業からの依頼による出張

外部制度による出張…JSPS等の外部制度に応募により採択された出張

海外からの招へい…海外の大学、研究機関等からの依頼により招へいされる出張

文科省科研費による出張…文部科学省科学研究費補助金により行う出張

表1 平成20年度外国出張者数（国・地域別）

国・地域名	人数（人） 計	1. 産総研予算 による出張	2. 依頼出張	3. 受託出張	4. 外部制度に よる出張	5. 海外からの 招へい	6. 文科省科研 費による出張
<b>アジア・大洋州地域</b>							
インド	57	56	1				
インドネシア	57	47	3			4	3
シンガポール	45	36	2	1		1	5
タイ	152	124	16	1		4	7
パキスタン	2		2				
バングラデシュ	4	3				1	
フィリピン	7	4	2				1
ベトナム	70	66				2	2
マレーシア	34	27	3	1			3
モンゴル	3	3					
ラオス	4	3	1				
韓国	337	281	16			14	26
中国	360	309	11	3	1	3	33
香港	1	1					
台湾	89	59	8			12	10
日本（海外在住）	15	11	1				3
オーストラリア	127	104	8			1	14
ニューカレドニア	1	1					
ニュージーランド	24	20	1				3
北マリアナ諸島	1	1					
仏領ポリネシア	1	1					
<b>米州地域</b>							
米国	1,103	954	47	1		6	95
アルゼンチン	5	5					
アンティグア・ バーブーダ	1	1					
ウルグアイ	1	1					
エクアドル	3	3					
カナダ	112	98	4			1	9
コスタリカ	1		1				
コロンビア	1					1	
チリ	2	2					
ニカラグア	1		1				
バルバドス	1	1					
ブラジル	34	26	5				3
ペルー	1		1				
メキシコ	12	11					1
<b>ヨーロッパ地域</b>							
アイスランド	26	21	1				4

## 産業技術総合研究所

人数(人) 国・地域名	計	1.産総研予算 による出張	2.依頼出張	3.受託出張	4.外部制度に よる出張	5.海外からの 招へい	6.文科省科研 費による出張
アイルランド	9	8	1				
イタリア	110	82	11		1		16
ウクライナ	1	1					
英国	145	117	12		1	4	11
エストニア	1	1					
オーストリア	59	44	3			1	11
オランダ	79	63	7			1	8
キプロス	3	3					
ギリシャ	33	21	4		1		7
クロアチア	4	4					
サンマリノ	1	1					
スイス	68	49	11			1	7
スウェーデン	42	35	3		1	1	2
スペイン	92	78	4		1	1	8
スロバキア	4	2				1	1
スロベニア	4	4					
チェコ	23	16	3				4
デンマーク	32	26	4				2
ドイツ	280	240	21		1	2	16
ノルウェー	48	45	1			1	1
ハンガリー	7	7					
フィンランド	21	20			1		
フランス	281	229	14	3		4	31
ブルガリア	1	1					
ベルギー	63	54	1				8
ポーランド	12	11	1				
ポルトガル	8	5			1		2
マルタ	1	1					
モナコ	1	1					
リトアニア	2	2					
リヒテンシュタイン	1	1					
ルーマニア	7	7					
ロシア	26	20	4				2
<b>その他の地域</b>							
アラブ首長国連邦	3	3					
イスラエル	6	3	2				1
ウガンダ	2	2					
エジプト	5	4					1
ガーナ	1	1					
カタール	2	2					
ケニア	1	1					
サウジアラビア	4	1	3				
トルコ	16	16					
ナミビア	1	1					
ボツワナ	2	2					
マダガスカル	1	1					
南アフリカ	18	17				1	
モザンビーク	1	1					
モロッコ	2	1					1
合計	4,229	3,535	245	10	9	68	362

※1つの出張で数カ国またがる場合には、それぞれの国にカウントしております。

表2 平成20年度外国出張者数（組織別）

組織別	人数（人）	計	1. 産総研 予算による 出張	2. 依頼出 張	3. 受託出 張	4. 外部制 度による 出張	5. 海外か らの招へ い	6. 文科省 科研費に よる出張
理事長、理事、フェロー、研究コーディネータ、顧問		85	78	6				1
理事長直属部門		91	70	10			4	7
研究ユニット		3,321	2,790	154	5	8	62	302
研究センター		790	701	20	1	2	17	49
研究部門		2,467	2,036	132	4	6	45	244
研究ラボ		64	53	2				9
特記センター		134	124	4			1	5
研究関連・管理部門		93	88	4			1	
地域センター		9	7	2				
その他		83	61	8	4			10
合 計		3,816	3,218	188	9	8	68	325

表3 出張目的別出張者数（複数申告）

目的	人数（人）	計	1. 産総研 予算による 出張	2. 依頼出 張	3. 受託出 張	4. 外部制 度による 出張	5. 海外か らの招へ い	6. 文科省 科研費に よる出張
国際会議・学会等		2,923	2,477	121	5	6	35	279
動向調査		256	217	14			7	18
実地調査		107	77	14			4	12
在外研究		37	27	2		1	3	4
共同研究		247	212	10			16	9
技術協力		56	39	13	1		3	
交渉折衝		39	34	5				
在外研修		20	18	2				
その他		131	117	7	3	1		3
合 計		3,816	3,218	188	9	8	68	325

【各区分の定義】

- 国際会議・学会等：国際会議や学会への参加
- 動向調査：海外の大学・研究所・企業等を訪問し、動向を調査
- 実地調査：地質調査等の野外における調査
- 在外研究：海外の大学・研究所等における研究
- 共同研究：海外の大学・研究所等との共同研究の実施
- 技術協力：JICA 専門家等として、海外機関における技術協力
- 交渉折衝：海外の大学・研究所等における交渉、折衝
- 在外研修：海外の大学・研究所等における研修
- その他：上記に属しないもの



## 2) 外国人研究者受入

産業技術総合研究所における試験研究等の推進を目的として、「独立行政法人産業技術総合研究所外来研究員規程」(16規程第4号)に基づき、海外の研究機関、大学等からの研究者の受入れを実施している。平成20年度は、190名を受け入れた。主な区分けは、表4の注のとおり。

表4 平成20年度外国人研究者受入実績(制度別)

受入制度	受入人数
外国人外来研究員 (内 JSPSフェロー27人)	180
その他	10
合 計	190

※ 新規受入分、滞在6日以上

## 【各区分の定義】

- ・ 外来研究員：産総研以外の者であって、自己の知見、経験等を活かし研究の推進に協力するために行う研究、調査、指導、助言等を行う者で原則として5年以上研究に従事した者をいう。
- ・ JSPS フェロー：JSPS フェローシップにより来日している外国人外来研究員
- ・ その他：上記以外の外来研究員

表5 平成20年度外国人研究者受入実績(国・地域別)

国・地域別	人数	合計
<b>アジア地域</b>		
インド		17
インドネシア		7
大韓民国		24
タイ		9
台湾		8
中華人民共和国		24
バングラデシュ		1
ベトナム		8
香港		4
マレーシア		6
ラオス		1
オーストラリア		3
<b>米州地域</b>		
アメリカ合衆国		6
カナダ		8
コロンビア		1
ブラジル		1
パラグアイ		1
<b>ヨーロッパ地域</b>		
イタリア		8
ウズベキスタン		1
英国		9
スイス		1
スウェーデン		1
スペイン		1
スロヴァキア		2
チェコ		2
ドイツ		7
フィンランド		2
フランス		14
ポーランド		2
ロシア		1

国・地域別	人数	合計
<b>その他の地域</b>		
アルジェリア	1	
エジプト	2	
シリア	1	
トルコ	3	
南アフリカ	1	
モロッコ	1	
スーダン	1	
合計		190

表6 平成20年度外国人研究者受入実績（組織別）

組織別	人数	合計	外来研究員	その他
活断層研究センター		5	5	
年齢軸生命工学研究センター				
デジタルヒューマン研究センター		1	1	
近接場光応用工学研究センター		2	2	
ダイヤモンド研究センター		1	1	
バイオニクス研究センター				
太陽光発電研究センター		3	3	
システム検証研究センター		1	1	
健康工学研究センター		1	1	
情報セキュリティ研究センター		2	2	
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター		1	1	
コンパクト化学プロセス研究センター		3	3	
バイオマス研究センター		5	5	
デジタルものづくり研究センター				
水素材料先端科学研究センター				
糖鎖医工学研究センター		1	1	
新燃料自動車技術研究センター		1	1	
生命情報工学研究センター		2	2	
生産計測技術研究センター		2	2	
バイオメディシナル情報研究センター				
ナノ電子デバイス研究センター		1	1	
ナノチューブ応用研究センター		2	2	
ネットワークフォトンクス研究センター				
計測標準研究部門		6	3	3
地圏資源環境研究部門		6	6	
知能システム研究部門		17	15	2
エレクトロニクス研究部門		10	9	1
光技術研究部門		3	3	
人間福祉医工学研究部門		8	7	1
脳神経情報研究部門		2	2	
ナノテクノロジー研究部門		5	5	
計算科学研究部門		3	3	
生物機能工学研究部門		2	1	1
計測フロンティア研究部門		5	5	
ユビキタスエネルギー研究部門				
セルエンジニアリング研究部門		8	8	
ゲノムファクトリー研究部門		2	2	
先進製造プロセス研究部門		11	11	
サステナブルマテリアル研究部門		5	5	
地質情報研究部門		14	14	

## 産業技術総合研究所

組織別	人数	合計	外来研究員	その他
環境管理技術研究部門		17	17	
環境化学技術研究部門		6	6	
エネルギー技術研究部門		10	9	1
情報技術研究部門		7	6	1
安全科学研究部門		3	3	
メタンハイドレート研究ラボ				
超高速光信号処理デバイス研究ラボ				
器官発生工学研究ラボ				
創薬シーズ探索研究ラボ				
バイオセラピューティック研究ラボ				
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ		3	3	
地質調査情報センター		1	1	
フェロー		2	2	
合 計		190	180	10

### 3) 技術研修

「独立行政法人産業技術総合研究所技術研修規程」（13規程第23号；最終改正 19規程第12号）に則り、外国の企業及び大学等から派遣された者に対して研究所が蓄積してきた技術ポテンシャルを基に、産業科学技術の発展及び継承を図るために技術研修を実施している。

また、(独)国際協力機構（JICA）や（独）日本学術振興会（JSPS）、(社)科学技術国際交流センター（JISTEC）、日欧産業協力センターからの依頼により、JICA 集団研修、個別研修、JSPS サマープログラム研修、ウインターインスティテュートプログラム研修やヴルカヌス・イン・ジャパン プログラム研修を実施している。

平成20年度は、6日以上滞在の技術研修員受入数は67名、5日以下 9名の総数 76名を受け入れた。

（平成19年度から継続滞在 [6日以上滞在16名] を含むと、92名となる。）

表7 平成20年度 外国人技術研修受入実績（制度別）

制 度	6日以上	5日以下	計
技術研修（JICA/サマー/ウインター 研修以外）	33		33
サマープログラム研修	1		1
ウインターインスティテュート研修	14		14
JICA 個別研修	4	9	13
JICA 集団研修/国別特設	15		15
「バイオマス有効利用技術」	(4)		(4)
「法定計量分野の社会・産業基盤整備」	(4)		(4)
「環境調和技術」	(4)		(4)
「産業・社会的基盤技術」	(3)		(3)
小 計	67	9	76

#### 平成19年度からの継続

JICA 集団研修 「バイオマス有効利用技術」	6		6
JICA 集団研修 「産業・社会的基盤技術」	4		4
技術研修	6		6
小 計	16		16
合 計	83	9	92

表8 平成20年度 外国人技術研修受入実績（組織別）（6日以上滞在）

組織別	人数（人）	計	JICA	ウインター インスティテュート	サマープログラム	技術研修
活断層研究センター		1	1			
年齢軸生命工学研究センター						
デジタルヒューマン研究センター						
近接場光応用工学研究センター						
ダイヤモンド研究センター						
バイオニクス研究センター						
太陽光発電研究センター		1			1	
システム検証研究センター						
健康工学研究センター						
情報セキュリティ研究センター		4		1		3
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター						
コンパクト化学プロセス研究センター		2	2			
バイオマス研究センター		3	3			
デジタルものづくり研究センター						
水素材料先端科学研究センター						
糖鎖医工学研究センター						
新燃料自動車技術研究センター						
生命情報工学研究センター						
生産計測技術研究センター						

産業技術総合研究所

組織別	人数 (人)	計	JICA	ウィンター インスティテュート	サマープログラム	技術研修
バイオメディシナル情報研究センター						
ナノ電子デバイス研究センター						
ナノチューブ応用研究センター		1				1
ネットワークフォトンクス研究センター						
計測標準研究部門		2				2
地圏資源環境研究部門		2		2		
知能システム研究部門		9		2		7
エレクトロニクス研究部門		2		1		1
光技術研究部門		1		1		
人間福祉医工学研究部門		2		1		1
脳神経情報研究部門						
ナノテクノロジー研究部門						
計算科学研究部門						
生物機能工学研究部門		4	2	1		1
計測フロンティア研究部門						
ユビキタスエネルギー研究部門						
セルエンジニアリング研究部門		1	1			
ゲノムファクトリー研究部門						
先進製造プロセス研究部門		7	2	2		3
サステナブルマテリアル研究部門		1				1
地質情報研究部門		1				1
環境管理技術研究部門		10		2		8
環境化学技術研究部門		4	4			
エネルギー技術研究部門		1				1
情報技術研究部門						
安全科学研究部門		2				2
メタンハイドレート研究ラボ		1		1		
超高速光信号処理デバイス研究ラボ						
器官発生工学研究ラボ						
創薬シーズ探索研究ラボ						
バイオセラピューティック研究ラボ						
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ						
計量標準管理センター		4	4			
サービス工学研究センター		1				1
計		67	19	14	1	33

表9 平成20年度 外国人技術研修 国・地域別受入れ一覧表 (6日以上滞在)

国・地域別	人数(人)	受入れ人数	JICA	ウインター インスティテュート	サマープログラム	技術研修
<b>アジア・大洋州地域</b>						
インドネシア		1	1			
オーストラリア		1				1
韓国		19		14		5
シンガポール		1				1
タイ		6	2			4
中国		3	1			2
日本(海外在住)		1				1
バングラデシュ		2	2			
フィリピン		4	3			1
ベトナム		4	4			
香港		3				3
マレーシア		1				1
<b>米州地域</b>						
ブラジル		3	2			1
米国		1				1
メキシコ		2	2			
<b>ヨーロッパ地域</b>						
イタリア		2				2
英国		1			1	
オランダ		1				1
スペイン		1				1
ドイツ		1				1
フランス		5				5
<b>その他の地域</b>						
アルジェリア		1				1
ケニア		1	1			
トルコ		1	1			
モロッコ		1				1
<b>合計</b>		<b>67</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>33</b>

表10-1 平成20年度 外国人技術研修受入実績(組織別;平成19年度からの継続;6日以上滞在)

組織別	人数(人)	計	JICA	技術研修
活断層研究センター		1		1
コンパクト化学プロセス研究センター		1	1	
バイオマス研究センター		4	4	
新燃料自動車技術研究センター		1	1	
知能システム研究部門		1		1
生物機能工学研究部門		1	1	
ゲノムファクトリー研究部門		1		1
先進製造プロセス研究部門		1		1
地質情報研究部門		1	1	
環境化学技術研究部門		2	2	
エネルギー技術研究部門		1		1
情報技術研究部門		1		1
<b>計</b>		<b>16</b>	<b>10</b>	<b>6</b>

表10-2 平成20年度 外国人技術研修国・地域別受入れ一覧表 (平成19年度からの継続；6日以上滞在)

人数(人) 国・地域別	受入れ人数	JICA	技術研修
<b>アジア地域</b>			
タイ	3	2	1
中国	2		2
パキスタン	1	1	
バングラデシュ	1	1	
東ティモール	1	1	
ベトナム	1	1	
ラオス	1	1	
<b>米州地域</b>			
メキシコ	1	1	
コスタリカ	1	1	
<b>ヨーロッパ地域</b>			
スウェーデン	1		1
スロヴァキア	1		1
フランス	1		1
<b>その他の地域</b>			
パレスチナ自治区	1	1	
<b>合 計</b>	16	10	6

4) 外国機関等との覚書・契約等

外国機関との研究協力を推進するに当たり、研究協力覚書や共同研究契約等を締結している。それらは、産総研全体として諸外国の主要研究機関との連携強化を目指して戦略的に締結する包括的研究協力覚書、個別研究分野での研究協力促進を目的とする個別研究協力覚書、特定の研究課題を共同で実施する際に締結する共同研究契約、海外機関に資金を提供し研究委託するための委託研究契約、海外機関から研究を受託する際に締結する受託研究契約、の5種類である。平成20年度に有効な覚書・契約等の実績は表11, 12, 13のとおりである。平成20年度はドイツのヘルムホルツ協会及びその傘下のカールスルーエ研究センター、ユーリッヒ研究センターと、科学技術分野における幅広い研究協力を目的として、また、韓国産業技術研究会（ISTK）とは、傘下の13の研究機関との連携を含め、さらなる科学技術協力の促進を目的として、新たに包括的研究協力覚書を締結している。

表11 外国機関等との包括的研究協力覚書

国・地域名	機関名
<b>アジア・大洋州地域</b>	
インド	文部科学省バイオ局 (DBT: Department of Biotechnology)
	科学産業研究委員会 (CSIR: Council for Scientific and Industrial Research)
中国	中国科学院 (CAS: Chinese Academy of Sciences)
台湾	工業技術研究院 (ITRI: The Industrial Technology Research Institute)
韓国	韓国地質資源研究所 (KIGAM: Korea Institute of Geosciences and Mineral Resources)
	韓国産業技術研究会 (ISTK: Korea Research Council for Industrial Science and Technology) *
マレーシア	標準・工業研究所 (SIRIM Berhad)
ベトナム	ベトナム科学技術院 (VAST: Vietnamese Academy of Science and Technology)
タイ	国家科学技術開発庁 (NSTDA: National Science and Technology Development Agency)
	タイ科学技術研究院 (TISTR: Thailand Institute of Scientific and Technological Research)
シンガポール	科学技術研究局 (ASTAR: Agency for Science, Technology and Research)
オーストラリア	連邦科学産業研究機構 (CSIRO: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization)
ニュージーランド	国立科学技術研究機関 (IRL: Industrial Research Limited)
<b>ヨーロッパ地域</b>	
ノルウェー	ノルウェー科学技術大学 (NTNU: Norwegian University of Science and Technology)
	エネルギー技術研究所 (IFE: Institute of Energy Technology)
	ノルウェー産業科学技術研究所 (SINTEF: The Foundation for Scientific and Industrial Research at the Norwegian Institute of Technology)
フィンランド	フィンランド技術研究センター (VTT: The Technical Research Centre of Finland)
フランス	国立科学研究センター (CNRS: Centre National de la Recherche Scientifique)
ドイツ	ヘルムホルツ協会 (Helmholtz Association of German Research Centres) *
	カールスルーエ研究センター (Forschungszentrum Karlsruhe GmbH) *
	ユーリッヒ研究センター (Forschungszentrum Jülich GmbH) *
<b>その他の地域</b>	
南アフリカ共和国・日本	南アフリカ共和国地球科学評議員会 (CGS: Council for Geosciences of the Republic of South Africa)、石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC: Japan Oil, Gas and Metals National Corporation)

注) 平成20年度に有効な包括的研究協力覚書。\*印は20年度新規締結分。



表12 外国機関等との個別研究協力覚書

国・地域名	機関名	ユニット名
<b>アジア・大洋州地域</b>		
インド	国立ジャワハラル・ネール研究所 (JUCASR: Jawaharal Nehru Centre for Advanced Scientific Research)	エレクトロニクス研究部門
インドネシア	火山地質災害防災局 (DVGHM: Directorate of Volcanology and Geological Hazard Mitigation)	地質調査総合センター
オーストラリア	オーストラリア国立大学応用数学科 (ANU: The Australian National University)	光技術研究部門
	オーストラリア計量研究所 (NMIA: National Measurement Institute, Australia)	計量標準総合センター
タイ	タイ国立計量研究所 (NIMT: National Institute of Metrology, Thailand)	計量標準総合センター
	鉱物資源局 (Department of Mineral Resource, Ministry of Natural Resources and Environment)	地質調査総合センター
モンゴル	モンゴル鉱物資源石油管理庁 (Geological Department of Mineral Resources and Petroleum Authority of Mongolia)	地質調査総合センター
韓国	韓国化学研究所 (KRICT: Korea Research Institute of Chemical Technology)	環境管理技術研究部門 エネルギー技術研究部門 生物機能工学研究部門
	韓国科学技術情報院 (KISTI: Center for Computational Biology and Bioinformatics, Korea Institute of Science and Technology Information)	生命情報工学研究センター
	ソウル国立大学強相関電子材料研究センター (CSCMR: The Center for Strongly Correlated Materials Research)	計算科学研究部門
	韓国エネルギー研究所 (KIER: Korea Institute of Energy Research)	太陽光発電研究センター
	高麗大学 (Korea University)	健康工学研究センター
	韓国産業技術研究院 (KITECH: Korea Institute of Industrial Technology)	先進製造プロセス研究部門
	韓国標準科学研究院 (KRISS: Korea Research Institute of Standards and Sciences)	計測標準総合センター
	韓国技術標準院 (KATS: The Korean Agency for Technology and Standards)	計測標準総合センター
延世大学 (Yonsei University)	ナノテクノロジー研究部門	
台湾	工業技術研究院 (ITRI: The Industrial Technology Research Institute)	太陽光発電研究センター
中国	中国地質調査局 (CGS: China Geological Survey)	地質調査総合センター
	中国重慶市地震局 (The Chongqing Seismological Bureau of the People's Republic of China)	地質情報研究部門
日本・マレーシア	九州工業大学、マレーシアプトラ大学 (Kyushu Institute of Technology, University Putra Malaysia)	バイオマス研究センター
<b>米州地域</b>		
カナダ	Geological Survey of Canada, Earth Sciences Sector, Department of Natural Resource (GSC)	地質調査総合センター
	国立ナノテクノロジー研究所 (NINT: National Institute for Nanotechnology), カナダ国立研究所 (NRC: National Research Council of Canada)	ナノテクノロジー研究部門
メキシコ	メキシコ国立計量センター (CENAM: Centro Nacional de Metrología)	計量標準総合センター
米国	国立標準技術研究所 (NIST: The National Institute of Standards and Technology)	計量標準総合センター
	ロスアラモス国立研究所 (LANL: Los Alamos National Laboratory)、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO: New Energy and Industrial Technology Development Organization)	固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター エネルギー技術研究部門
<b>ヨーロッパ地域</b>		

国・地域名	機関名	ユニット名
オーストリア	オーストリア地質調査所 (GBA: The Geological Survey of Austria)	地質情報研究部門
	ヨハネスケプラー大学 (Johannes Kepler University Linz)	生命情報工学研究センター
スイス	国立放射性廃棄物協同機構 (NAGRA: National Cooperative for the Disposal of Radioactive Waste)	地圏資源環境研究部門
ドイツ	バイロイト大学 (UB: Universität Bayreuth)	先進製造プロセス研究部門
	カールスルーエ研究センター (Forschungszentrum Karlsruhe GmbH)	安全科学研究部門
	ドイツ物理工学研究所 (PTB: Physikalisch-Technische Bundesanstalt)	計量標準総合センター
フランス	ルイ・パスツール大学 (ULP: L'universite Louis Pasteur)	国際部門
ベルギー	ゲント大学 (Ghent University)	糖鎖医工学研究センター
ロシア	ロシア計量試験科学研究所 (VNIIMS : Russian Scientific-Research Institute for Metrological Service of Gosstandart of Russia)	計量標準総合センター
<b>その他の地域</b>		
トルコ	トルコ共和国鉱物資源調査開発総局 (The General Directorate of Mineral Research and Exploration of the Republic of Turkey)	地質調査総合センター

注) 平成20年度に有効な個別研究協力覚書。

表13 外国機関等との共同研究、受託研究、委託研究契約数

共同研究	97 (28)
受託研究	9 (5)
委託研究	7 (7)

注) 平成20年度に有効な契約数。( )内は20年度新規締結件数。

## 5) その他の連携活動

表14 国際シンポジウム等開催（国際部門扱い）

国際シンポジウム等名称	開催場所	開催期間	備考
ハノーバー・メッセ2008	ハノーバー（ドイツ）	2008年 4月21日～25日	出展
日独研究協力ワークショップ	ハノーバー（ドイツ）	2008年 4月22日	主催
第3回「持続的社會を目指した科学技術に関する日中円卓会議」	蘇州（中国）	2008年 6月10日	主催
バイオマスガス化についての中国科学院（CAS）-AIST-NEDO ワークショップ	北京（中国）	2008年 6月12日～13日	主催
ASEAN 科学技術週間	マニラ（フィリピン）	2008年 7月 7日～11日	出展
タイ科学技術フェア2008	バンコク（タイ）	2008年 8月 8日～22日	出展
日露投資フォーラム	サンクトペテルブルク（ロシア）	2008年 9月 4日～ 6日	出展
国際科学技術展示会（INSITE08）	ヨハネスブルク（南アフリカ）	2008年 9月15日～17日	出展
第5回 ベトナム科学技術院（VAST）とのワークショップ	ホーチミン（ベトナム）	2008年11月 3日～ 4日	主催
第2回 インド科学技術省バイオテクノロジー局（DBT）とのワークショップ	ハイデラバート（インド）	2008年11月25日～26日	主催
日仏交流150周年記念シンポジウム	東京（日本）	2008年12月 1日	共催
第5回 バイオマス・アジアワークショップ	広州（中国）	2008年12月 4日～5日	共催
第6回 日タイ連携ワークショップ2009	つくば（日本）	2009年 2月12日～13日	主催

※ 研究ユニット等が主催し国際部門が関与しない国際会議等のうち、重要なものは下記URLにて紹介されております。

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/event/old\\_event\\_main.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/event/old_event_main.html)

表15 平成20年度主な外国要人來訪

国名・機関名・役職	来訪者
フランス国民議會議員	ベランジェール・ボレティ ダニエル・コンスタンス
韓国 サムスン電子株式会社 社長	黄 昌圭
中国 湖南省共産党委員会書記	張 春賢
フランス国民議會議員	ベルナール・デフレッセル ジェローム・ランベール
ロシア トムスク州知事	クレス・ヴィクトル
ドイツ テューリンゲン州経済技術労働大臣	ユルゲン・ラインホルツ
スーダン科学技術大臣	イブラハム・アームド・オマール
英国下院 イノベーション・大学・科学・スキル特別委員会	フィル・ウィリス ロベルタ・ブラックマンウッズ ティム・ボズウェル ブライアン・イドン イアン・スチュアート デズモンド・ターナー
米国 コロラド州知事	ビル・リッター
駐日中国大使	崔 天凱
フランス国民議会 議員	クリスチャン・バタイユ
カザフスタン環境保護省 責任書記	ハムジン・ルステム
駐日カナダ大使	ジョナサン・T・フリード
中国 人民政治協商会議全国委員会常務委員	胡 德平
国際標準化機構（ISO） 副会長	ジョージ・アーノルド

※ 公式訪問 全109件

(21) 研究業務推進部門  
(General Administration Department)

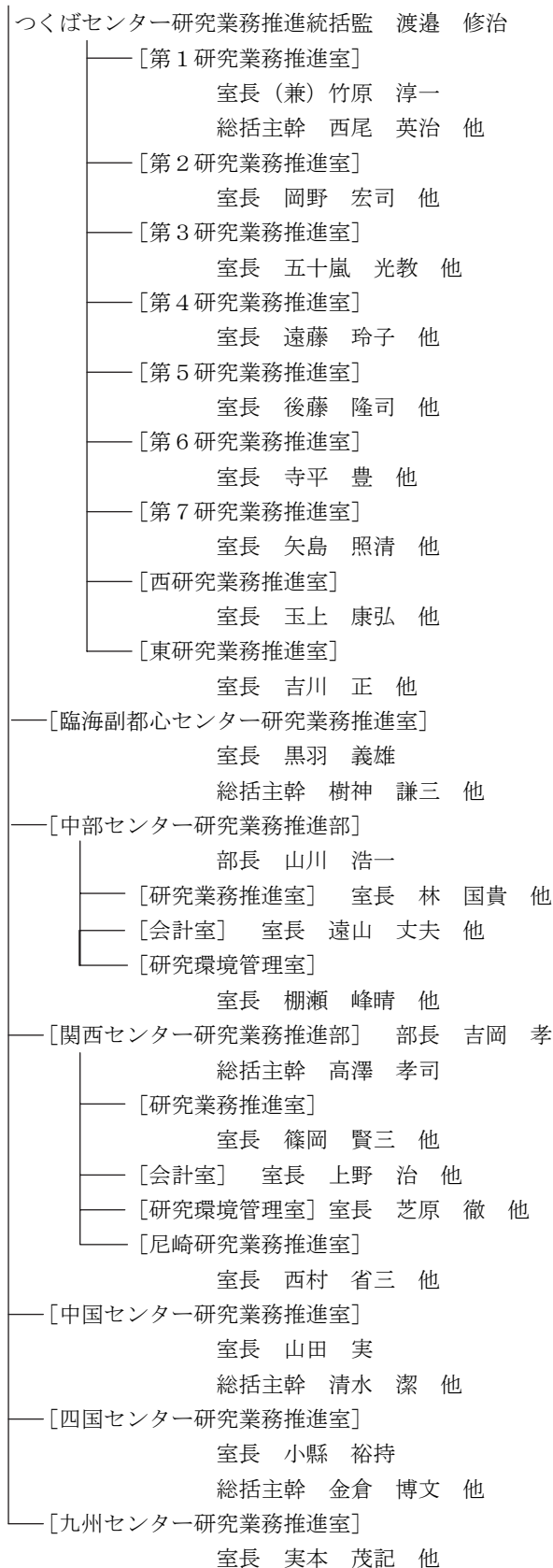
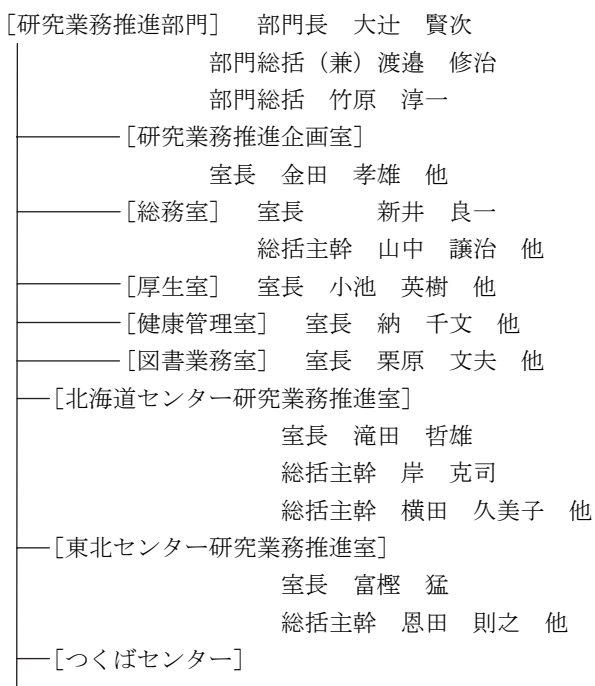
所在地：東京本部、北海道センター、東北センター、つくばセンター(つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東)、臨海副都心センター、中部センター、関西センター、中国センター、四国センター、九州センター

人員：186名(0名)

概要：研究業務推進部門は、産総研の文書・公印管理、職員等の福利厚生の実施及び健康の維持増進を図り、職員等の勤務及びサービス管理など研究ユニットに密着した支援を行うとともに、職場の安全・衛生管理、建物及び施設の管理を主な業務としている。また、地域センターの研究業務推進部(室)では、会計室又は会計担当を配置し、物品の調達・管理等の会計事務を行う等、環境安全管理、能力開発等及び研究環境整備に関する業務の一部を分掌している。これらの業務は、職員等の日常生活(業務)に極めて密着していることから、職員等の要望への積極的な対応姿勢、適切な業務運営と業務の効率化を推進している。

また、研究ユニットと研究関連・管理部門等、双方の情報共有の促進と相互支援体制を強化し、質の高いユニット支援を提供することを目的として、総括事務マネージャーを配置し、ユニットスタッフと研究業務推進室が一体となって研究ユニットに対する研究支援を行う体制としている。

機構図(2009/3/31現在)



研究業務推進企画室 (General Affairs Planning Office)  
(つくば中央第2)

概要：研究事務業務の企画・立案・総合調整、つくば本部における役員の秘書、理事長が主宰する会議の庶務、

文書・公印管理、職員等の勤務・サービス管理及び廃棄物の処理・管理に関する業務を行っている。

#### 総務室 (General Affairs Office)

(東京本部)

概要：東京本部における職員等の勤務・サービス管理、文書管理、安全衛生管理、施設管理等定常的な庶務業務を行うとともに、役員秘書業務及び官庁との事務連絡等の業務を行っている。

#### 厚生室 (Welfare Office)

(つくば中央第2)

概要：福利厚生業務として、宿舍、団体扱の財形・生保・損保・簡保の差引き、レクリエーション費配分及び実施・サークル助成、災害補償、契約職員社会保険手続、退職相談等の業務の他、つくばセンター、中部センター、関西センターでは一時預かり託児・児童保育もを行っている。経済産業省共済組合産総研支部業務として、短期給付、長期給付、福祉事業の3つの主な事業の他、支部及び分室診療所運営、食堂・売店・理美容・自動販売機等の委託を行っている。

#### 健康管理室 (Healthcare Office)

(つくば中央第1)

概要：つくばセンター・東京本部・臨海副都心センター職員等に対する健康診断の企画・実施、健康相談及び保健指導ならびに労働基準監督署への報告、職場巡視等を行うとともに、つくばセンターでは健康管理システムによる特殊検診受診項目確定、受診票作成・配信、結果管理及び結果通知配信、保健指導のためのデータ管理を行っている。インターネットによるメンタルヘルズ相談、産業医等の雇用に係る業務もを行っている。

#### 図書業務室 (Library Office)

(つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば東、つくば西)

概要：研究活動を行うために不可欠な情報源である学術雑誌の収集・管理、文献情報の提供、各図書室の運営、各図書室からの図書情報の一元管理を行う。オンラインジャーナルによるサービスの提供、文献データベースの利用促進ならびに所蔵データの整理・統一を推進する。

#### 研究業務推進室 (General Administration Office)

(北海道センター、東北センター、つくばセンター (つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第3、つくば中央第4、つくば中央第5、つくば中央第6、つくば中央第7、つくば西、つくば東)、臨海副都心センター、中部センター、関西センター、中国センター、四国センター、九州センター)

概要：つくばセンターの各事業所研究業務推進室は、

事業所職員等の勤務・サービス管理、庁舎の維持管理、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務を主な業務としている。

地域センター (つくばセンターを除く) の研究業務推進室は、センターの文書・公印管理、職員等の勤務及びサービスに関する管理・指導、職場の安全衛生管理、建物及び施設管理等を行い、安心して研究に取り組める環境整備に努めている。

また、北海道センター、東北センター、中国センター、四国センター、九州センターでは、計画的な研究及び業務の遂行に期するため、各種物品の的確な調達及び資産管理を行うとともに関係機関等との連絡調整業務を行っている。

これらの業務は、職員等の規律の遵守とサービス支援の日常生活に密着しており、迅速な業務対応を行い効率的な組織運営を図っている。

#### 会計室 (Accounting Office)

(中部センター、関西センター)

概要：会計室は、予算及び決算に関する業務、支払い、収入及び旅費に関する経理業務、物品、役務契約などの調達業務、固定資産の管理、運用、資産取得に係る検収などの財産管理業務を行っている。

これらの業務は、適正かつ迅速な業務執行を求められる支援業務であり、的確な業務の推進を図っている。

#### 研究環境管理室

(Research Environmental Management Office)

(中部センター、関西センター)

概要：研究環境管理室は、安全で快適な研究環境を確保するための安全・衛生管理業務、研究施設等の整備・維持管理業務及び情報化を推進するため情報システム運営管理の業務を主な業務としており、より良い研究環境を形成すべく、これらの業務を推進している。

◆図書蔵書数

平成 20 年度末

センター・事業所	区分	単行本					雑誌					
		20 年度受入数 (冊)				総蔵書数 (冊)	20 年度受入数 (冊)				製本冊数 (冊)	総蔵書数 (冊)
		購入	寄贈	除籍	計		購入	寄贈	除籍	計		
北海道センター	外国	0	9	0	9	1,281	122	318	0	440	440	15,395
	国内	0	30	0	30	4,019	50	1,618	0	1,668	1,668	8,144
	計	0	39	0	39	5,300	172	1,936	0	2,108	2,108	23,539
東北センター	外国	2	0	0	2	431	202	0	0	202	202	5,984
	国内	0	0	0	0	2,112	97	0	0	97	97	1,958
	計	2	0	0	2	2,543	299	0	0	299	299	7,942
つくばセンター												
第 2 事業所	外国	229	0	△ 9	220	67,432	909	47	0	956	909	52,437
	国内	33	0	△ 84	△ 51	67,675	142	116	0	258	117	10,534
	計	262	0	△ 93	169	135,107	1,051	163	0	1,214	1,024	62,971
第 3 事業所	外国	14	14	△ 1	27	2,752	147	0	△ 1	146	147	9,841
	国内	3	62	0	65	4,479	85	0	0	85	97	4,238
	計	17	76	△ 1	92	7,231	232	0	△ 1	231	244	14,079
第 5 事業所	外国	106	10	△ 52	64	24,107	1,089	8	0	1,097	1,043	60,191
	国内	36	60	△ 84	12	15,453	214	107	0	321	314	17,045
	計	142	70	△ 136	76	39,560	1,303	115	0	1,418	1,357	77,236
第 6 事業所	外国	62	9	0	71	7,802	1,109	0	0	1,109	1,107	34,811
	国内	52	39	0	91	10,049	201	29	0	230	230	12,423
	計	114	48	0	162	17,851	1,310	29	0	1,339	1,337	47,234
第 7 事業所	外国	67	0	0	67	17,547	550	0	0	550	550	49,886
	国内	0	0	0	0	13,585	91	0	0	91	91	19,057
	計	67	0	0	67	31,132	641	0	0	641	641	68,943
東事業所	外国	145	13	0	158	15,606	480	0	△ 2	478	468	42,113
	国内	4	34	0	38	12,720	218	1	△ 5	214	206	8,599
	計	149	47	0	196	28,326	698	1	△ 7	692	674	50,712
西事業所	外国	5	34	0	39	8,125	377	1	0	378	377	30,438
	国内	45	59	0	104	9,139	624	15	0	639	624	9,522
	計	50	93	0	143	17,264	1,001	16	0	1,017	1,001	39,960
中部センター	外国	9	0	0	9	6,935	764	65	△ 6	823	163	44,963
	国内	0	24	0	24	9,491	755	138	△ 10	883	123	12,349
	計	9	24	0	33	16,426	1,519	203	△ 16	1,706	286	57,312
関西センター	外国	21	110	0	131	9,577	678	225	△ 16	887	678	42,040
	国内	57	11	0	68	8,309	128	20	△ 207	△ 59	128	10,023
	計	78	121	0	199	17,886	806	245	△ 223	828	806	52,063
中国センター	外国	0	0	0	0	1,559	165	0	△ 2,659	△ 2,494	136	8,274
	国内	56	0	0	56	3,611	234	0	△ 46	188	79	3,075
	計	56	0	0	56	5,170	399	0	△ 2,705	△ 2,306	215	11,349
四国センター	外国	0	0	0	0	1,441	188	0	0	188	188	6,995
	国内	0	0	0	0	2,791	91	0	0	91	91	3,814
	計	0	0	0	0	4,232	279	0	0	279	279	10,809
九州センター	外国	0	0	0	0	2,816	281	0	0	281	281	16,099
	国内	1	0	0	1	5,366	146	0	0	146	146	14,089
	計	1	0	0	1	8,182	427	0	0	427	427	30,188
産総研 合計	外国	660	199	△ 62	797	167,411	7,061	664	△ 2,684	5,041	6,689	419,467
	国内	287	319	△ 168	438	168,799	3,076	2,044	△ 268	4,852	4,011	134,870
	計	947	518	△ 230	1,235	336,210	10,137	2,708	△ 2,952	9,893	10,700	554,337

※関西センターには尼崎事業所及び扇町サイトの蔵書の一部も含む。

## (22) 能力開発部門 (Human Resource Department)

所在地：つくば中央第2

人員：44名（5名）

概要：能力開発部門は、産総研組織規程第29条に規定されている人事、個人評価、給与、兼業、栄典、表彰、労働条件、労使関係の調整、服務規律、懲戒、能力開発等に係る業務を実施している。

機構図（2009/3/31現在）

### [能力開発部門]

部門長	岡田 俊郎
審議役	金沢 康夫
	八木 康之
	槇島 晃
部門総括	菊地 正寛
[人事室]	室長(兼) 菊地 正寛 他
[勤労室]	室長 鈴木 浩一 他
[人材開発企画室]	室長 加藤 英幸 他
[バリアフリー推進室]	室長 関根 英二 他
[能力開発センター]	センター長 富田 正幸 他

人事室 (Personnel Office)

(つくば中央第2)

概要：

- ① 役職員の任用に関する事。
- ② 評価制度の構築・実施に関する事。
- ③ 給与の支給に関する事。
- ④ 人件費の把握、見直しに関する事。
- ⑤ 兼業の許可に関する事。
- ⑥ 栄典及び表彰に関する事。

勤労室 (Staff Office)

(つくば中央第2)

概要：

- ① 職員の労働条件の基準に関する事。
- ② 労使関係に係る総合調整に関する事。
- ③ 服務規律に関する事。
- ④ 役職員の懲戒に関する事。

人材開発企画室

(Human Resources Development Planning Office)

(つくば中央第2)

概要：

- ① キャリアパス開発及び研修企画に関する事。
- ② その他人材開発に関する事。

バリアフリー推進室

(Barrier-free Promotion Office)

(つくば中央第2)

概要：

- ① 障害者の雇用促進に関する事

能力開発センター

(Human Resource Development Center)

(つくば中央第2)

概要：

- ① 職員の研修、能力開発に関する事。
- ② 職員等に対する就職情報の提供及び相談に関する事。

業務報告データ

年度特記事項

### 1. 平成20年度採用実績

①事務職員	19名
②研究職員（パーマネント）	25名
③ "（招聘型任期付）	2名
④ "（産業技術人材育成型任期付）	20名
⑤ "（研究テーマ型任期付）	7名
計	73名

### 2. 平成20年度研修実績

	コース	実施回数	受講者数
①職員等基礎研修	4	53回	1,689名
②階層別研修	6	8回	221名
③キャリア開発研修	6	12回	234名
④プロフェッショナル研修	18	31回	1,147名
合計	34	104回	3,291名

## (23) 財務会計部門

(Financial Affairs Department)

所在地：つくば中央第2

人員：78名（0名）

概要：財務会計部門は、独立行政法人の趣旨に則り、研究支援の高度化及び組織運営の高度化を、財務会計諸施策を通じて実現することにより、産総研ミッションの遂行に寄与することとしている。

なお、財務会計に係るコンプライアンスとリスク管理を適切に行いつつ支援業務を遂行するため「財務室、制度・審査室、経理室、財産管理室及び調達部（4室で構成）」を配置している。

<平成20年度活動トピックス>

○随意契約基準額の見直し

独立行政法人整理合理化計画（平成19年12月24日閣議決定）により策定した随意契約見直し計画に基づき、平成20年4月より、随意契約によることが出来る限度額を国の基準と同様に変更し、真にやむを得ない随意契約以外

は競争入札又は公募による契約とした（財産買入であれば500万円以下から160万円以下に変更）。

競争性のない契約の占める割合を随意契約見直し計画では8.4%（件数）を目標に掲げていたところ、20年度は3.6%まで引き下げ目標を達成した。

○第三者検収制度の運用開始

平成21年2月より、契約金額50万円未満の案件について、調達請求者以外の第三者による検収を行う制度を運用開始。

-----  
機構図（2009/3/31現在）

[財務会計部門]	部門長	伊東 一明
	審議役	細川 潤一
	部門総括	(兼)細川 潤一
	部門総括	宮本 晃之
— [財務室]	室長	狩野 篤 他
— [制度・審査室]	室長 (兼)	伊東 一明 他
— [経理室]	室長 (兼)	宮本 晃之 他
— [財産管理室]	室長	小林 勝則 他
— [調達部]	調達部長	塩釜 士郎
— [調達第一室]	室長	中島 義昭 他
— [調達第二室]	室長	加藤 宣夫 他
— [調達第三室]	室長	井佐 好雄 他
— [調達第四室]	室長	金田 重保 他

-----  
財務室（Finance Office）

（つくば中央第2）

概要：財務会計に係る業務の企画及び立案並びに総合調整、予算のとりまとめ、予算の分野別情報の管理、余裕金の運用、資金の借入及び償還、年度計画に基づく実行予算の配賦の計画及び示達、予算の執行管理、財務会計に係る業務であって、他の所掌に属しないものに関する業務を行っている。

○収入件数 約6,200件、収入金額 約1,018億円。

制度・審査室

（Finance System Management and Monitoring Office）

（つくば中央第2）

概要：財務会計制度の整備、運用及び推進、財務会計に係る業務の審査、財務分析に関する業務を行っている。

経理室（Accounting Office）

（つくば中央第2）

概要：資金計画、決算、金銭の支払、出納及び保管、税務、計算証明、財務会計システムの管理に関する業務を行っている。

○支払件数 約16万件、支払金額 約1,042億円。

○旅費件数 約9万件、約30億円。

財産管理室（Property Administration Office）

（つくば中央第2）

概要：有形固定資産の検収、管理及び運用、共通在庫消耗品の払出及び在庫管理、借地権の取得及び管理に関する業務を行っている。

○リサイクルの促進

リサイクル物品情報システムを活用した資産等の有効活用を積極的に推進

登録件数 3,562件（うち、成立件数710件）

経費削減効果 約3.4億円（取得価格ベース）

○つくばセンターにおける共通在庫消耗品センターの運営

つくば中央第3事業所で運営。アイテム数は約760。

調達部（Procurement Division）

（つくば中央第2）

概要：物件の調達、物件の売払及び賃貸等の契約、役務の提供等の契約、調達物品等の市場調査、競争参加者の資格審査、調達業務の調整、政府調達に係る協定に基づく調達公告等の官報掲載に関する業務を行っている。

○全契約件数 約111,000件

○政府調達協定の対象案件数 91件、約81.3億円

○インターネット調達

単価契約を締結している電子購買業者の電子購買サイト上で、商品検索・注文を行い、翌日又は翌々日には指定場所まで納品され、支払は毎月一括というスキームのインターネット調達を運用している。オフィス用品（約34,000アイテム）、理化学用品（約25,000アイテム）、電子部品（約72,000アイテム）、試薬類（全メーカー）、書籍（全般）の物品が調達可能。利用件数約4.1万件、利用金額約4.3億円。

○グリーン購入法の適用

「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」に基づき、産総研として、平成20年度における「環境物品等の調達の推進を図るための方針」を定め、実施しているところ。

-----  
(24) 研究環境整備部門

（Research Facilities Department）

所在地：つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第5、つくば中央第7、つくば西、つくば東

人員：55名（0名）

概要：研究環境整備部門は、施設及び設備の整備計画、建設及び管理、共用研究設備・施設及びエネルギー等の供給施設の運営、電気工作物の保安、依頼試作等に関する業務を行っている。

これらの業務を遂行するため、計画室、プロジェクト室、テクニカルセンター及び建設部（建設第一室、建設第二室、施設管理室）を配置している。



産業技術総合研究所の活動基盤となる施設・設備の整備を行い、良好なインフラストラクチャーとして保全し、向上させるとともに、創造的で効率的な研究の実施に必要な技術支援を推進し、もって競争力ある研究環境を創出することを部門のミッションとしている。

次の通りの施設等をその管理対象としている。

○敷地面積 約241 ha

○建築面積（延床面積） 約74万 m<sup>2</sup>

機構図（2009/3/31現在）

[研究環境整備部門]	部門長	坂本 不二夫	
	次長	久保田 喜嗣	
	部門総括	(兼)久保田 喜嗣	
	部門総括	中嶋 廣義	
	総括主幹	伊藤 光二	
	総括主幹	望月 経博	
	[計画室]	室長	石塚 徹
		総括主幹	菅野 寿津夫 他
	[プロジェクト室]	室長	小林 昭彦 他
	[テクニカルセンター]	センター長	(兼)北本 大 他
	[建設部]	部長	森 一彦
	[建設第一室]	室長	新山 博二
		総括主幹	小野 一洋 他
	[建設第二室]	室長	(兼)森 一彦
		総括主幹	河田 秋澄 他
[施設管理室]	室長	(兼)中嶋 廣義 他	

計画室 (Facilities Planning Office)

(つくば中央第1)

概要：計画室は、研究環境整備に係る業務の企画及び立案並びに総合調整、施設及び設備の整備計画、技術審査及び関連法令に関する業務、研究実施部門等の施設使用の管理に関する業務、工事及び工事関連役務の提供等の契約業務を行っている。

プロジェクト室 (Facilities Project Office)

(つくば中央第1)

概要：プロジェクト室は、設計基準及び施工基準の整備、施設及び設備に係る耐震対策、省エネルギー対策、石綿除去対策、技術動向調査を行っている。

テクニカルセンター (Technical Service Center)

(つくば中央第1、つくば中央第2、つくば中央第5、つくば中央第7、つくば西、つくば東)

概要：テクニカルセンターは、研究活動を技術的な側面から支援する業務を行っている。

主な業務は、研究用品の設計・試作、研究者が自ら試行錯誤して工作ができる共用工作室の維持管理と講習等の指導、作業環境測定、物質の化学分析・解析及び試作・工作・分析等に関する技術相談を行っている。

建設第一室 (Construction Office 1)

(つくば中央第1)

概要：建設第一室は、老朽化対策による電力電灯設備改修、給排水衛生設備改修、空調設備改修など施設及び設備の建設工事に係る設計・積算・監理、監督・検査、各種申請等の業務を行っている。

建設第二室 (Construction Office 2)

(つくば中央第1)

概要：建設第二室は、ユニットからの工事依頼の受付窓口を行うとともにこれらの工事に係る設計・積算・監理、監督・検査、各種申請等の業務を行っている。

施設管理室 (Facilities Maintenance Office)

(つくば中央第1)

概要：施設管理室は、施設及び設備・外構・植栽に係る維持管理、エネルギーの供給施設及び廃水処理施設等の運営を行っている。

これらの管理・運営に係る労働安全、電気工作物の工事、運用及び保安、研究廃液の処理に関する業務を行っている。また、施設設備等の補修、修繕の業務を行っている。

1) 施設の整備（平成20年度に産総研資産になった主なもの）

○排ガス処理設備改修

1. 改修目的

排ガス処理設備等は、老朽化による処理効率低下の改善と排気系統の漏洩を防止するため改修を行った。

研究関連・管理業務

2. 整備費用（老朽化対策） 2億円（平成19年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計	施工	工期
つくば中央5-8棟他排ガス処理設備改修その他工事	日和エンジニアリング株式会社	日本メックス株式会社	平成20年9月3日～平成21年3月27日

○高圧ガス設備改修

1. 改修目的

高圧ガス設備等は、老朽化による液化ガスの漏洩を防止するため液化ガス貯槽などの改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 1.1億円（平成19年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計	施工	工期
つくば中央第5事業所液化ガス貯槽設備改修その他工事	株式会社日本設計	新菱冷熱工業株式会社	平成20年7月28日～平成21年2月24日

○電力関連設備改修

1. 改修目的

電力関連設備等は、老朽化による機能低下を改善するため自家発電設備や受変電設備などの改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 12.7億円（平成19年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計	施工	工期
つくば中央第1事業所自家発電設備改修その他工事	株式会社日本設計	日本メックス株式会社	平成20年7月25日～平成21年2月27日
つくば中央第2事業所自家発電設備改修その他工事		株式会社ユアテック 東京本部	平成20年7月25日～平成21年2月27日
つくば中央第4事業所自家発電設備他改修その他工事		株式会社中電工 東京本部	平成20年7月28日～平成21年2月27日
つくば東事業所自家発電設備他改修その他工事		日本メックス株式会社	平成20年7月28日～平成21年2月27日
つくば西事業所自家発電設備他改修その他工事		株式会社関電工	平成20年8月27日～平成21年3月28日
つくば中央第5事業所自家発電設備他改修その他工事		日本メックス株式会社	平成20年8月29日～平成21年3月28日
つくば中央第7事業所自家発電設備他改修その他工事		株式会社雄電社	平成20年8月29日～平成21年3月28日

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
関西センター無機化学実験棟受変電設備改修その他工事	オリジナル設計株式会社（設計） 株式会社新大阪設計事務所（監理）	浅海電気株式会社	平成20年7月10日～平成21年1月19日

○外壁建具改修

1. 改修目的

外壁建具等は、老朽化した渡り廊下や屋上防水などの機能低下改善及び石綿含有吹き付け材更新などの改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 5.8億円（平成19年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央2-1D 棟他石綿含有吹き付け材除去その他改修工事	株式会社綜企画設計千葉支店	株式会社奥村組	平成20年7月25日～平成21年3月18日
つくば中央7-1棟他石綿含有吹き付け材除去その他改修工事		株式会社浅沼組 東京本店	平成20年7月28日～平成21年3月16日

産業技術総合研究所

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば東事業所渡り廊下他改修その他工事	オリジナル設計株式会社 (設計) 株式会社荒井設計 (監理)	大和小田急建設株式会社	平成20年9月2日～ 平成21年3月19日
つくば中央第5事業所渡り廊下改修その他工事		鈴縫工業株式会社	平成20年9月3日～ 平成21年3月19日

○空調設備改修

1. 改修目的

空調設備改修は、老朽化の著しい空調機本体、温度及び湿度制御を行う空調用自動制御設備・配管系の改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 4.2億円（平成19年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央6-1棟機械設備（空調）改修その他工事	株式会社総合設備コンサル タント	株式会社大気社環境 システム事業部東京 第一支店	平成20年9月9日～ 平成21年3月16日
つくば中央2-1A棟機械設備（空調）改修その他工事		高砂熱学工業株式 社 茨城営業所	平成20年9月10日～ 平成21年3月16日

○給排水関連設備改修

1. 改修目的

給排水関連設備改修は、老朽化の著しい排水管・消火栓配管などは、老朽化のため腐食が進行しており、漏水事故防止等のため改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 2.1億円（平成19年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央第一事業所さくら館内装改修その他工事	株式会社丸川建築設計事務 所東京事務所	常総開発工業株式 会社	平成20年8月27日～ 平成21年2月23日

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば東事業所他機械設備（消火）改修その他工事	株式会社総合設備計画	新日本空調株式 会社 関東支店	平成20年10月3日～ 平成21年3月24日

○廃水処理設備改修

1. 改修目的

研究排水埋設管は、老朽化しており漏洩を防止するため改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 1.6億円（平成19年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央第2事業所エリア研究廃水他埋設配管（開削）改修工事	オリジナル設計株式会社	大和小田急建設株式 会社	平成20年7月11日～ 平成21年3月27日

○エレベーター設備改修

1. 改修目的

エレベーター設備は、老朽化による機能低下を改善するためエレベーター制御などの改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 1.7億円（平成19年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央第2事業所エレベーター改修工事	オリジナル設計株式会社	株式会社日立ビルシ ステム 東関東支社	平成20年9月19日～ 平成21年3月19日

○廃水処理設備改修

1. 改修目的

研究排水埋設管は、老朽化しており漏洩を防止するため改修を行った。

2. 整備費用（老朽化対策） 1.6億円（平成18年度施設整備費補助金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計・監理	施工	工期
つくば中央第6事業所エリア研究廃水他埋設管（開削）改修工事	オリジナル設計株式会社	大木建設株式会社東京土木支店	平成19年10月31日～平成20年4月30日

○高度化改修

1. 改修目的

東北センターK棟を化学実験に必要なドラフト、Pラインの整備、高温高圧実験用の防爆工事等の改修を行った。

2. 整備費用（高度化改修） 0.5億円（平成20年度消費税還付金）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門		
工事件名	設計	施工	工期
東北センターK棟高度化改修工事	株式会社丸川建築設計事務所東京事務所	日本メックス株式会社東北支店	平成20年10月31日～平成21年3月28日

○地下水等観測施設整備

1. 整備目的

東南海・南海地震予測精度向上を目的とした地下水等観測施設を設置した。

2. 整備費用（東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点整備） 29.9億円

（平成18年度補正予算地下水等観測施設整備工事）

工事発注・設計・監理	産業技術総合研究所 研究環境整備部門	
工事件名	施工	工期
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（三重県紀北町地区）	住鋳コンサルタント(株)	平成19年6月18日～平成20年7月31日
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（三重県飯高町地区）	(株)日さく	平成19年6月29日～平成20年5月30日
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（愛知県豊田市地区）	(株)日さく	平成19年8月31日～平成20年7月31日
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（愛媛県松山地区）	日鋳探開(株)	平成19年7月25日～平成20年7月18日
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（徳島県阿南市地区）	(株) エオネックス	平成19年9月19日～平成20年9月30日
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（高知県高知市地区）	応用地質(株)	平成19年9月11日～平成20年7月31日
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（高知県土佐清水市地区）	サンコーコンサルタント(株)	平成19年9月13日～平成20年9月30日
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（和歌山県串本町津荷地区）	地熱エンジニアリング(株)	平成19年10月17日～平成20年9月10日
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（高知県室戸市地区）	サンコーコンサルタント(株)	平成19年9月7日～平成20年9月30日
東南海・南海地震予測のための地下水等観測施設整備工事（愛媛県西予市地区）	地熱エンジニアリング(株)	平成19年10月17日～平成21年1月30日

## 3. 地域拠点

&lt;凡 例&gt;

地域拠点名 (English Name)

所在地：住所

代表窓口：TEL：， FAX：

人 員：常勤職員数 (研究職員数)

概 要：部門概要

機構図

(3/31現在の役職者名、各部署の人数 総人数 (職員数))

(1) 東京本部 (AIST Tokyo Headquarters)  
つくば本部 (AIST Tsukuba Headquarters)

所在地：

(東京本部)

〒100-8921 東京都千代田区霞ヶ関1-3-1

(つくば本部)

〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1

概 要：産業技術総合研究所は、東京及びつくばに本部機能を集中した2本部体制をとり、それぞれの地理的な特長を生かした活動を行い効率的な運営を行っている。

東京を行政との接点、情報収集、広報活動の拠点として産総研の機動的な活動に有効に活用するとともに、つくばには補完する本部機能として、産学官連携、国際、研究業務推進等を研究現場と隣接して配置し、より効率的な組織運営を行っている。

また、テレビ会議システムの活用により、東京・つくば両本部の有機的・効率的連携を図っている。

機構図 (2009/3/31現在)

東京本部

役員

企画本部

コンプライアンス推進本部

イノベーション推進室

ベンチャー開発センター

関東産学官連携センター

研究業務推進部門総務室

つくば本部

役員

企画本部

業務推進本部

評価部

環境安全管理部

広報部

男女共同参画室

次期情報システム研究開発推進室

イノベーション推進室

産学官連携推進部門

知的財産部門

国際部門

研究業務推進部門

能力開発部門

財務会計部門

研究環境整備部門

## (2) 北海道センター (AIST Hokkaido)

所在地：〒062-8517 札幌市豊平区月寒東2条17丁目2-1

代表窓口：TEL：011-857-8400、FAX：011-857-8900

サイト：札幌大通りサイト

(住所：〒060-0042 札幌市中央区大通西5丁目8

電話：011-219-3359、FAX：011-219-3351)

人 員：72名 (51名)

概 要：産業技術総合研究所北海道センターは、地域における中核研究機関として、「バイオテクノロジーを使ったもの作り」を研究目標とするゲノムファクトリー研究部門を中心とした研究拠点の構築とともに、北海道経済産業局が推進する「北海道スーパークラスター振興戦略」と連携して、北海道バイオ産業の活性化や、新産業創出に資するための地域連携拠点の構築を目指している。

また、メタンハイドレート研究ラボでは、将来のエネ ルギー資源として注目を浴びているメタンハイドレート資源の利活用を目指すナショナルプロジェクトの中心的な役割を担っている。

特にゲノムファクトリー研究部門では、遺伝子組換え

植物や微生物によるバイオプロセスの開発、高機能タンパク質等の生産を目的とした研究を推進しており、前年度にグッドデザイン賞金賞を受賞した「完全密閉型植物工場システム」では、企業・大学等外部機関と連携して、植物によるイヌインターフェロン等の動物用医薬原料の生産システムの構築および、人工環境下での植物栽培技術（ジャガイモの水耕栽培等）の研究開発を進めた。

産学官連携・地域連携拠点の強化として、北海道大学、室蘭工業大学、北見工業大学、帯広畜産大学、公設・独法研究機関、経済産業局、自治体、経済団体等17機関と協力して企業等の技術相談に対するワンストップサービスを行うなど、企業の技術開発、新事業創出のための各種相談、セミナー・交流会等の人的交流を促進する場である札幌大通サテライトを中心に、産業界と産総研・研究ユニットとの連携の強化を図った。平成20年度のサテライトの利用者数は、約4,500人、技術相談の件数は、約300件であった。

当センターでは、産総研自らの技術シーズに基づく起業、産総研の技術ポテンシャルを活用したバイオベンチャーの支援を目的に「バイオベンチャー育成センター」を独自に設置しており、入居ベンチャー企業に対し、研究支援はもちろんのこと、全国規模のマッチング事業に共に出席し、販路開拓やマッチングなど、ビジネス支援を実施。

さらに、専門学校生を技術研修員として受け入れ、バイオ技術者としての技術・資質の向上を図る「バイオテクニシャン育成事業」を実施しており、平成20年度は3名の研修生の受入を行った。

産学官連携センターの広報業務として、北海道洞爺湖サミット開催に合わせ、関係機関と協力しゼロエミッションハウスの展示を行い産総研の環境技術を国内外にアピールした。小中学生の夏休み期間中に一般公開を開催し、過去最多の来場者1,052名を集めることが出来た。当センターのバイオ研究の技術・成果を札幌圏以外の道内各地に広く紹介・提供し、地域経済の発展に寄与することを目的に研究シーズ発表会を北見・帯広・函館で開催した。

-----  
機構図（2009/3/31現在）

[北海道センター]

所 長 北野 邦尋  
所長代理 村島 均

-----  
[北海道産学官連携センター]

センター長 (兼)北野 邦尋  
産学官連携コーディネータ  
太田 英順、千葉 繁生  
総括主幹 中川 充、永石 博志、  
根本 輝利 他

-----  
[ものづくり基盤技術支援室]

室長 (兼)太田 英順

-----  
[北海道センター研究業務推進室]

室長 滝田 哲雄

総括主幹 岸 克司、横田久美子 他

-----  
--[ゲノムファクトリー研究部門]

-----  
---[メタンハイドレート研究ラボ]

-----  
----[創薬シーズ探索研究ラボ]

### (3) 東北センター（AIST Tohoku）

-----  
所在地：〒983-8551 仙台市宮城野区苦竹4-2-1

代表窓口：TEL:022-237-5211 FAX：022-236-6839

(サイト)

仙台青葉サイト（東北サテライト）

〒980-0811 仙台市青葉区一番町4-7-17

TEL：022-726-6030 FAX：022-224-3425

人 員：44名（33名）

概 要：産業技術総合研究所東北センターは、東北経済産業局が推進する産業クラスター計画「TOHOKU ものづくりコリドー」とも連携しながら地域産業の振興に向けて、東北地域における研究拠点および連携拠点として、先端的な低環境負荷型化学プロセス分野の COE 化を目指すとともに、東北6県の公設研との連携を基軸にした広域連携のハブ機能としての役割を果たしている。当センターには、環境負荷の小さい機能性材料の開発と、低環境負荷かつ省エネルギー型の化学プロセス技術の開発研究を集中的に実施している「コンパクト化学プロセス研究センター」が置かれている。

また、化学産業分野におけるエネルギー多消費型化学プロセスから、省エネルギー・省資源・低環境負荷型化学プロセスへの革新的転換を目指した技術開発と、実用化及び新しい産業創出を目的として「グリーンプロセスイノベーションコンソーシアム（GIC）」を組織し、産学官連携活動による産業ニーズと研究シーズのマッチングの促進を図っている。GIC には企業会員94社が参加している。具体的な活動としては、隔月にシーズ毎の講演会を開催し、研究情報の交流促進に努めており、その結果、会員企業との共同研究は34件に達し、研究ユニットのシーズを核とした関連企業との連携強化が図られている。さらにまた、平成20年度は、東北地域のものづくり産業基盤を支える各種計測技術に関する産学官連携組織として、新たに東北分析・計測科学技術コンソーシアムを設立し、計測関連技術力の向上に向けた取り組みを開始した。

この他、産学官の連携活動として、国立大学法人東北大学と独立行政法人産業技術総合研究所が組織的連携・協力に係わる協定を平成18年1月に締結し、昨年に引き続き、研究交流の推進を確認した協定記念講演会を開催した。

また外部研究機関との共同研究、受託・委託研究、技

術研修、研究助成金等に係わる契約業務、JSPS 等によるフェローシップや研究交流（派遣・招聘）等の手続きの円滑化、さらには質の高い特許取得のための弁理士相談を積極的に推進した。

さらに、経済産業省が推進する「地域イノベーション創出共同体形成事業」に東北大学と共同で提案した事業案が7月に採択され、産総研東北サテライトに地域イノベーション運営協議会事務局を設置した。大学や公設研等が参加する広域ネットワークを形成し、各研究機関が保有する研究開発資源の相互活用を進めることで、地域経済の活性化を目指している。

8月に東北センターの一般公開（来場者434名）を行い、10月に産総研つくば本部が中心となり開催した産総研オープンラボでは、つくばセンターにおいて250の研究室と約300の研究テーマを紹介し、東北センターからも最新研究成果を産業界関係者へ広く紹介した。

12月には、東京秋葉原において、技術移転や販路開拓など新たな連携を目指し、東北/関東「環境とものづくり」技術交流フェア（参加者406名）を開催し、東北と関東地域が保有する技術シーズの紹介と交流を行った。また、産学官連携フェア、エコプロダクツ東北等を経済団体等と共催し、研究成果の紹介や技術相談を通して成果普及に努めた。

高温高压実験室、防塵室、除振室を備えた東北産学官連携研究棟（とうほく OSL）では、平成20年度末で、32実験・研究室が使用され、東北地域における新たな産業技術創生のための研究開発が行われている。

業務報告データ：

○刊行物

名称 (Vol. No.)	刊行区分	発行部数
産総研東北 Newsletter No. 25～26	季刊	900～1000部

○主催（共催・協賛）行事

開催年月日	名称
20. 04. 21	平成20年度 GIC 総会及び特別講演会
20. 05. 29	東北分析・計測科学技術コンソーシアム設立総会
20. 06. 17	第13回 GIC 研修セミナー
20. 06. 24	産総研-東北大学 連携・協力協定に基づく記念講演会
20. 08. 23	産総研東北センター一般公開
20. 08. 29	第14回 GIC 研修セミナー
20. 09. 30	産学官連携フェア2008みやぎ —研究成果発表・交流の集い—
20. 10. 09～11	エコプロダクツ東北2008
20. 10. 20～21	産総研オープンラボ
20. 10. 28	MEMS.PC/GIC 第3回連携シンポジウム 第15回 GIC 研修セミナー

20. 10. 30～31	知的財産権セミナー
20. 11. 27～29	航空宇宙産業技術展2008
20. 12. 04	東北/関東「環境とものづくり」技術交流フェア
21. 02. 24	平成20年度 GIC 報告総会及び特別講演会
21. 03. 23～25	スプリングサイエンスキャンプ2009

-----  
東北センター 機構図（2009/3/31現在）

所 長：吉田 忠

所長代理：横山 敏郎

— [東北産学官連携センター]

センター長：(兼)吉田 忠

産学官連携コーディネータ：

(兼)横山 敏郎 板橋 修 松永 英之 小野 實信

総括主幹：米谷 道夫

— [ものづくり基盤技術支援室]

室 長：高橋 裕平

— [東北センター研究業務推進室]

室 長：富樫 猛

----- [コンパクト化学プロセス研究センター]

#### (4) つくばセンター (AIST Tsukuba)

-----  
所在地：〒305-8561 茨城県つくば市東1-1-1

人 員：2,254名 (1,773名)

概 要：産総研つくばセンターは、産総研全体の研究機能の中核として、およそ70パーセントの施設や研究者が集積した大規模研究拠点である。その特徴を生かし、幅広い研究分野をカバーするとともに、分野を融合した、これまでにない新規研究分野の創出を目指している。また、それらの研究ユニットとともに研究関連・管理部門の大部分が集中配置され、東京本部及びつくば本部との密な連携によって、産総研の中核を担う役割を持っている。

つくばセンターは、全国に展開する地域センターと連携して、また、その立地する茨城県やつくば市そして首都圏の大学・研究機関・民間企業とも密接な連携を進め、研究人材の供給や研究成果の移転を促進する役割を果している。地域から国際社会までを視野に入れて、社会や産業界が直面している困難な問題について、科学技術の立場から解決策を提供している。

つくばセンターは、つくば地域に展開する最大規模の研究施設の一つとして、地域の環境と安全への取り組みも行っている。

機構図 (2009/3/31現在)

- [つくばセンター] 所長 小野 晃
- [つくば中央第1] 管理監 内田 修
- 管理監補佐 西尾 英治
- [つくば中央第2] 管理監 石井 格
- 管理監補佐 岡野 宏司
- [つくば中央第3] 管理監 田中 充
- 管理監補佐 五十嵐 光教
- [つくば中央第4] 管理監 島田 広道
- 管理監補佐 遠藤 玲子
- [つくば中央第5] 管理監 島田 広道
- 管理監補佐 後藤 隆司
- [つくば中央第6] 管理監 内田 修
- 管理監補佐 寺平 豊
- [つくば中央第7] 管理監 佃 栄吉
- 管理監補佐 矢島 照清
- [つくば西] 管理監 山崎 正和
- 管理監補佐 金山 敏彦
- 管理監補佐 玉上 康弘
- [つくば東] 管理監 矢部 彰
- 管理監補佐 吉川 正
- [企画本部]
- [業務推進本部]
- [評価部]
- [環境安全管理部]
- [広報部]
- [男女共同参画室]
- [次期情報システム研究開発推進室]
- [イノベーション推進室]
- [活断層研究センター]
- [バイオメディシナル情報研究センター]
- [近接場光応用工学研究センター]
- [固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター]
- [コンパクト化学プロセス研究センター]
- [水素材料先端科学技術研究センター]
- [年齢軸生命工学研究センター]
- [ダイヤモンド研究センター]
- [バイオニクス研究センター]
- [太陽光発電研究センター]
- [ナノチューブ応用研究センター]
- [デジタルものづくり研究センター]
- [糖鎖医工学研究センター]
- [ナノ電子デバイス研究センター]
- [デジタルヒューマン研究センター]
- [ネットワークフォトニクス研究センター]
- [バイオマス研究センター]
- [計測標準研究部門]
- [地圏資源環境研究部門]
- [知能システム研究部門]

- [エレクトロニクス研究部門]
- [光技術研究部門]
- [人間福祉医工学研究部門]
- [脳神経情報研究部門]
- [ナノテクノロジー研究部門]
- [計算科学研究部門]
- [生物機能工学研究部門]
- [計測フロンティア研究部門]
- [セルエンジニアリング研究部門]
- [先進製造プロセス研究部門]
- [地質情報研究部門]
- [ユビキタスエネルギー研究部門]
- [環境管理技術研究部門]
- [環境化学技術研究部門]
- [エネルギー技術研究部門]
- [安全科学研究部門]
- [情報技術研究部門]
- [メタンハイドレート研究ラボ]
- [エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ]
- [器官発生工学研究ラボ]
- [バイオセラピューティック研究ラボ]
- [サービス工学研究センター]
- [先端情報計算センター]
- [特許生物寄託センター]
- [ベンチャー開発センター]
- [地質調査情報センター]
- [計量標準管理センター]
- [産学官連携推進部門]
- [知的財産部門]
- [国際部門]
- [研究業務推進部門]
- [能力開発部門]
- [財務会計部門]
- [研究環境整備部門]

(5) 臨海副都心センター  
(AIST Tokyo Waterfront)

所在地：〒135-0064 東京都江東区青海二丁目41番地6号  
人 員：89名（74名）

概 要：産業技術総合研究所臨海副都心センターは、文部科学省及び経済産業省の連携協力によって整備された国際研究交流大学村に、産学官連携の役割を担う研究拠点として、平成13年4月1日に設置された。当センターは国内外産学官各分野の一線級研究者による多様な研究に対応できるフレキシビリティの高い空間を設けている。

そして8つの研究ユニット（生命情報工学研究センター、バイオメディシナル情報研究センター、デジタルヒューマン研究センター、固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター、セルエンジニアリング研究部門、情報技



術研究部門、計測フロンティア研究部門、サービス工学研究センター)が、新産業の創出や市場拡大につながる独創的かつ先端的技術シーズの研究開発とともに国内外の研究者との交流や研究成果の情報交換を行っている。

平成17年4月からは、産学官連携の研究拠点を拡張し、新たにバイオテクノロジーと情報工学の融合研究のための施設として、バイオ・IT 融合研究施設の運用を開始し、技術者等の人材育成から最先端の研究開発まで積極的な事業活動を展開している。

当センターへは、平成20年度に内外の大学・企業・政府関係者等約550名が視察に訪れており、国際的な産学官による研究交流拠点としての役割を果たしている。

平成20年度における外部機関と行った連携研究は、共同研究126件、受託研究22件、委託研究4件である。

また、展示コーナーの休日特別公開を夏休み期間中及び国際研究交流大学村を舞台に開催された、サイエンス・アゴラ2008開催に合わせて実施するなどの広報活動を行っている。

#### ----- 機構図 (2009/3/31現在)

[臨海副都心センター]	所長	上原 斎
	所長代理	野村 信夫
[臨海副都心産学官連携センター]		
	センター長	(兼)上原 斎
	副センター長	(兼)岡部 和彦
	総括主幹	東 晴彦
	総括主幹	西澤 良教
[臨海副都心センター研究業務推進室]		
	室長	黒羽 義雄
	総括主幹	樹神 謙三
	総括事務マネージャー	前田 康司
	室長代理	島田 静夫

生命情報工学研究センター

バイオメディシナル情報研究センター

デジタルヒューマン研究センター

固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター

セルエンジニアリング研究部門

情報技術研究部門

計測フロンティア研究部門

サービス工学研究センター

#### (6) 中部センター (AIST Chubu)

-----  
所在地：〒463-8560

名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞2266-98

代表窓口：TEL:052-736-7000、FAX:052-736-7400

サイト：瀬戸サイト：〒489-0884瀬戸市西茨町110番地

TEL：0561-82-2141～2

人員：157名 (128名)

概要：産業技術総合研究所中部センターは、ものづくり産業が高度に集積した中部地域における研究開発ゾーンの一つである「なごやサイエンスパーク」に立地し、その中核的研究機関となっている。当センターは、地域における伝統的なものづくりである窯業や機械金属に関わる技術の開発を出発点として発展し、ファインセラミックスや金属などの工業材料の創製・部材化とそのプロセス技術を軸として研究開発を行い、新産業の創生と産業競争力強化に寄与してきている。当センターは、現在、先進製造プロセス研究部門、サステナブルマテリアル研究部門及び計測フロンティア研究部門を擁し、持続的発展可能な社会の構築に貢献できる産業技術を確立するため、材料・プロセス・計測評価技術に関わる高度な研究を展開している。また、中部における産業政策の展開に貢献するため産業クラスター計画、中小企業のものづくり基盤技術の高度化支援事業等に協力・支援するとともに、さらに地域の企業・大学・公設研と連携し各種研究開発事業への提案を行った。連携・協力提携協定を締結した名古屋大学および名古屋工業大学とそれぞれお提携協議会を開催すると共に連携強化のため技術交流会を開催した。また、共同研究構築のためのFS 調査研究を開始させた。地域の公設試験研究機関とは産業技術連携推進会議の活動を通じ、産総研を中核とした連携を構築するための活動を展開している。中部地域における産学官連携に携わる機関が、活動拠点を共同で設置することにより、当地域のイノベーションの創出基盤の強化に資することを目的として、名古屋駅前に「名古屋駅前イノベーションハブ」を関係の7機関により設置し、ワンストップサービスが可能な企業向けの技術相談事業を実施するとともに、各種イベントを開催した。平成20年度の代表的な活動状況を以下に示す。

中部センター所属の研究ユニット合同により「産業技術総合研究所中部センター研究発表会」を開催し、「サステナブルマテリアル研究部門」より27件、「先進製造プロセス研究部門」より17件、「計測フロンティア研究部門」より5件の研究成果を発表した。273名の参加者があり、中部センターの研究動向をアピールした。また「中部ものづくり産業展」(来場者7,347名)において、産総研中部センターならびに中部地域の公設試験研究機関が、各機関の紹介やシーズ・連携成果等の展示を合同で行う「中部地域公設研テクノフェア2008」を開催し好評を得た。

技術普及講演会を富山県(参加者70名)で開催した。

一般公開を8月(来場者1,175名)に開催した。これらの行事以外に、本年度の延べ見学者は556名に達している。

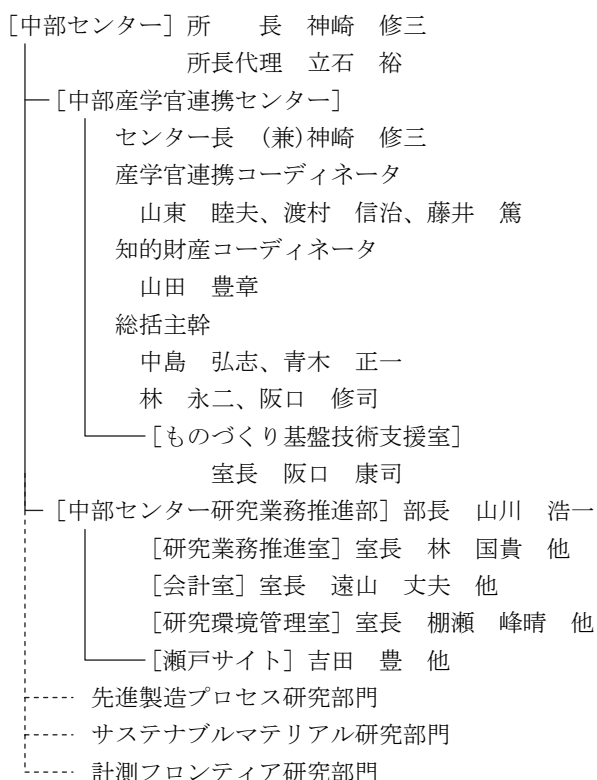
知的財産権の取得を積極的に推進し、国内特許75件、外国特許13件を出願した。

技術相談件数は454件あった。

産業界をはじめとする外部機関との連携も積極的に展開し、共同研究280件、委託研究8件、受託研究34件を行

った。大学とは、連携大学院の拡充強化に努め、8大学（名古屋工業大学、岐阜大学、大同工業大学、名城大学、中部大学、愛知工業大学、長岡技術科学大学、上智大学）に12名の教授と5名の准教授が就任している。東海ものづくり創生プロジェクト及び北陸ものづくり創生プロジェクト関連の会議・研究会に職員を派遣した。また、平成20年度は、地域イノベーション創出研究開発事業7テーマ及び地域資源活用型研究開発事業5テーマに、戦略的基盤技術高度化支援事業5テーマ及び地域科学技術振興事業2テーマに参加した。

-----  
 機構図(2009/3/31現在)



(7) 関西センター (AIST Kansai)

-----  
 所在地：〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31  
 代表窓口：TEL：072-751-9601 FAX：072-754-1939  
 サイト：  
 尼崎事業所：〒661-0974 兵庫県尼崎市若王寺3-11-46  
 TEL：06-6494-7854  
 大阪扇町サイト：〒530-0025 大阪府大阪市北区  
 扇町2-6-20、TEL：06-6312-0521  
 千里サイト：〒560-0083 大阪府豊中市  
 新千里西町1-2-14、TEL：06-4863-5025  
 人員：195名(157名)  
 概要：産業技術総合研究所関西センターは、旧大阪工業技術研究所、旧電子技術総合研究所大阪ライフエレクトロニクス研究センター、旧計量研究所大阪計測システ

ムセンター、旧地質調査所大阪地域地質センターの4所を母体としている。

現在、当センターには、3研究センター（ダイヤモンド研究センター、システム検証研究センター、健康工学研究センター）、7研究部門（計測標準研究部門、光技術研究部門、人間福祉医工学研究部門、ナノテクノロジー研究部門、ユビキタスエネルギー研究部門、セルエンジニアリング研究部門、環境化学技術研究部門）及び関西産学官連携センター内の2連携研究体が置かれている。

関西センターは、持続的発展可能な社会の実現、産業競争力の強化、地域産業の発展への貢献を目指し、健康な暮らしを支える技術、豊かな暮らしを創る技術、安心・安全な暮らしを守る技術の生活に密着する研究開発を推進している。

関西地域は、産業界とアカデミアが集積し産学官連携が組みやすい構造にある。この特徴を活かし、産総研の研究ポテンシャルを地域産業の振興に役立たせる連携活動も積極的に展開している。

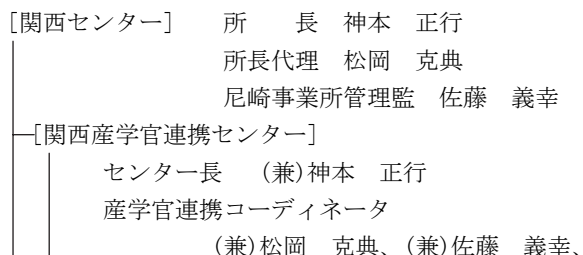
近畿経済産業局をはじめ、企業、大学、公的研究機関、自治体、企業団体や研究開発支援団体などとの交流・連携を深めている。

産総研の研究活動を紹介するため、産総研 in 京都「光技術発表会」（京都市：84名）、ベンチャーKansai（明日の関西会議）次世代技術講演会（大阪市：108名）、第4回 UBIQEN フォーラム「燃料電池の新しい展開」（大阪市：127名）、平成20年度 ISO/ICE 国際標準化セミナー（大阪市：199名）、ダイヤモンド講演会（大阪市：95名）、第3回ナノテクフォーラム（豊中市：106名）、第1回地域イノベーション創出シンポジウム（大阪市：162名）等を開催した。

連携業務の平成20年度実績（共同研究217件、技術研修67件、受託研究42件、国内特許出願（単願58件、共願52件）、外国特許出願（単願21件、共願20件））は活発な産学官連携の実態が表われている。

また、科学技術の啓蒙普及を主眼に開催した研究所一般公開（尼崎7月25日、357名）、池田市教育特区事業による市内小学校への科学教室や、全国の科学館や地方自治体等の要請による科学教室を25回（参加者1718名）実施した。これらの参加者数からもみられるように関西センターに寄せられている期待は大きい。

-----  
 機構図 (2009/3/31現在)



- 堀野 裕治、奥野 康二
- 総括主幹 巽 一 他
- ―[ものづくり基盤技術支援室]
- 室長 中村 秀樹
- ―[知的機能連携研究体]
- 連携研究体長 富田 文明
- ―[組込みシステム技術連携研究体]
- 連携研究体長 (兼)神本 正行
- ―[関西センター研究業務推進部] 部長 吉岡 孝
- 総括主幹 高澤 孝司
- ―[研究業務推進室] 室長 篠岡 賢三
- ―[会計室] 室長 上野 治
- ―[研究環境管理室] 室長 芝原 徹
- ―[尼崎研究業務推進室] 室長 西村 省三
- [ダイヤモンド研究センター]
- [システム検証研究センター]
- [健康工学研究センター]
- [計測標準研究部門]
- [光技術研究部門]
- [人間福祉医工学研究部門]
- [ナノテクノロジー研究部門]
- [ユビキタスエネルギー研究部門]
- [セルエンジニアリング研究部門]
- [環境化学技術研究部門]

知的機能連携研究体  
(Collaborative Research Team of Intelligent Functions)

連携研究体長：富田 文明（関西センター）

概要：20年度計画

少子高齢化と産業空洞化が懸念される社会的背景において、産業技術総合研究所が長年にわたって独自に研究開発している高機能3次元視覚技術を革新的な基盤技術として、多くの分野において、多数の企業が共通的に利用できる産学官連携を推進し、これまでになく高度な人間の活動を支援または代行する多様な応用システムを開発し、実用化することにより、産業の改革とともに、生活の向上に貢献する。

- 1) 視覚基盤技術の研究開発  
一般的なニーズの緊急性に基づいて基礎研究の重点課題を設定し、即応的な成果をはかる。
- 2) 視覚応用技術の研究開発  
ステレオカメラ搭載の自律走行車を用いて、移動に必要な視覚機能の研究開発を行う。
- 3) 視覚実用技術の研究開発  
当該3次元視覚技術の実用化を目指して、関西の企業等を中心とする受託研究、共同研究、技術指導を推進する。

4) 産学官連携コンソーシアムの検討

3次元視覚技術を分野横断的に利用できる基盤技術として、各企業の限られたリソースを最大限に活用することにより、無駄な重複を避けて効率よく研究開発する新しい産学官連携コンソーシアムの可能性を判断する研究会を開催する。

20年度成果

- 1) 2台のラインセンサと移動ステージによる三次元画像撮像システムの構築を行い、ステージ走行安定性、平面分解能、輝度分解能などの基本性能の確認を行った。また透視変換と正射影変換が混在する環境下でのカメラ校正に必要となる数式モデルの検討を行った。
- 2) 差動駆動式四輪の車両にステレオカメラを搭載し、所定のランドマークを認識することにより高精度に位置計測することができるようになり、蓄積誤差の大きい従来のオドメトリでは不可能な高精度、かつ低コストの自律走行システムを実現し、その室内デモ環境を整えた。
- 3) 自動車部品認識に関する共同研究、中小企業支援型研究開発制度の推進、戦略的基盤技術高度支援事業の推進の他、技術研修等を実施し、いずれも来年度も継続する予定である。
- 4) 大中小10数社の関連企業を会員として研究会を2回開催し、3次元視覚技術に関する企業の現状と考えを概ね把握することができた。代表的な意見は、(1)現状技術（シーズ）の理解不足もあって、事業化のイメージができない、(2)企業の機密の漏洩の恐れがあり、現実には企業連携による共同研究の実施は困難である、等である。そして、結論的には、具体的に応用可能な事業例も含めて、産総研に技術の啓蒙活動が期待されている。

組込みシステム技術連携研究体

(Collaborative Research Team for Verification)

連携研究体長：(兼)神本 正行（関西センター）

概要：20年度計画

平成19年度補正予算により関西センターに組込みシステム検証に関する先端技術の研究施設をもうけることとなり、検証向きクラスタコンピュータを導入した。これをきっかけに同施設の運用とそれに伴う技術移転、および関連人材養成を目的に当連携研究体が発足した。大規模並列記号処理によるモデル検査器や SAT solver の開発研究、シミュレーションによるシステム検証とその形式手法による支援、関西経済連合会組込みソフト産業推進会議との共催による組込みシステムアーキテクトの人材養成事業（組込み適塾）などがその活動内容である。平成20年度は、クラスタコンピュータの仕様作成とその調達、および組込み適塾の開催を計画する。クラスタコンピュータには、大容量の主記憶を擁する大規模記号処

理向けのノードと、ノード数を重視するネットワークシミュレーション向けのものを用意し、システム検証の幅広い要求に耐えるものとする。一方、組込み適塾は主コース一回に加えて、演習重視のサブコースを適宜開催する。

#### 20年度成果

クラスタコンピュータの計画を新聞発表し、平成21年3月までには納入を終了した。平成21年度はこれらを使った先端的検証技術の事例作成を産業との連携で行なう予定である。

一方、7月から9月にかけて組込み適塾の主コースを開催し、30名の受講者を得、20名弱の講師を全国から招聘し、結局途中から外国出張となった1名を除く29名がコースを修了して修了証を得た。また、クラス設計の演習コースとリファクタリングの演習コースをそれぞれ一週間ずつ開催し、これも20名以上の受講者を得て好評のうちに終了した。平成21年度も同様の人材養成活動を展開する。

### (8) 中国センター (AIST Chugoku)

所在地：〒737-0197 広島県呉市広末広2-2-2

代表窓口：電話：0823-72-1111、FAX：0823-73-3284、  
人員：36名 (25名)

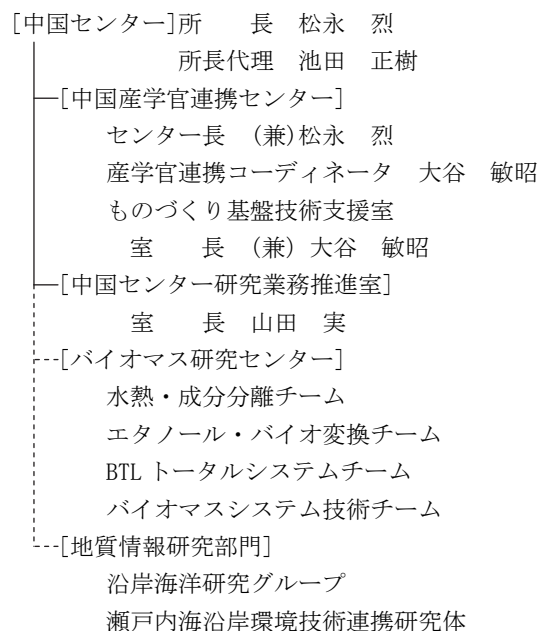
概要：独立行政法人産業技術総合研究所中国センターは、中国地域における中核的な研究機関として、基礎から応用に到る連続的な研究フェーズを有する「本格研究」の確立を目指しつつ、積極的な産学官連携と、基礎研究の成果を産業技術へ橋渡しする「第二種基礎研究」の推進に鋭意取り組んでいる。

中国センターには「バイオマス研究センター」が設置され、木質系バイオマスからのエタノール・ETBE製造、ディーゼル燃料製造及びシミュレーションによるシステム評価等を行うことによって、石油を中心とする化石資源代替を促進し、循環型エネルギー社会の構築に貢献できる実用化バイオマス転換プロセスの開発を目指している。

また、沿岸海洋研究分野においては、瀬戸内海沿岸環境技術連携研究体を設置し、環境修復産業の創出を目指して、環境エンジニアリングの研究開発に努めている。

産学官連携センターは、「中国地域産総研技術セミナー」等を通して産総研の研究開発の成果を中国地域に紹介するとともに、産学官連携による技術開発をコーディネートするべく、努力している。さらに、ものづくり基盤技術の支援を推進している。

#### 機構図 (2009/3/31現在)



### (9) 四国センター (AIST Shikoku)

所在地：〒761-0395 高松市林町2217番地14号

代表窓口：電話(087)869-3511、FAX(087)869-3554  
人員：37名 (28名)

概要：独立行政法人産業技術総合研究所の四国拠点としての四国センターは、'94.7月に香川県が技術・情報・文化の複合拠点として旧高松空港跡地に整備した「香川インテリジェントパーク」内に位置している。本パーク内には、先端技術・ソフトウェア開発などを行う県内外企業の研究所、香川大学工学部、香川県における総合的な支援事業を行うかがわ産業支援財団とその附属の研究所、総合コンベンション施設などが集積している。

四国センターの産学官連携等においては、四国経済産業局、中小企業基盤整備機構四国支部、四国工業研究会等と協力し、四国内外の広域連携による民間企業などとの産学官連携活動、技術開発やコーディネート等の支援活動を活発に行い、地域の産業振興・社会ニーズに応えて貢献している。

研究拠点としての四国センターでは、四国経済産業局の四国テクノブリッジ (産業クラスター) 計画の重点課題である健康関連産業を中心とした産業の育成・振興に向けた取組を強化するなど特定の領域で、世界的に高いポテンシャルを有する先端融合研究を推進している。

平成20年度における四国センターの主な業務実績等は次のとおりである。

#### (1) 健康工学研究センター

健康な長寿社会の構築を見据え、人間生活における人体の健康維持管理に関する工学的技術開発の推進を目的として、平成17年4月に「健康工学研究センタ

一」を設立。産総研の全研究ユニットや四国の行政・企業・大学・研究機関等と緊密に連携しつつ、健康予知診断技術および健康リスク削減技術を中心とした研究開発並びに健康産業創出を推進するわが国における健康工学研究の中核拠点を目指している。平成20年4月にヒューマンストレスシグナル研究センターが合流し、これまで蓄積されてきたストレスバイオマーカーの解析・評価・計測に関する高い技術を融合し、健康長寿で安心な生活環境を提供する研究開発を強力に推進している。

(2) 四国産学官連携センター

平成20年度の連携拠点としての取組と実績は次のとおりである。

① 産学官連携プロジェクトの発掘・立案・実施

- ・地域イノベーション創出共同体形成事業に(財)四国産業・技術支援センターと共に提案・採択され、事務局として事業の効率的な推進を図ると共に、統括コーディネータ、各分科会委員長等として事業を中心となって進めた。また、四国地域の先進ものづくり産業の発展・支援を目的に「高精度5軸加工技術マニュアル」を作成した。
- ・四国経済産業局と連携してテクノブリッジ計画の推進を支援。
- ・連携プロジェクト発掘、企業ニーズ調査のための企業訪問を実施（訪問企業数 延べ101社）。
- ・地域イノベーション創出研究開発事業に新規参画1件、前年度からの継続案件1件、計2件に参画。
- ・香川県が実施している都市エリア産学官連携促進事業に参画。
- ・戦略的基盤技術高度化支援事業(サポーティングインダストリー)に参画。
- ・共同研究24件（四国内12件、資金提供型2件）、受託研究12件、技術研修9件を実施。

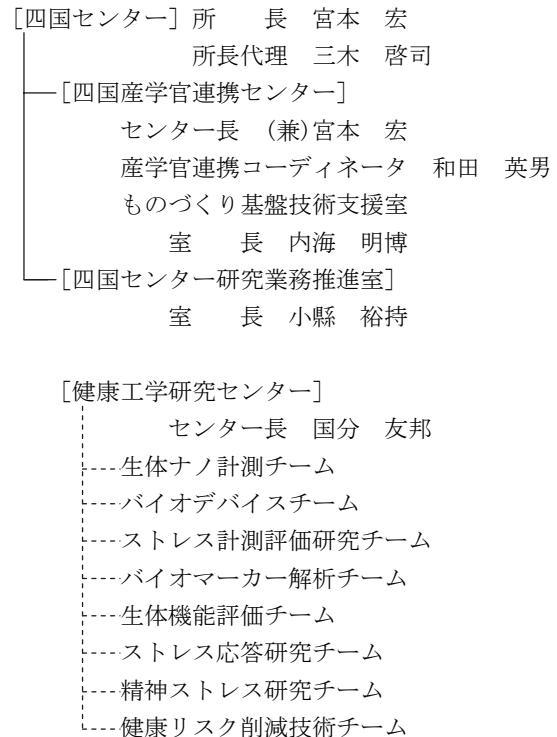
② 広域連携を目指した活動

- ・平成17年度に締結した四国6大学（国立5大学+高知工科大学）との包括連携協定に基づき、定期的に「大学・産総研四国連絡協議会」を開催。連携すべき案件、研究課題等を検討し、競争的資金の獲得や関係機関との連携拡大・強化に積極的に取り組んでいる。
- ・昨年度に引き続き（財）四国産業・技術振興センター等と連携し、「第3回四国食品健康フォーラム」を開催した（約150名参加）。
- ・テレビ会議システムを活用して、(独)中小企業基盤整備機構四国支部とのネットワークを形成し、業務に関する連携を強化・推進した。
- ・産業技術連携推進会議四国地域部会の事務局として、公設試研究者の交流と研鑽を目的として「四国地域公設試験研究機関研究者合同研修会」を実施した。

③ 広報活動

- ・地域への技術シーズの提供として、研究講演会（第3回健康工学シンポジウム、健康工学研究センター研究成果発表会、四国工業研究会・次世代バイオナノ研究会）4回、産総研技術セミナー1回、溶接・表面改質フォーラム3回等開催した。
- ・見学者受け入れ8団体（99名）を実施。
- ・産業技術総合研究所四国センターや四国産業技術研究のホームページ、毎月発行の企業会員宛メールマガジンで情報発信。

機構図（2009/3/31現在）



(10) 九州センター（AIST Kyushu）

所在地：〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町807-1  
 代表窓口：TEL：0942-81-3600 FAX：0942-81-3690  
 福岡サイト：〒812-0038 福岡市博多区祇園町4番2号  
 博多祇園 BLDG. 3F  
 TEL：092-282-0283 FAX：092-282-0281  
 直方サイト：〒822-0002 福岡県直方市頓野1541  
 TEL：0949-26-5511 FAX：0949-26-5518  
 福岡西事業所：〒819-0395 福岡市西区元岡744  
 TEL：092-802-0260 FAX：092-802-0259  
 人 員：57名（42名）

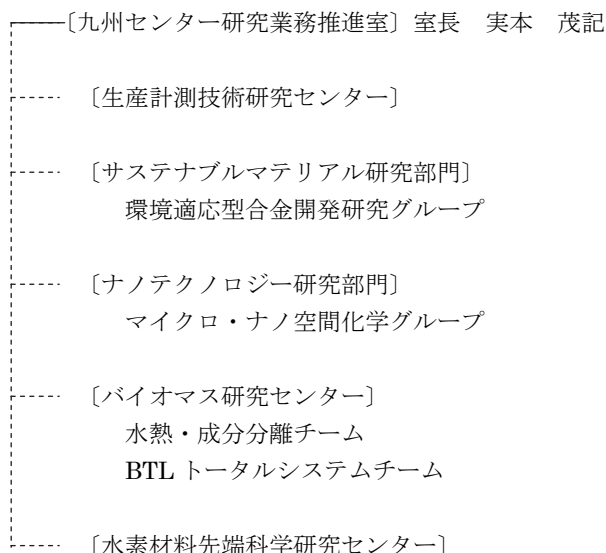
概 要：産業技術総合研究所九州センターは、研究拠点として、生産現場で観測できる高度な計測技術の開発を目的とした生産計測技術研究センターを佐賀県鳥栖市に設立（H19）し、先端的なセンシング技術の開発を行う

とともに、「マイスター制度」を導入し、オンタイムで生産現場の問題解決を図っている。他にも、ナノテクノロジー研究部門、サステナブルマテリアル研究部門およびバイオマス研究センターからの研究グループ等が存在している。また、エネルギー分野における水素社会実現のために、水素材料先端科学研究センターを福岡西事業所に設置（H18）し、水素材料に関わる現象を解明して産業界に情報提供するとともに、安全な水素利用のための課題にも取り組んでいる。

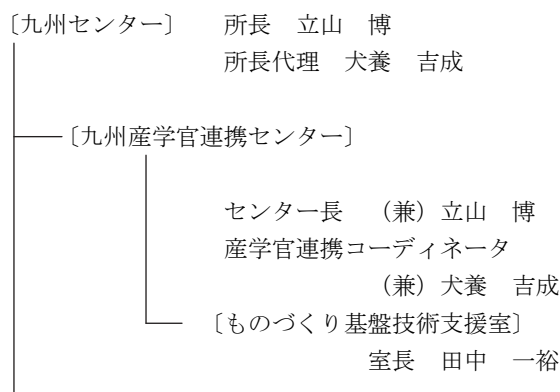
連携拠点としての活動では「地域イノベーション創出共同体形成事業」で、半導体関連、自動車関連および食品・バイオ分野に3分科会を設置し、研究会や研究開発環境支援事業において地域企業のイノベーション創出に貢献している。福岡サイトでは、毎月第二金曜日に中小企業基盤整備機構九州支部、九州経済産業局の3者共同主催による「産学官交流研究会 博多セミナー」を開催し、産学官の連携・情報交換を行っている。また、中小製造業 IT 化支援ソフト基盤「MZ プラットフォーム」（MZPF）導入促進セミナーや講習会を九州各県で開催して、MZPF の導入や研究会への参加を企業に働きかけており、既に、長崎県と福岡県では MZPF 導入ビジネスが成立している（会員企業数：3/31現在104）。

9月には、九州センターを一般公開し、科学の楽しさや不思議さを体験させる機会を提供した（来場者：820名）。その前日には、鳥栖市内の中学1年生約560名の見学も受け入れた。11月には「産総研テクノショップ in 九州」を長崎市で開催し（参加者：148名）、地元企業との意見交換会や技術相談も行い、産総研の存在をアピールした。2月には、九州を代表する産業分野を中心課題とした「九州センター研究講演会」を福岡市で開催した（参加者：168名）。

その他、10月に「北九州学術研究都市第8回産学連携フェア」産総研セミナー（参加者40名）および九州・沖縄地域公設試&産総研合同成果発表会（参加者198名）を北九州市で開催した。また、産総研コンソーシアム「実環境計測・診断システム協議会」が主催する講演会およびその傘下の研究会による講演会を11回開催した。



機構図（2009/3/31現在）



## 4. 総合センター

&lt;凡 例&gt;

総合センター名 (English Name)

所在地：住所

概要：部門概要

関連組織：

業務報告データ (表等で報告)

(1) 地質調査総合センター  
(Geological Survey of Japan)

所在地：〒305-8567 つくば市東1-1-1 中央第7 他  
 概要：産業技術総合研究所地質調査総合センターは、以下に示すように地質調査総合センター代表のもとに研究ユニット及び関連部署からなる産総研内の「地質の調査」に関連する組織の総称である。この組織はほぼ旧地質調査所を引き継いでおり、対外的には“Geological Survey of Japan”を名乗って、各国地質調査所に対して我が国を代表する窓口となっている。

「地質の調査」は、産総研のミッションの一つとして位置付けられている。地質学及び関連科学の幅広い分野にわたる研究者からなる地質調査総合センターは、学際的・境界領域的研究分野の積極的開拓を目指した連携体制を構築し、国の知的基盤整備の一翼をになうとともに、地震・火山噴火等の突発的地質災害発生時の緊急調査・観測体制に対応する機能を持っている。また、地質調査総合センターは、構成する研究ユニットの地質分野における研究成果を一つの出口としてまとめ、旧地質調査所の出版物刊行を引き継いだ出版活動及び成果普及活動を実施している。さらに、産学官連携活動の一環として、経済産業省知的基盤課との定期連絡会、関連業界団体である(社)全国地質調査業協会連合会、地方公共団体等との定期懇談会、産総研コンソーシアム「地質地盤情報協議会」、産技連知的基盤部会等を実施している。

地質調査総合センターでは、各ユニット及び研究管理・関連部署間の意思の疎通を図るために、隔週の連絡会議を開催し、情報交換・意見交換等を行っている。

-----  
関連組織 (2009/3/31現在)

[地質調査総合センター]

代表 加藤 碩一  
 研究コーディネータ 佃 栄吉  
 産学官連携コーディネータ 古宇田 亮一

研究ユニット等

[活断層研究センター]

センター長 杉山 雄一 他

[地圏資源環境研究部門]

部門長 矢野 雄策 他

[地質情報研究部門]

部門長 栗本 史雄 他

[深部地質環境研究コア]

コア代表 渡部 芳夫 他

研究管理・関連関連部署

[地質調査情報センター]

センター長 脇田 浩二 他

[広報部 地質標本館]

館長 青木 正博 他

地域拠点等

[産学官連携推進部門 北海道産学官連携センター]

中川 充 他

[産学官連携推進部門 東北産学官連携センター]

高橋 裕平 他

事務局

[地質調査情報センター]

業務報告データ

日付	地質調査総合センター行事
H20. 5. 8	第12回地質調査総合センターシンポジウム「地下水と岩石物性との関連の解明ー産総研のチャレンジ」(秋葉原ダイビル)
H20. 8. 2	地質情報展プレイベント(秋田)～8.3
H20. 9. 19	地質情報展2008あきた(秋田)～9.21
H21. 2. 26	第13回地質調査総合センターシンポジウム「海域・沿岸域の資源・管球・防災ー持続的発展に向けた海洋地質研究ー」(秋葉原ダイビル)

(2) 計量標準総合センター  
(National Metrology Institute of Japan)

所在地：〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 中央第3

概要：産業技術総合研究所内の計測標準研究部門と計量標準管理センターの2つの部署等を一括して、計量標準総合センター（National Metrology Institute of Japan：NMIJ）と総称している。計量標準総合センターは、この2部署等が互いに連携を取りながら、経済産業省が企画立案する政策のもと、計量標準や計測分析技術に関する先導的な研究開発を行っていくとともに、質の高い標準供給を行い、我が国のトレーサビリティ制度と法定計量制度の発展に貢献をしている。また、計量標準総合センターは、外部からは産総研の計量に関わる活動の中核的な組織として位置付けられ、国際的にはメートル条約などにおいて日本の代表機関として位置付けられている。

計量に関わる活動を円滑かつ確実に実施するため、計量標準総合センター運営委員会及びその下部委員会である物理標準分科会、化学標準分科会、法定計量分科会を、それぞれ定期的に開催しており、その事務局を計量標準計画室が担っている。

具体的な、主な活動は以下の通りである。

- 1) 標準整備計画に基づく、既存の計量標準の維持・改善と新しい標準の研究・開発
- 2) 高品質な標準の供給、共同研究・技術指導、広報・啓発活動等による成果の普及
- 3) 計量標準の需要動向の調査と、それに基づく標準整備計画や研究課題への反映
- 4) メートル条約、OIML 条約などの国際条約に基づく活動（計量標準の国際相互承認 [MRA]、各国の国家計量機関 [NMI] との研究協力・技術協力など）
- 5) 計量や計測に関する人材の育成
- 6) 計量法に基づく計量器の型式承認試験、基準器検査等

関連組織（2009/3/31現在）

[計量標準総合センター] 代表 岡路 正博

[計測標準研究部門]

部門長 岡路 正博 他

[計量標準管理センター]

センター長 三戸 章裕 他

業務報告データ

- ・計量標準総合センター全体会合 4回  
(4月3日、6月12日、7月2日、1月5日)
- ・計量標準総合センター運営委員会 41回
- ・2008年度供給開始標準項目

物理標準 8、標準物質 23

- ・ピアレビュー及びASNITE-NMI 認定審査
- ・技術ピアレビュー・ASNITE-NMI 認定の合同審査を通じて、7種類の校正サービス・標準物質供給について認定を取得した

- ・JCSS 審査等への技術専門家の派遣  
延べ60件、技術専門家の派遣を実施した
- ・講演会等 6回

1. 第21回 NMIJ セミナー（法定計量セミナー）「水道メーターにおける現状と展望」（NMIJ、日本計量機器工業連合会主催）4月24日 東京ビッグサイト
2. 第22回 NMIJ セミナー（計量標準セミナー）計量標準「遠隔校正～より利用しやすい校正サービスを目指して～」(NMIJ、日本計量機器工業連合会主催) 4月25日 東京ビッグサイト
3. 国際計量標準シンポジウム—安心・安全を支える計量標準— (NMIJ 主催、日本計量機器工業連合会共催) 4月25日 東京ビッグサイト
4. 第23回 NMIJ セミナー（標準物質セミナー）「確かな分析に必要な標準物質」9月5日 幕張メッセ
5. 計測標準フォーラム第6回合同講演会（NMIJ、日本 NCSLI 主催）11月21日 大田区産業プラザ PiO
6. 計量標準総合センター2008成果発表会 12月17日—18日 産総研つくばセンター共用講堂

・主なイベント参加

1. 「INTERMEASURE2008（第23回国際計量計測展）」ブース出展 4月23日—25日 東京ビッグサイト
2. 「2008分析展」ブース出展 9月3日—5日 幕張メッセ
3. 「PITTCON 2009」ブース出展 3月8日—13日 米国イリノイ州シカゴ市 McCormick Place
4. 「オートモーティブテスト東京2009」ブース出展 3月12日—14日 東京ビッグサイト

・出版物発行 2回

1. 産総研計量標準報告 Vol. 7 No. 1 発刊（2008. 5）
2. 産総研計量標準報告 Vol. 7 No. 2 発刊（2008. 12）



①物理標準

法定計量

種 類	受理個数	検査・試験個数	不合格個数	不合格率 (%)
検定	18	18	0	0.0
型式承認試験	121	119	11	9.1
基準器検査	3,346	3,319	66	2.0
比較検査	45	45	1	2.2

校正・試験等

種類	受理個数	校正・試験個数
特定標準器による校正 (特定二次標準器)	359	346
特定標準器による校正 (特定副標準器)	32	34
依頼試験	695	712
技能試験等校正	57	60
OIML 適合性試験	4	4

イ. 検 定

当所で現在行われている計量法に基づいた検定業務は、精度の極めて高いものと高度の検定設備能力を必要とするものなどの機種だけがその対象となっている。

種 類	項目	実施場所	受理個数	検査個数	不合格 個 数	不合格率 (%)
温	ベックマン温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	18	18	0	0.0
		小 計	18	18	0	0.0
度	ベックマン温度計以外の ガラス製温度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	0	0	0	0.0
合 計		つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	18	18	0	0.0
総 計			18	18	0	0.0

総合センター

ロ、型式承認試験

計量器の構造（性能及び材料の特性を含む。）をあらかじめ十分に試験して、一定の基準に適合するものに「型式の承認」を与え、同一構造のものについては、その後の計量器の検定に際し、構造の検定を省略（一部残るものもある）し、検定の適正化と効率化を図る制度である。

種類	項目 実施場所	受理個数			試験 個数	承認 個数	不承認 個数	不承認率 (%)	
		新規	追加	計					
タクシメーター	つくばセンター	2	0	2	3	2	1	50.0	
	大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	2	0	2	3	2	1	50.0	
質量計	非自動はかり	つくばセンター	18	10	28	27	22	5	17.9
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	18	10	28	27	22	5	17.9
温度計	ガラス製体温計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	抵抗体温計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	6	0	6	4	4	0	0.0
		計	6	0	6	4	4	0	0.0
体積計	水道メーター	つくばセンター	28	0	28	27	25	2	7.1
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	28	0	28	27	25	2	7.1
	温水メーター	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	燃料油メーター	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	液化石油ガスメーター	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
ガスメーター	つくばセンター	6	0	6	7	5	2	33.3	
	大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	6	0	6	7	5	2	33.3	
圧力計	アネロイド型圧力計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	アネロイド型血圧計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
大阪扇町サイト		42	1	43	39	38	1	2.3	
計	42	1	43	39	38	1	2.3		
熱量計	ボンベ型熱量計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	積算熱量計	つくばセンター	1	0	1	3	3	0	0.0
大阪扇町サイト		0	0	0	0	0	0	0.0	
計	1	0	1	3	3	0	0.0		
騒音計	普通騒音計	つくばセンター	2	0	2	2	2	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	2	0	2	2	2	0	0.0
	精密騒音計	つくばセンター	1	0	1	1	1	0	0.0
大阪扇町サイト		0	0	0	0	0	0	0.0	
計	1	0	1	1	1	0	0.0		
照度計	つくばセンター	0	0	0	1	1	0	0.0	
	大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	0	0	0	1	1	0	0.0	

総合センター

種 類	項目 実施場所	受 理 個 数			試 験 個 数	承 認 個 数	不承認 個 数	不承認率 (%)	
		新規	追加	計					
濃 度 計	ジルコニア式酸素濃 度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	溶液導電率式二酸化 硫黄濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	磁気式酸素濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	紫外線式二酸化硫黄 濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	紫外線式窒素酸化物 濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
	非分散型赤外線式 二酸化硫黄濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0
		計	0	0	0	0	0	0	0.0
非分散型赤外線式 窒素酸化物濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	0	0	0	0	0	0	0.0	
非分散型赤外線式 一酸化炭素濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	0	0	0	0	0	0	0.0	
化学発光式窒素 酸化物濃度計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	大阪扇町サイト	0	0	0	0	0	0	0.0	
	計	0	0	0	0	0	0	0.0	
ガラス電極式水素 イオン濃度検出器	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	大阪扇町サイト	1	0	1	1	1	0	0.0	
	計	1	0	1	1	1	0	0.0	
ガラス電極式水素 イオン濃度指示計	つくばセンター	0	0	0	0	0	0	0.0	
	大阪扇町サイト	3	0	3	4	4	0	0.0	
	計	3	0	3	4	4	0	0.0	
合 計	つくばセンター	58	10	68	71	61	10	14.7	
	大阪扇町サイト	52	1	53	48	47	1	1.9	
総 計		110	11	121	119	108	11	9.1	

ハ、基準器検査

計量器の構造、修理などの事業を行う者及び計量関係行政機関等が、検定、定期検査、立入検査などを行う場合には、その標準として基準器検査に合格して基準器検査成績書が交付された基準器を用いることになっている。基準器検査の対象機種の大半については当所が検査を行っており、これらの業務は計量法に基づいて行う重要な標準供給業務となっている。なお、基準器検査は検定手数料の関係から次の二つに大別される。

- (1) 手数料を徴収する検査（計量器メーカー等が使用するもの）
- (2) 手数料を伴わない検査（計量行政機関等が使用するもの）

種類	項目		受理個数	検査個数	不合格個数	不合格率 (%)
	実施場所					
長さ	基準巻尺	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	23	23	0	0.0
		小計	23	23	0	0.0
	合計		23	23	0	0.0
質量基準器	基準手動天びん	つくばセンター	107	103	2	1.9
		大阪扇町サイト	174	174	8	4.6
		小計	281	277	10	3.6
	基準台手動はかり	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	1	1	0	0.0
		小計	1	1	0	0.0
	基準直示天びん	つくばセンター	4	4	0	0.0
		大阪扇町サイト	6	5	1	20.0
		小計	10	9	1	11.1
	特級基準分銅	つくばセンター	594	594	2	0.3
		大阪扇町サイト	964	989	34	3.4
		小計	1,558	1,583	36	2.3
	合計		1,850	1,870	47	2.5
	温度基準器	基準ガラス製温度計	つくばセンター	0	0	0
大阪扇町サイト			124	118	1	0.8
小計			124	118	1	0.8
基準ベックマン温度計		つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	0	0	0	0.0
合計		124	118	1	0.8	
体積基準器	基準フラスコ	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	19	19	1	5.3
		小計	19	19	1	5.3
	基準ビュレット	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	6	5	0	0.0
		小計	6	5	0	0.0
	基準ガスメーター	つくばセンター	64	61	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	64	61	0	0.0
	基準水道メーター	つくばセンター	77	77	4	5.2
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	77	77	4	5.2
	基準燃料油メーター	つくばセンター	71	66	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	71	66	0	0.0
	基準タケ	つくばセンター	136	116	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小計	136	116	0	0.0
基準体積管	つくばセンター	28	26	2	7.7	
	大阪扇町サイト	0	0	0	0.0	
	小計	28	26	2	7.7	
合計		401	370	7	1.9	

総合センター

種 類	項 目		受理個数	検査個数	不合格個数	不合格率 (%)
	実施場所					
密度基準器	基準密度浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	56	56	6	10.7
		小 計	56	56	6	10.7
	液化石油ガス用 浮ひょう型密度計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	57	57	1	1.8
		小 計	57	57	1	1.8
合 計		113	113	7	6.2	
圧力基準器	基準液柱型圧力計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	172	170	1	0.6
		小 計	172	170	1	0.6
	基準重錘型圧力計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	409	404	3	0.7
		小 計	409	404	3	0.7
合 計		581	574	4	0.7	
熱量基準器	基準流水型熱量計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	0	0	0	0.0
	ユンケルス式流水型 熱量計	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	0	0	0	0.0
合 計		0	0	0	0.0	
騒音	基準静電型 マイクロホン	つくばセンター	26	22	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	26	22	0	0.0
	合 計		26	22	0	0.0
振動	基準サーボ式ピック アップ	つくばセンター	15	16	0	0.0
		大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
		小 計	15	16	0	0.0
	合 計		15	16	0	0.0
濃度	基準酒精度浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	29	29	0	0.0
		小 計	29	29	0	0.0
	合 計		29	29	0	0.0
比重基準器	基準比重浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	156	156	0	0.0
		小 計	156	156	0	0.0
	基準重荷測定 浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
		大阪扇町サイト	28	28	0	0.0
		小 計	28	28	0	0.0
合 計		184	184	0	0.0	
合 計		つくばセンター	1,122	1,085	10	0.9
		大阪扇町サイト	2,224	2,234	56	2.5
総 計			3,346	3,319	66	2.0

総合センター

二、比較検査

比較検査は、検定と同様に合否の判定を行うが、具体的な器差を明らかにして成績書を交付し、精密な計量に奉仕する制度である。

種 類	項目	受理個数	検定個数	不合格 個 数	不合格率 (%)
	実施場所				
酒精度浮ひょう	つくばセンター	0	0	0	0.0
	大阪扇町サイト	45	45	1	2.2
総 計		45	45	1	2.2

総合センター

ホ、特定標準器による校正試験

特定標準器による校正（特定二次標準器）

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
01.長さ	4	0	4	3	0	3
よう素安定化ヘリウムネオンレーザ	4	0	4	3	0	3
02.幾何学量	1	0	1	1	0	1
ロータリーエンコーダ	1	0	1	1	0	1
03.時間	100	0	100	74	0	74
周波数発振器	100	0	100	74	0	74
04.質量	90	0	90	113	0	113
標準分銅	90	0	90	113	0	113
05.力	22	0	22	16	0	16
ビルトアップ式力基準機	0	0	0	0	0	0
実荷重式、こうかん式又は油圧式力基準機	22	0	22	16	0	16
06.トルク	3	0	3	3	0	3
参照用トルクメータ	3	0	3	3	0	3
参照用トルクレンチ	0	0	0	0	0	0
07.圧力	10	0	10	10	0	10
ピストン重錘型圧力計	10	0	10	10	0	10
07.圧力	1	0	1	1	0	1
粘性真空計	1	0	1	1	0	1
10.流量	6	0	6	8	0	8
ISO型トロイダルスロート音速ノズル	0	0	0	0	0	0
レーザー流速計	0	0	0	0	0	0
液体流量校正装置	0	0	0	2	0	2
気体流量校正装置	1	0	1	1	0	1
石油用流量計	3	0	3	3	0	3
超音波流速計	1	0	1	1	0	1
微風速校正風洞	1	0	1	1	0	1
11.密度	1	0	1	1	0	1
シリコン単結晶	1	0	1	1	0	1
14.音響	10	0	10	9	0	9
標準マイクロホン	10	0	10	9	0	9
16.振動加速度	0	0	0	2	0	2
レーザー干渉式振動測定装置	0	0	0	2	0	2
振動加速度計	0	0	0	0	0	0
19.直流・低周波	26	0	26	26	0	26
交流抵抗器	2	0	2	2	0	2
電圧発生装置	4	0	4	4	0	4
標準キャパシタ	5	0	5	5	0	5
標準抵抗器	12	0	12	12	0	12
誘導分圧器	3	0	3	3	0	3
20.高周波	32	0	32	30	0	30
ピストン減衰器	2	0	2	1	0	1
固定長エレメント型ダイポールアンテナ	2	0	2	2	0	2
光パワー測定装置	5	0	5	4	0	4
光電検出器	0	0	0	0	0	0
高周波インピーダンス 3.5 mm 同軸	0	0	0	0	0	0
高周波雑音（同軸）	0	0	0	0	0	0
高周波電圧	2	0	2	2	0	2
高周波電力 2.9 mm 同軸	2	0	2	2	0	2
高周波電力 7 mm 同軸	11	0	11	11	0	11
同軸可変減衰器	8	0	8	8	0	8
21.測光量・放射量	2	0	2	2	0	2
分光応答度	2	0	2	2	0	2
22.放射線	13	0	13	15	0	15
放射線線量計	13	0	13	15	0	15

総合センター

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
23. 放射能	3	0	3	0	0	0
ガンマ線スペクトロメーター	0	0	0	0	0	0
液体シンチレーションカウンタ	1	0	1	0	0	0
荷電粒子測定装置	2	0	2	0	0	0
24. 中性子	1	0	1	0	0	0
中性子検出器	1	0	1	0	0	0
25. 温度	19	0	19	19	0	19
貴金属熱電対	10	0	10	10	0	10
白金抵抗温度計	9	0	9	9	0	9
26. 湿度	15	0	15	13	0	13
露点計	15	0	15	13	0	13
28. 硬さ	0	0	0	0	0	0
ビッカース硬さ基準機	0	0	0	0	0	0
ビッカース硬さ表標準片	0	0	0	0	0	0
ロックウェル硬さ基準機	0	0	0	0	0	0
ロックウェル硬さ標準片	0	0	0	0	0	0
合 計	359	0	359	346	0	346



へ、依頼試験

依頼試験

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
01. 長さ	0	3	3	0	3	3
デジタルスケール (1 m まで)	0	0	0	0	0	0
ブロックゲージ (遠隔校正)	0	0	0	0	0	0
ブロックゲージ絶対測定	0	0	0	0	0	0
よう素安定化	0	0	0	0	0	0
干渉測長器	0	0	0	0	0	0
距離計	0	0	0	0	0	0
固体屈折率	0	0	0	0	0	0
低熱膨張係数ブロックゲージ絶対測定	0	0	0	0	0	0
特殊ブロックゲージ絶対測定	0	0	0	0	0	0
内径外径	0	3	3	0	3	3
標準尺絶対測定 (指定線間)	0	0	0	0	0	0
標準尺比較測定	0	0	0	0	0	0
02. 幾何学量	27	0	27	27	0	27
AFM 方式段差測定	0	0	0	0	0	0
CMM (遠隔校正)	0	0	0	0	0	0
CMM による幾何形状測定	6	0	6	6	0	6
オートコリメータ	4	0	4	3	0	3
ステップゲージ	6	0	6	6	0	6
ボールバー	0	0	0	0	0	0
ボールプレート・ホールプレート	2	0	2	2	0	2
ロータリーエンコーダ	0	0	0	1	0	1
一次元グレーティング	0	0	0	0	0	0
光学式段差測定 (0.02~0.3 μm)	0	0	0	0	0	0
歯形・歯すじ	0	0	0	0	0	0
歯車ピッチ	0	0	0	0	0	0
触針式段差・深さ	0	0	0	0	0	0
真円度	0	0	0	0	0	0
真直度	0	0	0	0	0	0
多面鏡	2	0	2	2	0	2
二次元グレーティング	0	0	0	0	0	0
表面粗さ測定	0	0	0	0	0	0
平面度	7	0	7	7	0	7
03. 時間	58	0	58	63	0	63
YAG レーザー周波数	0	0	0	0	0	0
広帯域光周波数	1	0	1	1	0	1
周波数 (遠隔校正)	48	0	48	54	0	54
周波数発振器 原子発振器・商用発振器	9	0	9	8	0	8
通信帯光周波数	0	0	0	0	0	0
04. 質量	4	0	4	4	0	4
特性試験	0	0	0	0	0	0
分銅又はおもり	4	0	4	4	0	4
05. 力	1	0	1	1	0	1
高精度力計	1	0	1	1	0	1
06. トルク	8	0	8	8	0	8
トルクメータ	8	0	8	8	0	8
参照用トルクレンチ	0	0	0	0	0	0
07. 圧力	2	0	2	2	0	2
液体	0	0	0	0	0	0
気体	2	0	2	2	0	2
08. 重力加速度	0	0	0	0	0	0
重力加速度	0	0	0	0	0	0
絶対重力計	0	0	0	0	0	0
09. 真空計	3	0	3	2	0	2

総合センター

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
リーク	0	0	0	0	0	0
真空計	3	0	3	2	0	2
副標準用電離真空計管球	0	0	0	0	0	0
10. 流量	7	0	7	7	0	7
液体小流量	0	0	0	0	0	0
液体大流量及び中流量	7	0	7	7	0	7
気体小流量	0	0	0	0	0	0
気体中流速	0	0	0	0	0	0
気体中流量	0	0	0	0	0	0
石油大流量（軽油・灯油）	0	0	0	0	0	0
石油中流量（軽油・灯油）	0	0	0	0	0	0
11. 密度	0	0	0	0	0	0
PVT 性質（気体と液体）	0	0	0	0	0	0
シリコン単結晶	0	0	0	0	0	0
固体材料	0	0	0	0	0	0
12. 粘度・動粘度	17	0	17	21	0	21
粘度計校正用標準液	17	0	17	21	0	21
13. 体積（衡量法）	9	0	9	9	0	9
タンク	0	0	0	0	0	0
ビュレット（出用）	9	0	9	9	0	9
フラスコ（出用）	0	0	0	0	0	0
14. 音響	0	0	0	0	0	0
音場感度（I形、II形マイクロホン）	0	0	0	0	0	0
15. 超音波	26	0	26	26	0	26
音場感度（ハイドロホン）	26	0	26	26	0	26
超音波パワー	0	0	0	0	0	0
超音波音場プロファイル	0	0	0	0	0	0
16. 振動加速度	0	0	0	0	0	0
低周波振動加速度	0	0	0	0	0	0
電荷感度	0	0	0	0	0	0
18. 音速	0	0	0	0	0	0
音速	0	0	0	0	0	0
19. 直流・低周波	4	0	4	6	0	6
インダクタ	1	0	1	1	0	1
テラオームメータ	1	0	1	1	0	1
交直電圧比較装置	1	0	1	1	0	1
交流電流比較器	0	0	0	0	0	0
直流分圧器の分圧比の校正	0	0	0	0	0	0
電力計	0	0	0	0	0	0
電力量計	0	0	0	0	0	0
標準抵抗器	0	0	0	0	0	0
標準電圧発生器	0	0	0	0	0	0
変流器	1	0	1	3	0	3
20. 高周波	19	0	19	19	0	19
アンテナ係数試験	4	0	4	4	0	4
ピストン減衰器	0	0	0	0	0	0
レーザーエネルギー	0	0	0	0	0	0
レーザーパワー	1	0	1	1	0	1
レーザー減衰量	0	0	0	0	0	0
光ファイバパワー	0	0	0	0	0	0
光減衰量	0	0	0	0	0	0
高周波インピーダンス	11	0	11	11	0	11
高周波雑音	0	0	0	0	0	0
高周波電力	2	0	2	2	0	2
電磁界強度	0	0	0	0	0	0
同軸可変減衰器	1	0	1	1	0	1

総合センター

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
同軸固定減衰器	0	0	0	0	0	0
導波管可変減衰器	0	0	0	0	0	0
利得 (ホーンアンテナ)	0	0	0	0	0	0
21. 測光量・放射線量	17	0	17	18	0	18
アパーチャ開口面積 (放射測定用)	0	0	0	0	0	0
分光応答度	10	0	10	11	0	11
分光拡散反射率 (可視域)	5	0	5	5	0	5
分光放射照度	2	0	2	2	0	2
分光放射輝度	0	0	0	0	0	0
22. 放射線	426	0	426	428	0	428
β線	141	0	141	141	0	141
照射線量 (率) 測定器	8	0	8	8	0	8
照射線量測定器	4	0	4	4	0	4
照射線量率測定器	3	0	3	5	0	5
放射光軟 X 線フルエンス	0	0	0	0	0	0
放射線量検出素子	270	0	270	270	0	270
23. 放射能	2	0	2	2	0	2
γ線核種放射能	0	0	0	0	0	0
環境レベル放射能	0	0	0	0	0	0
放射能試料	0	0	0	0	0	0
放射能測定器	1	0	1	1	0	1
放射能濃度	1	0	1	1	0	1
放射能面密度	0	0	0	0	0	0
24. 中性子	12	0	12	14	0	14
中性子サーベイメータ校正試験	0	0	0	0	0	0
中性子源校正試験	0	0	0	0	0	0
中性子個人線量計校正試験	0	0	0	0	0	0
中性子測定器校正試験	12	0	12	14	0	14
25. 温度	5	1	6	7	1	8
カプセル型白金抵抗温度計	1	0	1	0	0	0
ガラス製温度計	0	1	1	0	1	1
ステム型白金抵抗温度計	0	0	0	0	0	0
貴金属熱電対	0	0	0	0	0	0
非接触温度計・校正装置	4	0	4	7	0	7
26. 湿度	2	0	2	2	0	2
気体中水分濃度測定装置	0	0	0	0	0	0
相対湿度計	0	0	0	0	0	0
露点計	2	0	2	2	0	2
27. 固体物性	10	0	10	16	0	16
熱拡散率	0	0	0	0	0	0
熱膨張率 (線膨張係数)	8	0	8	14	0	14
薄膜熱拡散時間	1	0	1	1	0	1
薄膜熱拡散率測定	1	0	1	1	0	1
比熱容量測定	0	0	0	0	0	0
29. 衝撃値	1	0	1	1	0	1
衝撃試験機	1	0	1	1	0	1
30. 粒子・粒子特性	2	0	2	2	0	2
粒径	0	0	0	0	0	0
粒子質量	0	0	0	0	0	0
粒子数濃度	2	0	2	2	0	2
31. 有機分析	0	0	0	0	0	0
純度測定	0	0	0	0	0	0
51. 計量器の構成要素及び検査装置の試験	2	0	2	1	0	1
ガソリン量器用空気分離器	0	0	0	0	0	0
はかり・制温ばね等の温度による試験	0	0	0	0	0	0
はかりの制温装置 (試験温度-10℃～60℃)	0	0	0	0	0	0

総合センター

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
試験装置の認定試験	0	0	0	0	0	0
質量計用ターミナル・デジタルディスプレイ	0	0	0	0	0	0
伸縮率、増加率、減少率（ガスメーター用膜）	1	0	1	1	0	1
特定計量器外部接続装置の性能試験	1	0	1	0	0	0
その他	23	0	23	22	0	22
体積	5	0	5	4	0	4
流量	18	0	18	18	0	18
OIML 適合証明書	4	0	4	0	0	0
ロードセル	0	0	0	0	0	0
自動車等給油メーター	1	0	1	0	0	0
電子体温計	0	0	0	0	0	0
非自動はかり	3	0	3	0	0	0
合 計	691	4	695	708	4	712

総合センター

へ、依頼試験

技能・特殊試験校正

種 類	受 理 個 数			校 正 個 数		
	つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
01.長さ	1	0	1	1	0	1
距離計	1	0	1	1	0	1
02.幾何学量	1	0	1	1	0	1
触針式段差・深さ	1	0	1	1	0	1
04.質量	4	0	4	4	0	4
分銅又はおもり	4	0	4	4	0	4
05.力	9	0	9	9	0	9
高精度力計	3	0	3	3	0	3
力計	6	0	6	6	0	6
07.圧力	3	0	3	3	0	3
液体	3	0	3	3	0	3
10.流量	1	0	1	5	0	5
気体小流量	0	0	0	1	0	1
微風速	1	0	1	2	0	2
気体中流速	0	0	0	2	0	2
11.密度	0	2	2	0	0	0
酒精度浮ひょう	0	1	1	0	0	0
重ホメ度浮ひょう	0	1	1	0	0	0
日本酒度浮ひょう	0	1	1	0	0	0
14.音響	2	0	2	3	0	3
サウンドレベルメータ	1	0	1	1	0	1
音響校正器	1	0	1	2	0	2
19.直流・低周波	2	0	2	2	0	2
キャパシタ	1	0	1	1	0	1
交流抵抗器	1	0	1	1	0	1
20.高周波	7	0	7	11	0	11
アンテナ係数試験	1	0	1	4	0	4
レーザパワー校正	1	0	1	1	0	1
高周波電圧	4	0	4	5	0	5
同軸可変減衰器	1	0	1	1	0	1
21.測光量・放射量	6	0	6	3	0	3
光度	4	0	4	2	0	2
分光放射照度	2	0	2	1	0	1
25.温度	5	0	5	5	0	5
貴金属熱電対	1	0	1	1	0	1
白金抵抗温度計	2	0	2	2	0	2
非接触温度計・校正装置	2	0	2	2	0	2
26.湿度	1	0	1	1	0	1
露点計（範囲 露点-10℃～+95℃）	1	0	1	1	0	1
28.硬さ	12	0	12	12	0	12
ロックウェル硬さ標準片	12	0	12	12	0	12
合 計	54	3	57	60	0	60

総合センター

へ、依頼試験

特定標準器による校正（特定副標準器）

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
19. 直流・低周波		8	0	8	8	0	8
ジョセフソン効果電圧測定装置		0	0	0	0	0	0
交直差測定装置		0	0	0	0	0	0
交流電圧用交直変換器		3	0	3	3	0	3
交流電流用交直変換器		1	0	1	1	0	1
抵抗測定装置		0	0	0	0	0	0
電圧測定装置		0	0	0	0	0	0
電圧発生装置		1	0	1	1	0	1
標準抵抗器		3	0	3	3	0	3
標準分圧器		0	0	0	0	0	0
21. 測光量・放射量		18	0	18	18	0	18
コイル M 字型光度標準電球		6	0	6	6	0	6
コイル M 字型分布温度標準電球		3	0	3	3	0	3
全光束標準電球		3	0	3	3	0	3
単平面型照度標準電球		6	0	6	6	0	6
分光放射照度標準電球		0	0	0	0	0	0
25. 温度		6	0	6	8	0	8
温度計用		3	0	3	4	0	4
放射温度計校正用		3	0	3	4	0	4
合 計		32	0	32	34	0	34

OIML 適合性試験

種 類	項 目 実施場所	受理個数	検査個数	不 合 格	
				個 数	不 合 格 率 (%)
ロードセル	つくばセンター	1	0	0	0.0
	大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
自動車等給油メーター	つくばセンター	0	1	0	0.0
	大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
電子体温計	つくばセンター	0	0	0	0.0
	大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
非自動はかり	つくばセンター	3	3	0	0.0
	大阪扇町サイト	0	0	0	0.0
総 計		4	4	0	0.0

総合センター

へ、依頼試験

部門内校正

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
01.長さ		3	0	3	3	0	3
よう素安定化		3	0	3	3	0	3
04.質量		55	0	55	55	0	55
分銅又はおもり		55	0	55	55	0	55
07.圧力		8	0	8	8	0	8
気体		8	0	8	8	0	8
11.密度		0	1	1	0	1	1
密度浮ひょう		0	1	1	0	1	1
19.直流・低周波		7	0	7	5	0	5
交直変換器		3	0	3	3	0	3
標準抵抗器		4	0	4	2	0	2
20.高周波		66	0	66	65	0	65
高周波インピーダンス		64	0	64	64	0	64
高周波電力		1	0	1	0	0	0
同軸可変減衰器		1	0	1	1	0	1
25.温度		12	0	12	8	0	8
放射温度計校正用		1	0	1	1	0	1
白金抵抗温度計		6	0	6	5	0	5
カプセル型白金抵抗温度計		2	0	2	0	0	0
非接触温度計・校正装置		3	0	3	2	0	2
26.湿度		2	0	2	2	0	2
露点計（範囲 露点-10℃～+95℃）		2	0	2	2	0	2
合 計		153	1	154	146	1	147

所内校正

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
21.測光量・放射量		3	0	3	3	0	3
分光放射照度		3	0	3	3	0	3
24.中性子		1	0	1	1	0	1
中性子サーベイメータ校正試験		1	0	1	1	0	1
合 計		4	0	4	4	0	4

ト、研究開発品

種 類	実施場所	受 理 個 数			校 正 個 数		
		つくば センター	大阪扇町 サイト	計	つくば センター	大阪扇町 サイト	計
1. 熱拡散率試験片 (4枚)		0	0	0	0	0	0
2. 白金パラジウム熱電対		0	0	0	0	0	0
3. 音速試験片		0	0	0	0	0	0
4. 熱膨張率標準物質(単結晶シリコン)		8	0	8	8	0	8
5. 熱膨張率標準物質(ガラス状炭素)		0	0	0	0	0	0
6. 熱拡散率標準物質(等方性黒鉛)		3	0	3	3	0	3
合 計		11	0	11	11	0	11



② 認証標準物質

計量標準総合センターでは品質システムを整備し、生産計画に基づいて標準物質の生産を行っている。特性値は安定性と均一性を確認し、妥当性が確かめられた測定方法とトレーサビリティの確立された計測標準を用いている。また、不確かさを算出した上で内部の標準物質認証委員会にて審議され、認証標準物質（NMIJ CRM）を随時頒布している。

認証標準物質の一覧表  
(NMIJ 認証標準物質)

識別記号	名 称	頒 布 数
NMIJ CRM 1001-a	鉄-クロム合金 (Cr 5%)	1
NMIJ CRM 1002-a	鉄-クロム合金 (Cr 15%)	1
NMIJ CRM 1003-a	鉄-クロム合金 (Cr 20%)	1
NMIJ CRM 1004-a	鉄-クロム合金 (Cr 30%)	1
NMIJ CRM 1005-a	鉄-クロム合金 (Cr 40%)	1
NMIJ CRM 1006-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 5%)	2
NMIJ CRM 1007-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 10%)	2
NMIJ CRM 1008-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 20%)	2
NMIJ CRM 1009-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 40%)	2
NMIJ CRM 1010-a	鉄-ニッケル合金 (Ni 60%)	2
NMIJ CRM 1011-b	鉄-炭素合金 (C 0.1%)	4
NMIJ CRM 1012-b	鉄-炭素合金 (C 0.2%)	4
NMIJ CRM 1013-b	鉄-炭素合金 (C 0.3%)	4
NMIJ CRM 1014-b	鉄-炭素合金 (C 0.5%)	4
NMIJ CRM 1015-b	鉄-炭素合金 (C 0.7%)	4
NMIJ CRM 1016-a	鉄クロム合金(蛍光 X 線用)	0
NMIJ CRM 1017-a	ステンレス鋼 (EPMA 用)	2
NMIJ CRM 1018-a	Ni (36%) -Fe 合金 (EPMA 用)	1
NMIJ CRM 3001-a	フタル酸水素カリウム	40
NMIJ CRM 3401-a	一酸化窒素	0
NMIJ CRM 3402-a	二酸化硫黄	0
NMIJ CRM 3403-a	亜酸化窒素標準ガス (高濃度、窒素希釈)	0
NMIJ CRM 3404-b	酸素	3
NMIJ CRM 3406-a	一酸化炭素	1
NMIJ CRM 3407-a	二酸化炭素	1
NMIJ CRM 4001-a	エタノール	3
NMIJ CRM 4002-a	ベンゼン	12
NMIJ CRM 4003-a	トルエン	12
NMIJ CRM 4004-a	1,2-ジクロロエタン	3
NMIJ CRM 4011-a	<i>o</i> -キシレン	1
NMIJ CRM 4012-a	<i>m</i> -キシレン	1
NMIJ CRM 4013-a	<i>p</i> -キシレン	1
NMIJ CRM 4019-a	ブロモホルム (トリブロモメタン)	0
NMIJ CRM 4020-a	ブロモジクロロメタン	0
NMIJ CRM 4021-a	エチルベンゼン	1
NMIJ CRM 4022-a	フタル酸ジエチル	4
NMIJ CRM 4030-a	ビスフェノールA	3
NMIJ CRM 4036-a	ジブロモクロロメタン	0
NMIJ CRM 4039-a	1,4-ジクロロベンゼン	0
NMIJ CRM 4040-a	アクリロニトリル	12
NMIJ CRM 4041-a	塩化ビニル	0
NMIJ CRM 4042-a	1,3ブタジエン	0
NMIJ CRM 4051-a	メタン	0
NMIJ CRM 4052-a	プロパン	1

総合センター

識別記号	名 称	頒 布 数
NMIJ CRM 4201-a	<i>p,p'</i> -DDT 標準液	0
NMIJ CRM 4202-a	<i>p,p'</i> -DDE 標準液	0
NMIJ CRM 4203-a	$\gamma$ -HCH 標準液	0
NMIJ CRM 4206-a	PCB28標準液	0
NMIJ CRM 4207-a	PCB153標準液	0
NMIJ CRM 4208-a	PCB170標準液	0
NMIJ CRM 4209-a	PCB194標準液	0
NMIJ CRM 4210-a	PCB70標準液	0
NMIJ CRM 4211-a	PCB105標準液	0
NMIJ CRM 4213-a	ベンゾ[a]ピレン標準液	1
NMIJ CRM 4214-a	<i>p,p'</i> -DDT, <i>p,p'</i> -DDE, <i>p,p'</i> -DDD, $\gamma$ -HCH 混合標準液	0
NMIJ CRM 4215-a	燃料中硫黄分析用標準液	0
NMIJ CRM 4403-a	SF <sub>6</sub> ・CF <sub>4</sub> 混合標準ガス (窒素希釈、排出レベル)	0
NMIJ CRM 4404-a	SF <sub>6</sub> ・CF <sub>4</sub> 混合標準ガス (窒素希釈、濃度0.5%)	2
NMIJ CRM 4405-a	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub> ・CF <sub>4</sub> 混合標準ガス (窒素希釈、濃度0.5%)	2
NMIJ CRM 5001-a	ポリスチレン2400	4
NMIJ CRM 5002-a	ポリスチレン500	8
NMIJ CRM 5003-a	ポリカーボネート46000	0
NMIJ CRM 5004-a	ポリスチレン1000	5
NMIJ CRM 5005-a	ポリエチレングリコール400	10
NMIJ CRM 5006-a	ポリエチレングリコール1000	11
NMIJ CRM 5007-a	ポリエチレングリコール1500	9
NMIJ CRM 5008-a	ポリスチレン (多分散)	2
NMIJ CRM 5201-a	GaAs/AlAs 超格子	3
NMIJ CRM 5202-a	SiO <sub>2</sub> /Si 多層膜標準物質	2
NMIJ CRM 5203-a	GaAs/AlAs 超格子	1
NMIJ CRM 5204-a	極薄シリコン酸化膜	2
NMIJ CRM 5501-a	高分子引張弾性率	10
NMIJ CRM 5502-a	動的粘弾性 (PVC)	4
NMIJ CRM 5503-a	動的粘弾性 (PMMA)	7
NMIJ CRM 5504-a	動的粘弾性 (PE UHMW)	4
NMIJ CRM 5505-a	動的粘弾性 (PEEK)	4
NMIJ CRM 5506-a	シャルピー衝撃試験 (PVC)	3
NMIJ CRM 5507-a	シャルピー衝撃試験 (PMMA)	1
NMIJ CRM 5601-a	陽電子寿命による超微細空孔測定用石英ガラス	2
NMIJ CRM 6001-a	コレステロール	1
NMIJ CRM 6005-a	クレアチニン	0
NMIJ CRM 6006-a	尿素	1
NMIJ CRM 6201-a	C 反応性蛋白溶液	2
NMIJ CRM 7201-a	河川水 (無添加)	26
NMIJ CRM 7202-a	河川水 (添加)	43
NMIJ CRM 7302-a	海底質 (有害金属分析用)	17
NMIJ CRM 7303-a	湖底質 (有害金属分析用)	9
NMIJ CRM 7304-a	海底質 (ポリクロロビフェニル、塩素系農薬分析用—高濃度)	3
NMIJ CRM 7305-a	海底質 (ポリクロロビフェニル、塩素系農薬分析用—低濃度)	1
NMIJ CRM 7306-a	海底質 (有機スズ分析用)	0
NMIJ CRM 7307-a	湖底質 (多環芳香族炭化水素分類分析用)	4
NMIJ CRM 7401-a	サメ肝油(塩素系農薬類分析用)	0
NMIJ CRM 7402-a	タラ魚肉粉末標準物質	13
NMIJ CRM 7501-a	白米粉末 (微量元素分析用 Cd 濃度レベル I)	9
NMIJ CRM 7502-a	白米粉末 (微量元素分析用 Cd 濃度レベル II)	9
NMIJ CRM 7901-a	アルセノベタイン水溶液	24

総合センター

識別記号	名 称	頒 布 数
NMIJ CRM 7902-a	絶縁油（高濃度）	10
NMIJ CRM 7903-a	絶縁油（低濃度）	10
NMIJ CRM 7904-a	重油	1
NMIJ CRM 7905-a	重油（ブランク）	1
NMIJ CRM 8001-a	ファインセラミックス用炭化けい素（ $\alpha$ 型）微粉末標準物質	8
NMIJ CRM 8002-a	ファインセラミックス用炭化けい素（ $\beta$ 型）微粉末標準物質	5
NMIJ CRM 8003-a	ファインセラミックス用窒化けい素微粉末（直接窒化合成） I	0
NMIJ CRM 8004-a	ファインセラミックス用窒化けい素（直接窒化合成） II	5
NMIJ CRM 8005-a	ファインセラミックス用窒化けい素微粉末（イミド分解合成）	0
NMIJ CRM 8102-a	重金属分析用 ABS 樹脂ペレット（Cd, Cr, Pb；低濃度）	18
NMIJ CRM 8103-a	重金属分析用 ABS 樹脂ペレット（Cd, Cr, Pb；高濃度）	16
NMIJ CRM 8105-a	重金属分析用 ABS 樹脂ディスク（Cd, Cr, Pb；低濃度）	8
NMIJ CRM 8106-a	重金属分析用 ABS 樹脂ディスク（Cd, Cr, Pb；高濃度）	12
NMIJ CRM 8107-a	ビスフェノール A 含有ポリカーボネート	8
NMIJ CRM 8108-a	臭素系難燃剤含有ポリスチレン	87
NMIJ CRM 8110-a	臭素系難燃剤含有ポリスチレン（高濃度）	32
NMIJ CRM 8112-a	重金属分析用 ABS 樹脂ペレット(Cd, Cr, Hg, Pb；低濃度)	38
NMIJ CRM 8113-a	重金属分析用 ABS 樹脂ペレット(Cd, Cr, Hg, Pb；高濃度)	52
NMIJ CRM 8115-a	重金属分析用 ABS 樹脂ディスク（Cd, Cr, Hg, Pb；低濃度）	16
NMIJ CRM 8116-a	重金属分析用 ABS 樹脂ディスク（Cd, Cr, Hg, Pb；高濃度）	37
NMIJ CRM 8133-a	重金属分析用 PP 樹脂ペレット（Cd, Cr, Hg, Pb；高濃度）	5
合 計		734

③ 外国出張・招へい

外国出張

出張件数	出張先国	出張目的
150件	フランス	国際度量衡委員会 国際度量衡委員会諮問委員会 国際法定計量機関総会 アジア太平洋計量計画 アジア太平洋法定計量フォーラム アジア太平洋経済協力機構 二国間比較 その他
	インドネシア	
	タイ	
	アメリカ	
	中国	
	韓国	
	オーストラリア	
	イギリス	
	ドイツ	
	オーストリア	
	バングラデシュ	
	イタリア	
	台湾	
	ブラジル	
	クロアチア	
	南アフリカ	
その他		

総合センター

外国人招へい

件数	招へい国	招へい目的
14件	ドイツ (4件)	ピアレビュー その他
	韓国 (2件)	
	台湾 (2件)	
	オーストラリア (2件)	
	ニュージーランド (1件)	
	チェコ (1件)	
	米国 (1件)	
スウェーデン (1件)		

JICA 予算による外国人の受入及び派遣 (出張)

外国への派遣 (出張)

テーマ名	人数 (人)	派遣先
タイ NIMT プロジェクト	11	タイ

外国人の受入

研修名	人数 (人)	受入相手国
法定計量の社会・産業基盤	4	フィリピン(2)
		インドネシア(1)
		ベトナム(1)

国際比較

分野 (BIPM)	件数
時間	2
長さ	0
質量関連量	3
振動・音響	0
温度	0
物質量	8
測光放射	2
放射線	0
電磁気	1
合計	16

④ 講習・教習

平成20年度計量教習実績

計量標準管理センター 計量研修センター

講習・教習名		対象者	期間		場所	受講者数	
一般計量教習	前期	計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員	H20. 4. 8～7. 4	3月	つくば	10	
	後期		H20. 9. 2～12. 2	3月	つくば	33	
一般計量特別教習	濃度関係	計量士になろうとする者及び計量行政機関の職員で一般計量教習を修了した者	H21. 1. 8～3. 6	2月	つくば	25	
環境計量特別教習	騒音・振動関係		H21. 1. 8～2. 27	7週間	つくば	16	
短期計量教習	第一回	計量行政機関等の職員	H21. 3. 2～3. 17	2週間	つくば	10	
	第二回		H20. 7. 1～7. 29	1月	つくば	25	
特定教習	計量検定所・計量検査所新任所長教習	都道府県及び特定市の新任所長	H20. 11. 25～12. 19	1月	つくば	32	
	指定製造事業者制度教習	当該制度の検査に携わる都道府県等の職員	H20. 6. 4～6. 6	3日	つくば	23	
	計量検定所計量検査所幹部職員教習	都道府県及び特定市の幹部計量公務員	H20. 6. 9～6. 20	2週間	つくば	23	
	環境計量証明事業制度教習	都道府県及び特定市の職員	H20. 8. 6～8. 8	3日	つくば	14	
	特定計量証明事業管理者講習	当該事業の環境計量士（濃度関係）であって、ダイオキシン類の実務の経験一年以下の者	H20. 5. 19～5. 30	2週間	つくば	12	
	技術教習 非自動はかりの定期検査「(検則 JIS 引用対応)」	都道府県・特定市の職員等	H20. 10. 27～10. 31	1週間	つくば	2	
			H20. 8. 28～8. 29	2日	大阪	28	
H20. 9. 11～9. 12			2日	名古屋	14		
H20. 9. 25～9. 26			2日	福岡	22		
計量研修	試験所・校正機関認定審査員研修	AIST、NITE の職員で品質システム審査員候補	H20. 10. 6～10. 7	2日	東京	32	
	不確かさ・エキスパート養成研修	計量関係技術者	H20. 6. 2～6. 6	1週間	つくば	20	
環境計量講習	濃度関係	環境計量士の国家試験に合格した者であって、施行規則第51条（登録条件）の条件を満たさない者。登録しようとする区分に係る環境計量証明事業者等に属し、かつ、計量に関する実務に1年以上従事している方については、その実務経験が認められれば環境計量士として登録することが出来るので本講習を受講することは不要	H20. 12. 16～12. 17	2日	つくば	16	
			騒音・振動関係	H20. 7. 8～7. 11	各4日間	つくば	29
				H20. 7. 22～7. 25			27
				H20. 7. 29～8. 1			30
				H20. 8. 19～8. 22			28
				H20. 8. 26～8. 29			30
				H20. 9. 16～9. 19			30
				H20. 10. 7～10. 10			28
				H20. 10. 14～10. 17			28
				H20. 11. 4～11. 7			26
	H20. 11. 18～11. 21			25			
	H20. 12. 2～12. 5		15				
	H20. 9. 8～9. 12		1週間	つくば	33		
	H20. 9. 29～10. 3		30				
H20. 11. 10～11. 14	25						
JICA 集団研修	『法定計量分野の社会・産業基盤整備』コース	発展途上国の計量関係公務員	H20. 5. 27～8. 29 * 日数は産総研が担当の受入日数	22日	つくば他	4	
合計 (人)						745	

### Ⅲ. 資 料

### Ⅲ. 資 料

従来の工業技術院年報で大部分を占めていた研究発表、特許登録などのデータは、産業技術総合研究所年報からは、研究ユニット別の成果等にて記載している。これらのデータは、産業技術総合研究所公式ホームページ (<http://www.aist.go.jp/>) データベースにて提供されている。

## 資料

## 1. 研究発表

	誌上	口頭	その他	著書	地球	計量	ソフト	DB	イベント	プレス	合計
理事(6)	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
コンプライアンス推進本部(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
監事(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
研究コーディネータ(33)	8	22	3	3	0	0	0	0	0	0	33
産業技術アーキテクト(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
顧問(1)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
参事(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
企画本部(44)	18	23	3	2	0	1	0	0	0	0	44
評価部(22)	5	14	3	3	0	0	0	0	0	0	22
環境安全管理部(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
業務推進本部(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
法務室(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
情報公開・個人情報保護推進室(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
男女共同参画室(12)	1	10	1	0	0	0	0	0	1	0	12
監査室(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
イノベーション推進室(48)	17	22	9	7	0	1	0	0	1	0	48
次期情報システム研究開発推進室(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
広報部(90)	13	11	66	3	3	0	0	9	51	0	90
特許生物寄託センター(4)	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4
活断層研究センター(184)	45	106	33	14	13	0	0	0	5	1	184
年齢軸生命工学研究センター(35)	10	25	0	0	0	0	0	0	0	0	35
デジタルヒューマン研究センター(253)	104	145	4	2	0	0	0	0	2	0	253
近接場光応用工学研究センター(87)	27	53	7	4	0	0	0	0	3	0	87
ダイヤモンド研究センター(120)	31	82	7	6	0	0	0	0	0	1	120
バイオニクス研究センター(90)	24	62	4	1	0	0	0	0	3	0	90
太陽光発電研究センター(340)	119	159	62	20	0	31	0	0	8	3	340
システム検証研究センター(51)	23	28	0	0	0	0	0	0	0	0	51
健康工学研究センター(348)	129	203	27	19	0	0	0	0	7	1	386
情報セキュリティ研究センター(296)	138	147	11	7	0	0	0	0	2	2	296
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター(77)	14	63	0	0	0	0	0	0	0	0	77
コンパクト化学プロセス研究センター(346)	108	218	20	7	0	0	0	0	10	3	346
バイオマス研究センター(230)	64	160	6	4	0	0	0	0	1	1	230
デジタルものづくり研究センター(129)	40	79	10	6	0	0	0	0	4	0	129
水素材料先端科学研究センター(122)	47	74	1	1	0	0	0	0	0	0	122
糖鎖医工学研究センター(188)	55	115	18	14	0	0	0	0	4	0	188
新燃料自動車技術研究センター(91)	36	48	7	3	0	0	0	0	4	0	91
生命情報工学研究センター(213)	78	124	11	5	0	0	0	0	5	1	213
生産計測技術研究センター(148)	43	87	18	4	0	0	0	0	11	3	148
バイオメディシナル情報研究センター(239)	74	166	13	10	0	0	0	0	1	2	266
ナノ電子デバイス研究センター(89)	40	58	5	3	0	0	0	0	1	1	108
ナノチューブ応用研究センター(212)	61	153	18	4	0	0	0	0	10	4	250
ネットワークフォトンクス研究センター(66)	35	57	2	2	0	0	0	0	0	0	96
計測標準研究部門(1323)	408	609	306	34	0	254	0	0	15	3	1,323
地圏資源環境研究部門(734)	207	417	110	66	8	0	1	5	29	1	734
知能システム研究部門(423)	143	240	40	17	0	0	0	0	20	3	423
エレクトロニクス研究部門(658)	242	386	35	11	0	0	0	0	17	7	698
光技術研究部門(702)	224	441	37	20	0	0	0	0	14	3	702
人間福祉医工学研究部門(741)	293	396	52	29	0	9	0	0	14	0	741
脳神経情報研究部門(355)	152	192	11	7	0	0	0	0	3	1	355
ナノテクノロジー研究部門(1157)	295	777	85	35	0	0	0	0	38	12	1,157
計算科学研究部門(341)	80	256	5	4	0	0	0	0	1	0	341
生物機能工学研究部門(421)	124	250	47	28	0	0	1	11	3	4	421
計測フロンティア研究部門(518)	144	338	36	6	0	1	0	0	26	3	518
ユビキタスエネルギー研究部門(365)	114	235	16	12	0	0	0	0	2	2	365
セルエンジニアリング研究部門(400)	128	241	31	21	0	0	0	0	6	4	400
ゲノムファクトリー研究部門(191)	50	122	19	10	0	0	0	0	8	1	191
先進製造プロセス研究部門(1322)	461	780	81	43	0	1	0	0	31	6	1,322
サステナブルマテリアル研究部門(502)	201	257	44	6	0	1	0	0	34	3	502
地質情報研究部門(1075)	236	606	233	70	84	0	0	6	73	0	1,075
環境管理技術研究部門(588)	167	358	63	37	0	4	0	0	19	3	588
環境化学技術研究部門(535)	123	364	48	16	0	1	0	0	29	2	535



## 産業技術総合研究所

	誌上	口頭	その他	著書	地球	計量	ソフト	DB	イベント	プレス	合計
エネルギー技術研究部門(909)	326	527	56	36	0	1	0	0	16	3	909
情報技術研究部門(589)	250	314	39	15	0	0	1	0	17	6	642
安全科学研究部門(486)	180	294	33	18	0	0	4	0	10	1	540
メタンハイドレート研究ラボ(91)	37	53	1	0	0	0	0	0	1	0	91
器官発生工学研究ラボ(21)	12	8	1	1	0	0	0	0	0	0	21
創薬シーズ探索研究ラボ(18)	6	12	0	0	0	0	0	0	0	0	18
バイオセラピューティック研究ラボ(16)	5	10	1	1	0	0	0	0	0	0	16
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ(81)	36	57	5	4	0	0	0	0	1	0	103
アジア・バイオマスエネルギー研究コア(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
爆発安全研究コア(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
深部地質環境研究コア(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
強相関電子科学技術研究コア(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
情報化統括責任者(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
名誉フェロー(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
フェロー(25)	8	13	4	4	0	0	0	0	0	0	25
先端情報計算センター(1)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
特許生物寄託センター(4)	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4
地質調査情報センター(92)	24	37	31	14	14	0	0	0	3	0	92
計量標準管理センター(28)	2	1	25	3	0	22	0	0	0	0	28
ベンチャー開発センター(13)	4	5	4	4	0	0	0	0	0	0	13
サービス工学研究センター(200)	90	104	6	5	0	0	0	0	1	0	200
技術情報部門(20)	3	14	3	3	0	0	0	0	0	0	20
産学官連携推進部門(63)	18	25	20	4	0	0	0	0	15	1	63
国際部門(1)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
知的財産部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
研究業務推進部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
能力開発部門(1)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
財務会計部門(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
研究環境整備部門(1)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
東京本部(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
北海道センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
東北センター(2)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
つくばセンター(3)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
臨海副都心センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中部センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
関西センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中国センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
四国センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
九州センター(1)	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
地質調査総合センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計量標準総合センター(0)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			0								
総計	6,209	11,268	1,898	738	122	327	7	31	581	92	19,375

資料

2. 兼 業

平成20年度兼業一覧

所属\依頼元	教育機関	国・地方	公益法人	民間企業	総計
活断層研究センター	2	1	7	0	10
化学物質リスク管理研究センター	0	4	1	0	5
ライフサイクルアセスメント研究センター	3	0	1	0	4
パワーエレクトロニクス研究センター	0	0	1	0(1)	1(1)
生命情報科学研究センター	0	1	0	0	1
生物情報解析研究センター	1	0	3	2	6
界面ナノアーキテクトニクス研究センター	0	1	3	0	4
グリッド研究センター	0	1	0	0	1
爆発安全研究センター	0	0	1	0	1
年齢軸生命工学研究センター	6	0	0	0	6
デジタルヒューマン研究センター	7	1	2	0(2)	10(2)
近接場光応用工学研究センター	0	0	2	0(2)	2(2)
ダイヤモンド研究センター	2	0	0	1	3
バイオニクス研究センター	2	1	2	0(2)	5(2)
太陽光発電研究センター	2	1	8	3(1)	14(1)
システム検証研究センター	2	0	2	1	5
ナノカーボン研究センター	0	0	3	0	3
健康工学研究センター	4	5	1	1(1)	11(1)
情報セキュリティ研究センター	2	2	4	8	16
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター	1	0	1	0	2
コンパクト化学プロセス研究センター	3	0	2	4(1)	9(1)
バイオマス研究センター	1	2	1	3	7
デジタルものづくり研究センター	1	3	8	2	14
糖鎖医工学研究センター	1	0	9	0(1)	10(1)
新燃料自動車技術研究センター	1	5	5	4	15
生命情報工学研究センター	9	0	2	3	14
生産計測技術研究センター	1	0	2	1	4
バイオメディシナル情報研究センター	5	1	0	3	9
ナノ電子デバイス研究センター	3	0	3	0	6
ナノチューブ応用研究センター	1	0	1	1	3
ネットワークフォトンクス研究センター	1	0	0	0	1
計測標準研究部門	10	3	11	2(1)	26(1)
地圏資源環境研究部門	1	9	10	5	25
知能システム研究部門	19	5	6	6(3)	36(3)
エレクトロニクス研究部門	3	7	9	4(5)	23(5)
光技術研究部門	10	0	11	0(1)	21(1)
人間福祉医工学研究部門	13	6	8	6(2)	33(2)
脳神経情報研究部門	16	8	14	6	44
ナノテクノロジー研究部門	9	1	12	3(2)	25(2)
計算科学研究部門	4	1	0	3	8
生物機能工学研究部門	7	6	8	4(1)	25(1)
計測フロンティア研究部門	2	2	2	2	8
ユビキタスエネルギー研究部門	3	2	15	4(1)	24(1)
セルエンジニアリング研究部門	10	5	20	9(3)	44(3)
ゲノムファクトリー研究部門	4	1	3	0(2)	8(2)
先進製造プロセス研究部門	21	15	8	3(2)	47(2)
サステナブルマテリアル研究部門	15	13	12	2(2)	42(2)
地質情報研究部門	21	8	16	2(1)	47(1)
環境管理技術研究部門	13	19	48	5	85
環境化学技術研究部門	9	5	9	1	24
エネルギー技術研究部門	8	14	56	12(2)	90(2)
情報技術研究部門	17	12	15	14(5)	58(5)
安全科学研究部門	13	10	16	9	48
実環境計測・診断研究ラボ	0	0	1	0	1
シグナル分子研究ラボ	1	0	0	0	1
超高速光信号処理デバイス研究ラボ	0	0	1	0	1
バイオセラピューティック研究ラボ	1	0	2	0	3
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ	1	0	0	0	1
ベンチャー開発センター	3	0	1	0	4
サービス工学研究センター	8	0	3	2(2)	13(2)
地域センター	5	14	12	3	34
研究関連・管理部門・その他	18	39	40	8(3)	105(3)
合計	326	234	444	152(49)	1,156(49)

( ) 内は役員兼業の数を示している。

### 3. 中期目標

独立行政法人産業技術総合研究所（以下「産総研」という。）は、旧工業技術院に置かれていた15の国立研究機関及び旧通商産業省に置かれていた計量教習所を統合し、平成13年4月に公務員型の独立行政法人として発足した。その目的は、鉱工業の科学技術に関する研究及び開発等の業務を総合的に行うことにより、産業技術の向上及びその成果の普及を図り、もって経済及び産業の発展並びに鉱物資源及びエネルギーの安定的かつ効率的な供給の確保に資することである。発足して以降これまでの間、産総研では統合と独立行政法人化したことによるメリットを活かし、研究所内の資源配分及び組織構成を研究所全体として最適化することによって、この目的の達成に努めてきた。

現下の技術を巡る状況を俯瞰すれば、我が国の経済と産業のより一層の発展を図る上では従来にはない価値を新たに生み出していくことが不可欠であり、そこにおいて技術の果たす役割がこれまで以上に増大していくことは言をまたない状況にある。中長期的にも、人類社会の持続的な発展を維持していく上で技術に対する期待は非常に大きなものとなっている。こうした期待に対応し、内外を問わず研究開発における競争は活発化するとともに、産業界、学界を問わず研究開発活動はグローバル化し、また、融合化していくものと考えている。

このような状況において、産総研に課せられた目的と、その目的を達成するために現に産総研が行っている業務の重要性は、従前にも増して高まっている。こうした認識の下、第2期中期目標期間の開始に向け、産総研に期待される役割を的確に果たしていくためには、産総研が多様な人材それぞれが持てる能力を最大限発揮し得るような研究環境を実現し、研究所全体として研究能力を高めていくとともに、目的達成に効果的に資する研究分野への研究の重点化を図っていくことが必要である。同時に、いかに研究成果をあげ、それを普及させるかという観点から、企業、大学といった性格の異なる組織との間で有効な連携を進めていくことも強く求められる。

こうした基本認識を踏まえ、産総研の目的達成能力を一層高めていく上で、組織形態という観点からは、産総研は、制度的自由度がより高い非公務員型の独立行政法人に移行することが適切と考える。このため、移行に必要な法律措置を講じたところであり、産総研は平成17年4月1日、第2期中期目標期間の開始とともに非公務員型の独立行政法人へ移行する。第2期中期目標期間における産総研では、非公務員型の独立行政法人として持ち得る能力を最大限発揮し、研究開発の実施にとどまらず、人材の育成、研究成果の移転、技術情報の発信といった産総研の行うあらゆる活動を通じ、我が国におけるイノベーションの実現に多大な貢献を果たすことを期待する。

#### I. 中期目標の期間

産総研の平成17年度から始まる第2期における中期目標の期間は、5年（平成17年4月～平成22年3月）とする。

#### II. 国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項

第2期中期目標期間において産総研は、知識の発見、現象の解明を目指す基礎的な研究を主として大学が、また、技術を製品として具現化する開発的な研究を民間企業が担う中において、基礎的な研究の成果である個々の知識体系を融合し、社会・経済ニーズへの適合を図る、いわば基礎的な研究と開発的な研究との間をつなぐ研究を中核に据えつつ、基礎的な研究及び開発的な研究を非公務員型移行のメリットを最大限活かして大学及び産業界と連携を図ることにより、各フェーズの連続的な研究の実施を目指す。こうした研究の実施により、新産業の創出等我が国の産業構造の変革と、これによる我が国及び世界の持続可能な発展に貢献する。また、経済産業省所管の独立行政法人として、産業技術政策をはじめとする経済産業政策に貢献するとともに、我が国の技術革新システムにおいて技術開発のプラットフォーム機能を発揮し、また、産業界に直接働きかけ得る主体的な組織としての役割を果たすことにより、産総研は、公的研究機関の改革における先導的モデルとなることを目指す。

#### 1. 質の高い研究成果の創出とその活用のために講じる方策

##### (1) 戦略的な研究開発の推進

（戦略的な研究企画及び研究資源配分の重点化）

新産業の創出や地域経済の活性化などの産総研に対するニーズを的確に把握し、これを踏まえて研究課題を戦略的に企画した上で、これに沿った研究テーマの重点化と研究資源の重点的な配分を実施する。また、地域センターにおいては、地域の技術特性を踏まえた研究からの世界最先端の研究成果の創出を目指すとの観点から、研究テーマの重点化と研究資源の重点的な配分を実施する。

（技術情報の収集・分析と発信）

国内外の科学技術の動向に関し、産総研独自の分析能力を高めることにより、技術情報の蓄積や知識の集積を行い、これを産総研における研究開発の実施に有効に活用するとともに、広く社会に発信する。

（研究組織の機動的な見直し）

社会や産業界及び地域のニーズに対応した研究成果の効率的な創出のため、研究ポテンシャル、人材、施設などの研究資源を有効に活用し得るよう、研究組織を、具体的な研究分野、研究テーマの消長、取捨選択に合わせ、また、定期的実施している評価の結果も踏まえ、再編・改廃も含めて機動的に見直す。

（国際競争力強化のための国際連携の推進）

国際競争力のある研究成果の創出と人材の養成を目

的に、世界の有力研究機関や研究者との人材交流、共同研究などの研究交流を実施する。

(研究成果最大化のための評価制度の確立とその有効活用)

研究ユニットの評価に際しては、従来のアウトプットを中心とした評価に加え、費用対効果や実現されたアウトカムといった新たな視点も踏まえた評価制度の見直しを図り、その評価結果を研究ユニットの見直しや研究資源の配分に有効に反映させる。また、個人評価については、個々人の業務内容に応じた評価軸を設定するとともに、その結果を適切に処遇に反映し得るよう人事・給与制度を見直す。

## (2) 経済産業政策への貢献

(産業技術政策への貢献)

産総研が持つ知見を活かして我が国の研究開発プロジェクトを効率的かつ効果的に推進するなど、産業技術政策の立案、実施に積極的に貢献するため、経済産業省が実施する技術戦略マップの策定や技術開発プロジェクトへの中核的研究機関としての参画及びプロジェクト実施に際しての産総研が有する研究インフラの提供などを行う。また、産業技術の発展に貢献する高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材の育成を行う。

(中小企業への成果の移転)

産業の現場を支える中小企業の技術力の向上を図るため、共同研究や受託研究の実施、技術情報の提供及び地域公設研との連携、協力などを通じ、研究開発に取り組む中小企業への成果の移転を積極的に行う。

(地域の中核研究拠点としての貢献)

産総研の研究成果等を活かして地域経済産業をより一層発展させるため、地域における研究ニーズの収集やこれに応じた研究成果の移転などの地域連携機能を強化するとともに、地域の技術特性を踏まえた産業クラスター計画への参画等を通じ、地域社会における産業技術研究を推進する中核研究拠点としての役割を果たす。

(工業標準化への取り組み)

社会からの要請の高い各種の工業標準等の確立に向け、第2期中期目標期間中には、国際提案も含めた40以上の標準化の素案を作成するなど積極的な貢献を行う。

## (3) 成果の社会への発信と普及

(研究成果の提供)

知的財産権の実施許諾、共同研究や技術研修の実施、外部研究員の受け入れ、産総研研究員の外部派遣などの多様な方法を組み合わせることにより、産総研の創出した研究成果の社会への最大限の普及を目指す。また、論文などの学術的な成果についても、研究活動の遂行により得られた科学的、技術的な知見などを広く社会に公表することによって産業界、学界での科学技

術に関する活動に貢献するとの観点から、積極的に発信する。

(研究成果の適正な管理)

産総研の研究活動や外部機関との共同研究等によって得られた産総研の研究成果については、産総研の重要な経営財産であるとの認識の下、人材の交流や産学官の連携等を円滑に推進するとの観点から、これを適正に管理する。

(広報機能の強化)

産総研の活動や研究成果等が専門家だけでなく広く一般の国民にも理解されるよう、分かりやすい広報の実現を図る。また、国際展開を含めた広報活動関連施策を見直すことにより、海外における産総研の認知度の向上を目指す。

(知的財産の活用促進)

知的財産権の適切な確保と、確保した知的財産権の有効活用により、産総研の成果の社会への移転を推進するため、産総研の知的財産権関連施策を見直す。

## (4) 非公務員型移行のメリットを最大限活かした連携の促進

(産業界との連携)

質の高い産業技術シーズの創出と、その社会への迅速かつ確実な移転を図るために、非公務員型への移行のメリットを最大限活かし、産業界との多様な形態の連携を積極的に推進する。

(学界との連携)

多様で優れた研究成果の創出と世界に通用する研究人材の育成を目的に、基礎研究分野に相対的な強みを有し研究体制も産総研とは大きく異なる大学等との連携を強力に推進する。

(人材の交流と育成)

非公務員型への移行により構築が可能となる柔軟な人事制度を活用し、職員の能力向上と技術革新を担う人材の育成を目的に、産業界や学界等との人材交流を積極的に行う。また、その一環として、産業界からの出向受入れと産総研から産業界への出向を新たに開始する。

(弾力的な兼業制度の構築)

産総研の研究成果の外部への移転を円滑に行うため、非公務員型への移行のメリットを最大限活かした柔軟な兼業制度を構築する。

## 2. 研究開発の計画

(鉱工業の科学技術)

【別表1】

(地質の調査)

【別表2】

(計量の標準)

【別表3】

## 3. 情報の公開

公正で民主的な法人運営を実現し、法人に対する国

民の信頼を確保するという観点から、情報の公開及び個人情報保護に適正に対応する。

#### 4. その他の業務

(特許生物の寄託業務)

特許生物の寄託制度の運営に関わることによる産業界への貢献を目的に、特許庁からの委託による特許生物株の寄託・分譲の業務を適切かつ円滑に遂行する。

(独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業)

独立行政法人製品評価技術基盤機構との標準化関係業務等に関する共同事業を適切に行う。

### Ⅲ. 業務運営の効率化に関する事項

#### 1. 研究活動を支援する業務の高度化

(経営機能の強化)

産総研に対するニーズに沿った研究を効率的に実施し、その成果の最大限の普及を図るという産総研のパフォーマンスの一層の向上の観点から、経営機能の強化を図る。また、組織の社会的責任を果たすとの観点から、法令遵守体制を一層強化する。

(研究支援業務の効率的な推進)

研究支援業務に関し、業務フローの見直しを図るとともに、旅費、給与関連等の業務のアウトソーシングなどを通じた業務量の節減を行い、研究実施部門も含めた組織運営の一層の効率化を実現する。また、研究支援業務の実施部門に対する評価制度を業務の特性を踏まえ見直すとともに、評価結果を業務運営に反映させることにより、一層の効率化を図る。

(研究支援組織体制の最適化)

業務効率化の観点から、研究支援組織体制の不断の見直しを行い、その最適化を図る。また、産総研の全職員に対する管理部門の職員の比率を、職員配置の適正な集中と分散を通じ、特に地域センターを中心に引き続き低減させる。

(業務の電子化の推進)

業務の電子処理システムを高度化することにより、研究支援業務の効率化を進める。システムの構築に当たっては、経済産業省電子政府構築計画に基づき、業務の最適化計画を作成するとともに、情報セキュリティの強化と利用者への情報提供等の利便性の向上を図る。

(施設の効率的な整備)

安全で効率的な研究環境を提供するため、アウトソーシングなどを活用しつつ、適切に自主営繕事業を推進し、施設の効率的な整備を図る。

#### 2. 職員の能力を最大化するために講じる方策

##### (1) 柔軟な人事制度の確立

(優秀かつ多様な人材の確保)

非公務員型の独立行政法人への移行を踏まえ、従来の国家公務員の採用方式によらない柔軟な採用制度を構築し、国内外から優秀かつ多様な人材を確保する。

また、女性に働きやすい職場環境の提供を行い、女性職員の採用に積極的に取り組む。

(多様なキャリアパスの確立)

職員の適性と能力にあわせた多様なキャリアパスを設定し、様々な能力を有する人材の効果的な活用を図る。

(非公務員型移行を活かした人材交流の促進)

外部人材との交流を通じた競争的な環境の中での研究水準の向上及び研究成果の産業界への円滑な移転を目的に、産業界や学界からの人材の受け入れ及び兼業も含む産総研からの人材の派遣等の人材交流を促進する。

##### (2) 職員の意欲向上と能力開発

(高い専門性と見識を有する人材の育成)

各種の研修等の能力開発制度の充実を図り、求められる業務について高い専門性と見識とを有する人材の育成に努める。

(個人評価制度の効果的活用と評価の反映)

個人の業績を多様な観点から評価し、職員の勤労意欲の向上を図る。その際には、評価結果に応じて査定を受ける業績手当の給与総額に占める比率を増加させるなど、給与制度に関しても職員個々の業績に応じた処遇の実現との観点から、必要な見直しを図る。

##### 3. 環境・安全マネジメント

(安全衛生の向上)

事故及び災害の未然防止等の安全確保策を推進するとともに、併せて、職員の健康を増進することにより、快適な職場環境造りに積極的に取り組む。

(省エネルギーの推進と環境への配慮)

研究活動にともなう環境影響に配慮するとともに、環境負荷低減に向けたエネルギーの有効利用の促進に引き続き積極的に取り組む。

##### 4. 業務運営全体での効率化

運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3%以上の削減を達成する。

一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1%以上の効率化を達成する。

人件費については、行政改革の重要方針(平成17年12月24日閣議決定)に基づき、国家公務員の定員の純減目標(今後5年間で5%以上の純減)及び給与構造改革を踏まえ、国家公務員に準じた人件費の削減の取組を行う。

### Ⅳ. 財務内容の改善に関する事項

運営費交付金を充当して行う事業については、「Ⅲ. 業務運営の効率化に関する事項」で定めた事項に配慮した中期計画の予算を作成し、当該予算による運営を

行う。

また、積極的に外部資金の増加に努め、総予算に対する固定的経費の割合の縮減等の経営努力を行う。

(自己収入の増加)

外部資金等の自己収入の増加にこれまで以上に努める。

(固定的経費の割合の縮減)

大型機器の共通化、管理業務等の効率化を図ることなどにより、固定的経費の割合を縮減する。

## V. その他業務運営に関する重要事項

### 1. 施設及び設備に関する計画

良好な研究環境を維持するため、長期的な展望に基づき、老朽化対策を含め、業務の実施に必要な施設及び設備の計画的な整備に努める。

### 2. 人事に関する計画

非公務員型への移行のメリットを最大限活用し、多様な人材の採用及び活用を図るために、任期付き任用制度の見直しを行う。また、管理業務に関わる支出額(人件費を含む)の総事業費に対する割合を抑制する。

## 【別表1】 鉱工業の科学技術

### I. 健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発

我が国が高齢化社会に進んでいく中で、国民が将来とも健康で質の高い生活を維持、向上していくための予防医療、早期診断等の医療技術がこれまで以上に求められている。これを実現するために、ポストゲノム時代におけるバイオテクノロジーを活用した新しい健康関連産業の創出のための研究開発、画像診断技術や細胞工学技術などを活用した診断・治療関連技術の研究開発及び環境負荷の低減にも資する新規生物機能の探索とそれを活用したバイオプロセス技術に関する研究開発を実施する。

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

予防医療の実現を促進するため、疾患特異的バイオマーカーの探索技術や検知技術などの早期診断や創薬に資する基盤技術の研究開発を実施する。また、バイオインフォマティクス技術を発展させ、テーラーメイド医療への応用を目指した研究開発を実施する。

##### 1-(1) ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発

疾患等特定の生体反応に関与する遺伝子及びタンパク質等の生体分子の網羅的な解析によってバイオマーカーの探索と同定を行い、これらマーカー分子の検出・評価技術を基盤とする早期診断・予防医療技術に関する研究開発を実施する。

##### 1-(2) テーラーメイド医療の実現を目指した創薬支援技術の開発

薬の効き易さの個人差など、個々人の特質を考慮し

たテーラーメイド医療を実現するため、ゲノム情報の迅速な解析に基づく創薬・診断支援技術に関する研究開発を実施する。

#### 2. 精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

安全かつ効果的な医療の実現に向け、生体を分子レベルでイメージングする精密診断・治療技術及び組織再生や人工臓器等の機能代替技術に関する研究開発を実施する。

##### 2-(1) 高度診断及び治療支援機器技術の開発

迅速で正確な検査診断システム及び低侵襲の治療システムの実現に向けた生体の分子レベルでのイメージング技術に関する研究開発及び安全かつ効果的な医療の実現に向けた手術訓練の支援システムに関する研究開発を実施する。

##### 2-(2) 喪失機能の再生及び代替技術の開発

喪失した身体機能を生体組織レベルで再生、代替する再生医療技術及び長期生体適合性を有する人工臓器技術に関する研究開発を実施する。

#### 3. 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

社会の高齢化が進展する中で健康で質の高い生活の実現に資するため、脳機能、認知行動特性及び身体調節系特性等を客観的に評価する技術を確立するとともに、低下した身体機能の回復及び健康増進等に関する技術の研究開発を実施する。

##### 3-(1) 脳機能障害の評価及び補償技術の開発

脳損傷患者の治療効果を高めるため、脳機能の評価技術を開発するとともに評価結果に基づいた効果的な治療方法やリハビリ手法に関する研究開発を実施する。また、事故及び疾患等による機能欠損を補うための脳機能補償技術に関する研究開発を実施する。

##### 3-(2) 身体機能の計測・評価技術の開発

運動動作や循環器機能等に関する計測及びその相互関係の総合的評価技術に関する研究開発を実施する。また、生活習慣病の予防に向け、動作調節系及び循環調節系の機能改善の支援に関する研究開発を実施する。

##### 3-(3) 認知行動特性の計測・評価及び生活支援技術の開発

個々の人間特性に適合した安全・安心な生活環境の実現に向け、認知行動特性の計測技術及びその特性の解明技術を開発する。また、日常生活での安全確保等の支援技術の研究開発を実施する。

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

新規有用生物や遺伝子資源の効率的探索及び生物機能を活用した有用物質の生産に関する技術の研究開発を実施する。

##### 4-(1) 新規な遺伝子資源の探索

バイオプロセスの高度化や新規高付加価値製品の開

発に利用可能な微生物及び遺伝子の効率的な探索技術の研究開発を実施する。

#### 4-(2) 高効率バイオプロセス技術の開発

バイオプロセスにより、有用物質を低コスト、高効率かつ高純度で生産するための技術の研究開発を実施する。

#### 4-(3) 遺伝子組み換え植物を利用した物質生産プロセスの開発

遺伝子組換え植物を用い、生理活性物質等を効率的に生産する技術の研究開発を実施する。

#### 4-(4) 天然物由来の機能性食品素材の開発

生理活性をもつ天然物を探索し、その構造と機能の解析を行うことにより、これら天然物を機能性食品に利用する技術の研究開発を実施する。

### 5. 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

新しい医療機器の開発に関する技術評価ガイドライン策定に貢献し、優れた医療機器の開発と実用化を促進するとともに、福祉に関連した製品の規格体系を整備する。また、我が国のバイオ産業の競争力強化を図るため、技術融合によるバイオテクノロジー関連計測技術に関する研究開発を実施するとともにその標準化を進める。

#### 5-(1) 医療機器開発の促進と高齢社会に対応した知的基盤の整備

医療機器の技術評価ガイドライン作成に資するため、機器の評価に関する基盤研究を実施する。また、高齢者・障害者に配慮した設計指針の国際及び国内規格制定に向けて、感覚・動作運動・認知分野を中心とした関連規格を体系的に整備する。

#### 5-(2) バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した計測・解析機器の開発

バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーの融合により新たな分析機器を開発する。また、これを用いて細胞の情報を迅速かつ網羅的に計測し解析する技術に関する研究開発を実施する。

#### 5-(3) 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

DNA、タンパク質及び酵素等のバイオテクノロジーの共通基盤となる生体分子の計測技術に関する研究開発を実施し、その国際標準化を目指す。

#### 5-(4) 環境中微生物等の高精度・高感度モニタリング技術の開発

遺伝子組換え生物が環境に与える影響を評価するため、環境中の特定の微生物や遺伝子を対象とした高精度・高感度モニタリング技術の研究開発を実施する。また、生活環境中の有害物質の評価及び管理技術の研究開発を実施する。

## II. 知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスを創出する研究開発

情報サービスや情報機器の高度化による情報化社会への進展の中で、産業活動や社会生活における情報サービス提供の利便性向上、提供される情報サービスを安全かつ安心して利用できる社会の実現が求められている。このため、知的資源のネットワーク化と情報の質や価値を高めるための大容量データサービス技術の研究、ロボットと情報家電を始めとする生活創造型サービス創出に向けた研究及び情報のセキュリティ、信頼性、生産性を向上させる情報通信の基盤技術に関する研究開発を実施する。また、新たな情報産業の創出に向けた技術の研究開発を実施する。

### 1. 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

人間の知的活動の飛躍的な高度化を目指し、多様なユーザ毎に必要な情報を抽出する技術やネットワークを介した地球規模での知識の蓄積及び高度利用技術の研究開発を実施する。さらに、人間及び社会から得られる情報をデジタル化して有効利用する技術の研究開発を実施する。

#### 1-(1) 意味内容に基づく情報処理を用いた知的活動支援技術の開発

加速度的に増大する情報の中から必要な情報を効率よく得るために、あらゆるデータをその意味内容に基づいて構造化して取り扱うための技術及びそれを利用して知的活動を支援する技術の研究開発を実施する。

#### 1-(2) グローバルな意味情報サービスを実現する技術の開発

地球規模で蓄積された知識の自由で容易な利用を可能とするため、多くの情報システム上で動作する情報処理ソフトウェアを効率的に作成するとともに、その動作安定性を向上させる情報技術の研究開発を実施する。

#### 1-(3) 人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発

人間の身体機能及び行動等に関する情報をはじめとして、社会・生活環境から得られる大規模な情報をデジタル情報として蓄積し、それに基づいた分析・予測によって、個人から社会全体までを対象とした行動の意志決定支援などを実現する情報処理技術の研究開発を実施する。

### 2. ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出

誰もがITを活用した創造的な生活の実現を目指し、ロボットや情報家電が人間の生活空間にとけ込み、使っていることを意識させない自然なインターフェースを通じて、個々の生活状況に応じた支援サービスを創出するための研究開発を実施する。

#### 2-(1) 人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術の開発

人間と共存・協調して人間の活動を支援するロボッ

トの実現を目指し、それに必要となる要素技術として、移動や作業機能だけでなく、案内、運搬、見守り、補助等の機能の実施に際しての安全性の確保及びシステム全体の統合的動作に関する技術の研究開発を実施する。

#### 2-(2) 情報家電と人間の双方向インタラクションを実現するインターフェース技術の開発

多様で高機能な情報家電の実現を目指し、ユビキタス情報ネットワークと人や環境との接点となるディスプレイ及びセンサ等の入出力デバイスの性能向上に関する技術の研究開発を実施する。また、誰もが情報家電を容易に使いこなすためのユーザインターフェース技術の研究開発を実施する。

#### 2-(3) 電子機器を高機能化・低消費電力化するデバイス技術の開発

ユビキタス情報社会を支えるモバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの長時間使用及び多機能化を目指し、2010年以降の LSI 微細化ロードマップに対応する超高集積・超高速・超低消費電力デバイス技術の研究開発を実施する。

#### 3. 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

社会のライフラインである情報通信ネットワークの信頼性を確立するため、情報セキュリティ技術、ソフトウェア検証技術及び大容量情報の高速通信・蓄積技術に関する研究開発を実施する。

##### 3-(1) 情報セキュリティ技術の開発

不正行為にも安全に対処でき、誰もが安心して利便性を享受できる IT 社会を実現するために、情報漏洩対策やプライバシー保護などを目的とした暗号、認証、アクセス制御などの情報セキュリティ技術及びそこで用いられる運用技術の研究開発を実施する。

##### 3-(2) ソフトウェアの信頼性・生産性を向上する技術の開発

情報処理システムソフトウェアの不具合を効率的に検出するなど、利用者が安心して安全に使用できる信頼性の高いソフトウェアの開発生産性を向上させる技術の研究開発を実施する。

##### 3-(3) 大容量情報の高速通信・蓄積技術の開発

通信ネットワーク上の情報量の高速大容量化に向けて、光デバイス技術や光信号処理技術などの高速通信技術と、大容量光ディスク技術に関する研究開発を実施する。

##### 3-(4) 自然災害予測のための情報支援技術の開発

自然災害の予測及び災害被害の軽減を目的に、多様な地球観測データを統合するとともに、大規模シミュレーションを行うための情報処理支援システム技術の研究開発を実施する。

#### 4. 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

次世代の情報産業創出の核となる技術を生み出すために、従来とは異なる動作原理に基づく情報処理デバイス技術及びバイオ分野への IT の新たな応用技術などに関する研究開発を実施する。

##### 4-(1) 電子・光フロンティア技術の開発

コンピュータ性能を革新するための新機能材料等を利用した電子・光デバイス技術及び光情報処理によるバイオ・医用計測技術の研究開発を実施する。

##### 4-(2) 超伝導現象に基づく次世代電子計測・標準技術の開発

超伝導現象を利用することにより、高精度かつ低雑音を実現する電子計測技術の研究開発を実施する。

#### III. 産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材料・部材・製造プロセス技術の研究開発

地球温暖化防止等の国際的な環境意識の高まりの中で、我が国の産業競争力の源泉であるものづくり産業の競争力を環境と調和させながら強化していくことが求められている。これを実現するため、我が国の産業競争力の中核である製造分野の強化を図るためのナノテクノロジーによる先端ものづくり産業の創出につながる研究、情報通信、環境、医療等の産業に革新的な進歩をもたらすナノテクノロジーの基盤技術研究及び環境負荷低減化のための機能性材料に関する研究開発を実施する。

##### 1. 低環境負荷型の革新的なものづくり技術の実現

省資源・省エネルギー型ものづくり産業の創出を目指し、電子機器の高密度基板実装、高集積化学センサ等、高機能・高付加価値を最小限の原料とエネルギーの投入で実現する革新的なものづくり技術の研究開発を実施する。

##### 1-(1) 省資源と高機能化を実現する製造プロセス技術の開発

材料資源をリサイクルも含め有効利用することにより原材料の投入と廃棄物の発生を最小限に抑え、また、多品種少量生産及び製品機能の仕様変更への容易な対応が可能な製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

##### 1-(2) 省エネルギー型製造プロセス技術の開発

従来と比較して著しい低温若しくは小型装置により製造・加工を行うことで実現される省エネルギー型製造プロセス技術の研究開発を実施する。

##### 2. ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

分子及び超微粒子等の相互作用による自己組織化プロセスに基づくナノスケールデバイスの製造技術及びナノシミュレーション技術等に関する研究開発を実施する。

##### 2-(1) ナノ構造を作り出す自己組織化制御技術の開発

ナノスケールの特異な物性を利用して機能的ナノ構



造を作り出すための理論的基盤を構築するとともに、自己組織的な構造形成及び機能発現の制御により飛躍的な省エネルギー・省資源を実現するナノ材料、ナノデバイス及びナノ製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

#### 2-(2) ナノスケールデバイスを構成する微小部品の作製及び操作技術の開発

ナノチューブ、有機半導体分子等の機能性ナノ材料を微小部品として利用するため、ナノ材料の作製・操作技術の研究開発を実施する。また、分子デバイス、磁性半導体デバイス等のナノ構造デバイスを実現するために必要な超微細加工技術の研究開発を実施する。

#### 2-(3) 飛躍的性能向上をもたらす新機能材料及びそのデバイス化技術の開発

スイッチング及び発光等の機能の飛躍的向上が期待される新材料の作製及びそのデバイス化技術の研究開発を実施する。

#### 2-(4) ナノ現象解明のためのシミュレーション技術の開発

ナノスケールデバイスの動作原理を解明するため、ナノ物質の構造・物性・反応やナノ現象の解析・予測を行う基盤的シミュレーション理論及びナノスケールデバイスの設計・作製を支援する統合的なナノデバイスシミュレーション技術の研究開発を実施する。

### 3. 機能部材の開発による輸送機器及び住環境から発生するCO<sub>2</sub>の削減

自動車等の輸送機器のエネルギー消費の大きな要因となっている車体重量の軽量化を目指し、軽量合金部材の研究開発を実施する。また、住宅におけるエネルギー消費の削減に有効な断熱及び調湿機能を持つ建築部材に関する研究開発を実施する。

#### 3-(1) 耐熱特性を付与した軽量合金部材の開発

エンジン等への使用を可能とする耐熱性に優れた軽量合金の鋳鍛造部材に関する研究開発を実施する。

#### 3-(2) 軽量合金材料の大型化と冷間塑性加工を可能とする部材化技術の開発

自動車等の輸送機器の軽量化に向け、軽量合金を大型構造部材として実用化するために必要となる冷間塑性加工による薄板材製造技術及び低コストな素形材生産技術の研究開発を実施する。

#### 3-(3) 快適性及び省エネルギー性を両立させる高機能建築部材の開発

居住者の快適性を確保しつつ省エネルギー化を実現するために、窓、壁及び屋根等の高断熱及び調湿等の機能を持つ建築部材並びにそれらの低コスト化技術の研究開発を実施する。

### 4. ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

国内のものづくり産業の国際競争力強化を支援するため、ナノテクノロジー・材料・製造に関する技術の

研究開発力の強化に必要な共通技術基盤としてのインフラを整備する。

#### 4-(1) 先端計測及びデータベース等の共通基盤技術の開発

先端技術のものづくり産業への円滑な導入を図るため、共通に必要な機能性部材の作製、加工、計測、分析及び評価のための技術を開発する。また、産業界及び大学の利用が可能となる加工技術等のデータベース等の整備と運用を行う。ほか、ナノテクノロジーの社会的意義と技術に内在するリスクに関し調査・研究を行う。

#### 4-(2) 先端微細加工用共用設備の整備と公開運用

産業界及び大学の外部研究者及び技術者の利用が可能な最先端微細加工用の共同利用施設を整備する。

### 5. ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

機能性部材の作製、加工、計測、分析及び評価の基盤技術を医療等へ応用展開するため、横断的研究を推進する。

#### 5-(1) バイオテクノロジーとの融合による新たな技術分野の開拓

ナノ材料の化学特性を利用したドラッグデリバリーシステム等ナノテクノロジーとバイオテクノロジーの融合技術の研究開発を実施する。

### IV. 環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を実現するための研究開発

環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を将来とも実現していくため、産業活動や社会生活の環境への負荷を低減するとともに、これらの活動や生活の源になるエネルギーの需要や供給をCO<sub>2</sub>の排出量を削減しながら安定的かつ効率的なものとしていくことが求められている。このため、我が国における産業活動に伴い発生する環境負荷の低減を目的として、環境評価・保全技術、環境に調和した国土の有効利用及び化学産業の環境負荷低減技術に関する研究開発を実施する。また、CO<sub>2</sub>排出量の削減及びエネルギーの安定供給確保を目的として、再生可能エネルギー、燃料電池等の分散エネルギー源とそのネットワーク化技術及び産業・運輸・民生部門の省エネルギー技術に関する研究開発を実施する。

#### 1. 環境予測・評価・保全技術の融合による環境対策の最適解の提供

種々の環境変化に対応した環境対策の最適解の提案を目指し、環境計測、リスク評価、環境負荷評価及び環境浄化・修復・保全に関する技術の統合的な研究開発を実施する。

#### 1-(1) 化学物質の最適なリスク管理を実現するマルチプルリスク評価手法の開発

社会、行政及び産業のニーズに対応し、30種類以上

の化学物質に関する詳細なリスク評価を実施する。また、代替物質や新技術による生産物等の評価手法及び複雑なリスクの相互依存関係に対応できる多面的なリスク評価手法に関する研究開発を実施する。

#### 1-(2) 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

生産と消費に係わる諸活動の環境、経済及び社会への影響を統合的に評価するライフサイクルアセスメント技術に関する研究開発を実施するとともに、その結果の普及と利用を推進する。

#### 1-(3) 環境問題の発生を未然に防止する診断・予測技術の開発

環境汚染を早期に発見し、汚染の拡大を防止するとともに、環境浄化・修復の効果を評価するため、環境負荷物質の極微量検出を可能とする計測技術の研究開発を実施する。また、CO<sub>2</sub>等の産業活動に起因する温暖化関連物質の排出源対策技術の評価に関する研究開発を実施する。

#### 1-(4) 有害化学物質リスク対策技術の開発

汚染された大気・水・土壌の浄化、修復及び保全を目指し、揮発性有機化合物（VOC）、難分解性化学物質及び重金属等の汚染物質の処理技術に関する研究開発を実施する。また、廃棄物の集中する都市域における最終処分量の削減と資源循環の適正化に有効なリサイクル技術に関する研究開発を実施する。

### 2. 地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土の有効利用の実現

自然と経済活動の共生を目指した地下深部の利用に向け、地圏における水の循環システムを解明するとともに、低環境負荷資源開発、土壤汚染リスクの評価と修復、地層処分及びCO<sub>2</sub>地中固定に関する研究開発を実施する。

#### 2-(1) 地圏における流体モデリング技術の開発

地球環境に配慮した地下深部の利用を実現するため、地圏内部に含まれる流体の挙動に関するモニタリング及びシミュレーション等の技術の研究開発を実施する。また、低環境負荷資源開発に関する研究開発、土壤汚染リスクの評価及び地層処分に関する環境評価を実施する。

#### 2-(2) CO<sub>2</sub>地中貯留に関するモニタリング技術及び評価技術の開発

大気中のCO<sub>2</sub>濃度を削減することを目的として、地中の帯水層にCO<sub>2</sub>を固定するCO<sub>2</sub>地中貯留システムの実現に向け、CO<sub>2</sub>の挙動に関するモニタリング技術及び帯水層のCO<sub>2</sub>貯留可能ポテンシャル評価に関する研究開発を実施する。

#### 2-(3) 沿岸域の環境評価技術の開発

都市沿岸域において海水流動や水質・底質の調査を行い、産業活動や人間生活に起因する環境負荷物質の評価技術の高度化を図る。

### 3. エネルギー技術及び高効率資源利用による低環境負荷型化学産業の創出

化学製造プロセスにおける環境負荷の低減を目指し、バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の研究開発を実施する。また、副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術、気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術に関する研究開発を実施する。

#### 3-(1) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

バイオマスの化学製品原料としての長期的な利用の拡大を目指し、高性能かつ高機能なバイオマスベース化学製品の製造技術及び低品位バイオ生産物からの基礎化学品の生産プロセス技術に関する研究開発を実施する。

#### 3-(2) 副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術の開発

高付加価値ファインケミカルズ製造のための高選択性反応技術の研究開発を実施する。また、製造時における環境負荷が大きい高機能化学製品の製造プロセスにおいて、廃棄物の発生を極小化することにより環境負荷を低減する技術に関する研究開発を実施する。

#### 3-(3) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

燃料電池の燃料として需要拡大が見込める水素等を、省エネルギーかつ安価に供給するプロセスを実現するため、水素や酸素等の高性能な気体分離膜及びその利用システムに関する研究開発を実施する。

### 4. 分散型エネルギーネットワーク技術の開発によるCO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上

CO<sub>2</sub>の削減とエネルギー自給率の向上を可能とする電力の低コストかつ安定的な供給の実現を目指し、太陽エネルギー、水素エネルギー及び燃料電池等の分散型エネルギー源並びに分散型エネルギーネットワークの運用技術に関する研究開発を実施する。

#### 4-(1) 分散型エネルギーの効率的な運用技術の開発

個々の分散型エネルギー源をネットワーク化されたシステムとして機能させるため、高効率エネルギー管理技術、電気・熱・化学エネルギーの統合運用技術及びモバイル機器等への応用可能な可搬型エネルギー源技術に関する研究開発を実施する。

#### 4-(2) 小型高性能燃料電池の開発

小型高性能燃料電池の普及促進に向け、固体高分子形燃料電池の信頼性向上、電解質・電極触媒の革新的性能向上及び低価格化のための技術に関する研究開発を実施する。また、固体酸化物形燃料電池に関し、性能評価技術及び規格・標準化技術の研究開発を実施する。

#### 4-(3) 太陽光発電の大量導入を促進するための技術開発 再生可能エネルギーである太陽エネルギーの大量導

入を促進するために、薄膜シリコン系多接合太陽電池の開発など、太陽光発電の高効率化・低コスト化技術に関する研究開発を実施する。

#### 4-(4) 水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術の開発

水素エネルギーの利用に際しての安全性の確保を図るため、その製造、貯蔵及び輸送技術の研究開発を実施する。また、炭化水素系資源から水素、メタン及び新合成燃料等のクリーン燃料を製造し、利用する技術の研究開発を実施する。

#### 5. バイオマスエネルギーの開発による地球温暖化防止への貢献

バイオマスの利用により地球温暖化防止へ貢献するため、木質系バイオマスからの液体燃料製造技術及び最適なバイオマス利用に向けての評価技術に関する研究開発を実施する。

#### 5-(1) 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

大気中の  $\text{CO}_2$  濃度を低レベルで安定化させるために、特に  $\text{CO}_2$  固定効果の大きな木質系バイオマスを原料として、運輸用液体燃料などを高効率・低環境負荷で製造するエネルギー転換技術に関する研究開発を実施する。

#### 5-(2) バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

アジアに大量に賦存するバイオマス資源の利用を推進し、その市場への導入を図るため、経済価値の高い素材から経済価値の低いエネルギーに至るまでバイオマスの総合的な利用を推進する技術の研究開発を実施する。

#### 6. 省エネルギー技術開発による $\text{CO}_2$ 排出の抑制

$\text{CO}_2$  の排出抑制のため、省電力型パワーデバイスの開発及び分散型エネルギーネットワークの構築など、エネルギー供給における省エネルギー化を実現する技術の研究開発を実施する。また、エネルギー消費の大きい化学産業におけるエネルギー消費の低減をはじめ、輸送機器の軽量化及び情報通信機器の省電力化など、製品の製造及び利用の両面において省エネルギー化を実現する研究開発を実施する。

#### 6-(1) 省電力型パワーデバイスの開発

民生及び運輸部門の省エネルギー化を目指し、材料・デバイス技術の統合によるパワーデバイスの高パワー密度化、低コスト化及び汎用化のための基盤技術を確立し、エネルギー損失を大幅に低減するパワーデバイスの研究開発を実施する。

#### 6-(2) 省エネルギー化学プロセス技術及び環境浄化技術の開発

化学プロセスの省エネルギー化を実現するための熱交換技術、蒸留技術及び反応技術の研究開発を実施する。また、環境浄化及びリサイクルの実施に際しての投入エネルギーの低減を図るため、省エネルギー型の

水処理技術及び金属再生技術に関する研究開発を実施する。

#### 6-(3) 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発

個々の分散型エネルギー源をネットワーク化されたシステムとして機能させるため、高効率エネルギー管理技術、電気・熱・化学エネルギーの統合運用技術に関する研究開発を実施する。(IV. 4-(1)を一部再掲)

#### 6-(4) 輸送機器及び住居から発生する $\text{CO}_2$ の削減のための機能部材の開発

自動車等の輸送機器のエネルギー消費の大きな要因となっている車体重量の軽量化を目指し、軽量合金部材の研究開発を実施する。また、住宅におけるエネルギー消費の削減に有効な断熱及び調湿機能を持つ建築部材に関する研究開発を実施する。(III. 3を再掲)

#### 6-(5) 電子機器を低消費電力化するデバイス技術の開発

ユビキタス情報社会を支えるモバイル情報機器及びロボットに搭載され CPU 及び入出力デバイスの長時間使用を目指し、2010年以降の LSI 微細化ロードマップに対応する超低消費電力デバイス技術の研究開発を実施する。(II. 2-(3)を一部再掲)

#### V. 産業基盤を構築する横断技術としての計測評価技術の研究開発

計測技術は、観測、実験及び生産等全ての科学研究や産業活動の発展の基盤をなすものであり、様々な分野における共通の基盤技術として広く利用されている。広範囲にわたる産業活動を横断的・共通的に支援し、産業技術の信頼性を向上させるため、計測評価技術の研究開発を実施するとともにデータベースの構築や試験評価方法の標準化を推進する。

#### 1. 計測評価技術の開発と知的基盤構築の推進

広範な先端技術分野において新たな知見を獲得するためのツールとなる計測評価技術を開発するとともに、それらの標準化に貢献する。また、新技術や新製品の国内外市場の開拓を促進するため、製品の機能及び特性等を評価する技術を開発する。

#### 1-(1) 先端的な計測・分析機器の開発

新たな産業技術の発展を促進するため、光・量子ビーム源の開発及び高感度検出技術の開発など先端的な計測・分析機器に関する研究開発を実施するとともに、それらの標準化に貢献する。

#### 1-(2) 計測評価のための基盤技術の開発

材料・部材及び構造物における損傷及び劣化現象等の安全性及び信頼性の評価に関わる計測技術の研究開発を実施するとともに、それらの標準化に貢献する。さらに、バイオテクノロジー等の先端産業技術における信頼性の高い計測評価技術を開発することにより、産業と社会の信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の

構築に資する。

## 2. 産業と社会の発展を支援するデータベースの構築と公開

先端産業技術の開発と社会の安全・安心のための基盤となる重要な計測評価データを蓄積し、データベースとして産業界と社会の利用に広く提供する。

### 2-(1) 産業技術の基盤となるデータベースの構築

産業技術の基盤となる物質のスペクトル特性及び熱物性等のデータベースを構築し、産業界と社会の利用に広く提供する。

### 2-(2) 社会の安全・安心に関するデータベースの構築

環境、エネルギー及び安全性等の社会の安全・安心の基盤となる計測評価データベースを構築し、産業界と社会に広く提供する。

## 【別表2】地質の調査（地球の理解に基づいた知的基盤整備）

地殻変動が活発な地域に位置する我が国において、安全かつ安心な産業活動や社会生活を実現し、また、必要な資源の確保を図るためには、国土及び周辺地域の地質に関する状況を適切に把握し、これに応じ必要な対応を行うことが求められている。このため、国の知的基盤整備計画などに沿って、国土及び周辺地域の地質情報の整備と供給及び地震・火山等の自然災害による被害の軽減に関する研究開発を実施する。また、アジアにおける国際協力の強化及び地質基盤情報整備における先導的役割の発揮に向けた取り組みを行う。

### 1. 国土及び周辺地域の地質情報の統合化と共有化の実現

国の知的基盤整備計画に基づき、国土と周辺地域において地質の調査・研究を実施し、地質情報の整備を行うとともに、大陸棚の限界に関する情報作成及び衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発に取り組む。また、地質の調査に関する研究成果を社会に普及するための体制を整備する。

#### 1-(1) 地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備

地質の調査に関する研究手法・技術の高度化を進め、日本の位置する島弧を含む地球に対する理解を深め、新たな地球科学理論・モデルを確立する。また、こうした知見も活用し、長期的な計画に基づき、国土の地質情報基盤である20万分の1の地質図幅23区画、5万分の1の地質図幅25区画、20万分の1の海洋地質図15図、20万分の1の重力図5図及び空中磁気図3図の作成・改訂を行う。

#### 1-(2) 地質情報の高度化と利便性の向上

20万分の1の地質図データベースを整備し、各種データベースとの統合化により、地質情報の精度を向上させるとともに、利便性の向上を図り、地質情報の標準化を実施する。また、5個の地球化学標準試料を作製するほか、地質標本の標準試料の整備及び地球化学

データベースの整備・公開を実施する。

#### 1-(3) 大陸棚調査の実施

「海洋法に関する国際連合条約」に基づき、平成21年5月までに国連の「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する必要がある大陸棚の地形・地質に関するデータ等大陸棚の限界に関する情報の作成に貢献するため、必要とされる調査・分析・解析を行う。

#### 1-(4) 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

自然災害、資源探査、地球温暖化、水循環等に関する地球観測の一環として、地質の調査に関する衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発を行うとともに、より効率的な石油資源の探査等に必要な衛星情報の整備を図る。

#### 1-(5) 地質情報の提供

地質の調査に関わる研究成果を社会に普及するため、地質図類、報告書等を出版するとともに、電子媒体やWebによる地質情報の普及体制を整備する。また、地質標本館の有効活用を図るとともに、地質相談業務に積極的に取り組む。

## 2. 環境に配慮した資源利用のための地質の調査・研究

環境問題や将来的な資源問題の解決のため、地球における長期的かつ大規模な物質循環を視野に入れた地質の調査・研究を実施するとともに、データベースなどの基本地質情報を整備する。

### 2-(1) 地球環境を支配する水と炭素の循環システムの解明

陸域での水循環及び海洋における物質循環に関する地質の調査を行い、水文環境図の作成、データベースの整備及び循環モデルの提案等を行うことにより、環境負荷影響及び環境対策技術適用に関する基本情報を提供する。

### 2-(2) 地圏における物質の循環・集積メカニズムの解明と評価

地圏における土壌汚染の原因や資源生成の要因となる物質の循環と集積メカニズムの解明のため、土壌汚染情報に基づく土壌環境リスクマップの作成及び資源情報データベースの整備と公開を行う。また、環境・資源評価のための調査手法を開発し、産業界への普及を図るとともに、政策への反映を目指し提言を行う。

## 3. 地質現象の解明と将来予測に資する地質の調査・研究

地震、火山等の自然災害による被害の軽減及び高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全性の確保を目的として、活断層、地震発生や火山噴火のメカニズム及び地下水変動などに関する調査・研究を実施する。

### 3-(1) 地震及び活断層の調査・研究の実施

調査の必要性が高い15以上の活断層及び近い将来発生が懸念される海溝型地震に関する調査・研究を行うとともに、地震前兆現象を把握するための地下水等の

変動観測などを実施する。

### 3-(2) 火山の調査・研究の実施

火山噴火予知及び火山防災のための調査・研究を行い、火山に関する地質図5図を作成するとともに、火山関連情報をデータベース化して提供する。

### 3-(3) 深部地質環境の調査・研究の実施

高レベル放射性廃棄物地層処分事業の安全規制に係る国の施策に資するため、地質現象の長期変動及び地質環境の隔離性能に関する地質学的、水文地質学的知見を取りまとめ、技術情報として規制当局に提供するとともに、長期的視点から地層処分研究の基盤を確保する。

### 3-(4) 都市及び沿岸域の地質環境の調査・研究の実施

人口密集地における自然災害による被害の軽減を目的に、都市平野部から沿岸域の総合的な地質環境の調査・研究を行い、その結果を国及び地方公共団体等に提供する。

## 4. 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火をはじめとする自然災害に対応して、緊急の調査・研究を実施する。

### 4-(1) 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火をはじめとする自然災害発生に際して、社会的な要請等に機動的に対応して緊急の調査・研究を実施するとともに、必要な関連情報の発信を行う。

## 5. 国際協力の実施

地質に関する各種の国際組織、国際研究計画に参画するとともに、産総研が有する知見を活かし、国際的な研究協力を積極的に実施する。

### 5-(1) 国際協力の実施

アジア太平洋地域を中心に、地質情報の整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際研究協力を実施する。

### 【別表3】計量の標準（知的基盤の整備への対応）

産業、通商、社会で必要とされる試験、検査や分析の結果に国際同等性を証明する技術的根拠を与え、先端技術開発や産業化の基盤となる計量の標準を整備するとともに、計量法で規定されている法定計量業務を適確に実施することにより、我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持・強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全かつ安心の確保に貢献する。

#### 1. 国家計量標準システムの開発・整備

計量標準の中核機関として他省庁及び民間企業との協力の下、我が国の総力を結集し、2010年度までに計量標準の供給サービスの水準を米国並みに高めるために必要な国家計量標準（標準物質を含む。以下同じ。）を早急に整備し、供給を開始する。そのうち国際通商に必要な基本的な計量標準については、国際基

準に適合した計量標準の供給体制を構築して、我が国の円滑な通商を確保する。国内の先端産業技術の国際市場獲得に必要な客観的な技術評価及び国民の安全・安心の確保のための戦略的な計量標準については、産業界や社会の要請に即応して整備し、多様な供給の要請に対して柔軟に対応する。また、経済産業省に対して国家計量標準システムの企画・立案に関する技術的支援を行う。

#### 1-(1) 国家計量標準の開発・維持・供給

我が国経済及び産業の発展等の観点から、新たに140種類の計量標準を整備して供給を開始する。また、供給を開始した計量標準のうち150種類の標準について供給範囲の拡大等を図り、より高度な社会ニーズに対応するとともに、計量標準の適確な維持・供給を実施する。さらに、136種類の計量標準について国際基準に適合した品質システムを整備して計量標準の供給体制をゆるぎないものとし、メートル条約のもと国家計量標準と国家計量標準機関が発行する校正証明書に関する相互承認協定（グローバル MRA）の枠組みを通して、計量標準の供給体制の国際統合を進める。

#### 1-(2) 計量標準政策の提言

我が国の計量標準の開発の方向性と供給制度の高度化・合理化の方策を経済産業省及び関係機関へ提言する。

#### 1-(3) 計量標準の供給・管理体制の強化

適確な標準供給を確保できる体制を構築して、計量標準供給の信頼性・安定性をゆるぎないものとする。

#### 1-(4) 計量法に基づく認定技術審査への協力

高精度の校正サービスを行う校正事業者に対して、国の政策により行う計量法校正事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援する。また、極微量物質の分析を行う事業者に対して、国の政策により行う計量法特定計量証明事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援する。

## 2. 特定計量器の基準適合性の評価

計量法で定められた特定計量器の検定に関する業務を、新たな技術課題を解決しつつ適確に行うとともに、法定計量体系の高度化・合理化・国際化等の政策課題に関して経済産業省の法定計量政策を支援する。

#### 2-(1) 法定計量業務の実施

計量法に基づき産総研に委任された法定計量業務を適正に実施する。

#### 2-(2) 適合性評価技術の開発

計量器の最新技術動向を法定計量に取り入れるため、適合性評価技術の研究開発を実施する。

#### 2-(3) 法定計量政策の提言

我が国の法定計量体制の中の諸機関との連携を促進し、政府の法定計量政策の企画・立案を支援する。

#### 2-(4) 法定計量体系の設計

我が国の法定計量体系の高度化のために政府に協力

して調査を行い、効率的な法定計量体系の設計を支援する。

### 3. 次世代計量標準の開発

次世代の計量標準を世界に先駆けて開発し、国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮する。また計量標準に関する先導的な技術開発を主体的、戦略的に行って、産業界や大学のニーズに機動的に対応する。

#### 3-(1) 革新的計量標準の開発

革新的な計量標準技術を世界に先駆けて開発し、我が国の優れた標準技術を国際標準に反映させて優位性を確保するとともに、それらを先端技術開発に反映させる。

#### 3-(2) 産業界ニーズに対応した先導の開発

IT 技術等を積極的に活用することにより計量標準の供給技術を高度化し、産業界や大学への標準供給の効率を飛躍的に向上させ、また供給の精度を向上させる。

### 4. 国際計量システムの構築

計量標準、法定計量に関連する国際活動に主導的に参画し、我が国の技術を反映した計量システムを諸外国に積極的に普及させるとともに、メートル条約と法定計量機関を設立する条約のもとメンバー国と協調して国際計量システムの発展に努める。

#### 4-(1) 計量標準におけるグローバルな競争と協調

グローバル化する経済のもと、国際的計量組織の一員としての我が国のプレゼンスを強化することにより、産業の競争力強化と国民生活の安全・安心の確保という我が国の利益を増進させる。

#### 4-(2) アジアを中心とした国際協力の展開

アジアを中心とした開発途上国へ技術援助を行い、それにより開発途上国の国際相互承認への参画を促しつつ、我が国の計量標準技術を反映した国際計量標準システムを構築する。

### 5. 計量の教習と人材の育成

広範で質の高い計量業務に対応できるよう、我が国及び開発途上国の計量技術人材を育成する。

具体的には、

- ・都道府県、特定市の地方計量行政を担当する公務員のために、計量技術のレベル向上を目的とした教習を行い、計量技術レベルの向上を図る。
- ・法定計量の技術を教習し、技術レベルの高い一般計量士・環境計量士を育成して国家資格の付与に資する。
- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業者管理者講習及び分析技術者研修を行い、超微量汚染物質の計量証明に関する技術レベルの向上に資する。
- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の認定技術審査員研修、校正技術者研修を行い、当該制度の技術レベルの向上に寄与する。

- ・アジア諸国等を対象とした国際協力研修等を外部機関との協力のもとに実施し、高い技術を持った人材を育成する。
- ・専門的な計量標準技術を民間技術者へ提供し、技術移転を効果的に行う。

#### 4. 中期計画

独立行政法人通則法第31条第1項に基づき、独立行政法人産業技術総合研究所の平成20年度の事業運営に関する計画（以下、年度計画）を次のように定める。

I. 質の高い成果の創出と提供（国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する目標を達成するためとるべき措置）

1. 質の高い研究成果の創出とその活用のために講じる方策

(1) 戦略的な研究開発の推進

(戦略的な研究企画及び研究資源配分の重点化)

【中期計画（参考）】

・質の高い研究成果を戦略的に創出するため、成果の科学技術的又は社会経済的な価値が実現した状態である「アウトカム」を意識した中長期的な研究開発戦略を策定する機能を強化する。策定する戦略については、中長期的な観点を踏まえつつ、国内外の科学技術動向や政策的要請等に機動的に対応できるよう常に見直す。  
《平成20年度計画》

・戦略的な研究経営を推進するため、所全体の産学官戦略、知財戦略、ベンチャー戦略などを含めたイノベーション推進戦略を策定し、効率的かつ効果的な研究経営を行う。

・産総研の総合力を発揮するため、幅広い研究情報の有効活用と整備、共通設備の利用促進を図る体制の強化を行う。

・イノベーションハブとして機能するために、経済産業省等との定例的な意見交換の実施、また、産業技術アーキテクト主導による産業化シナリオの検討と発信を行い、多様な政策的・社会的ニーズの把握と対応を強化する。

【中期計画（参考）】

・研究開発戦略に基づき研究の重点化を進めるための研究テーマの選択と集中を図る。特に地域拠点においては、地域の特性も踏まえた研究開発の中核拠点化を目指し、研究の重点化を行う。

《平成20年度計画》

・第2期研究戦略平成20年度版の方針に沿い、20年度重要研究課題や総合化戦略に選定された研究課題では組織横断的な研究をさらに推し進め、予算、人材等の研究資源の重点配分による高い研究成果の創出を図る。

・第2期研究戦略の総合化戦略や国からの政策的要請を推進するための重要課題や有望な成果創出が期待できる課題に重点配分し、推進する。

・地域イノベーション創出等を促進するために、地域センターが政策を十分に認識して、地域の強み・資源など実情に応じた研究開発の推進・普及を図るとともに、地域産学官の協力ネットワークのハブとなり連携強化を進めるなど地域の中核的機関として貢献する。

・サービス工学、健康工学、地球観測グリッド(GEO-Grid)、レアメタルなどの融合研究領域の発展を促進する。

【中期計画（参考）】

・予算、人員等の研究資源の配分については、中長期的な研究開発戦略及び社会、産業界のニーズに基づく機動的な政策対応の観点などから重要な研究課題及び必要な技術融合課題の設定を行い、それを踏まえて重点化する。

《平成20年度計画》

・政策的・社会的ニーズと技術ポテンシャル及び研究戦略を踏まえ、本格研究の実践のために必要な予算の戦略的な配分を行う。

・「ハイテクものづくり」、「IP インテグレーション」などの政策的予算制度を有効に活用し、産総研の多様な技術シーズのインキュベーションを行う。

・人件費削減計画の下、戦略的かつ長期的視点を持って競争的に人員の採用を行う。

・産業技術アーキテクトの主導により、「産総研産業変革研究イニシアティブ」の拡充強化を図り、継続2課題の推進に加え、新規課題の検討および選定を行う。

・企業、大学等において十分に活用されていない研究シーズについて、技術と人材を受け入れ、産総研の研究ポテンシャルとの融合で育成するプラットフォーム機能「産総研カーブアウト事業」を強化する。

【中期計画（参考）】

・研究スペースを有償の研究資源として捉え、スペース課金システムを活用し、迅速かつ適切に研究スペースの回収と配分を行う。

《平成20年度計画》

・スペースの有効活用を促進させるため、課金システム及び配分審査の的確な運用を行う。引き続き、スペース返納を促進すると共に、安全対策及びユニット配置の集中・最適化のため、効率的なスペース活用を図る。

【中期計画（参考）】

・研究ユニット評価結果の研究資源配分への効果的な反映、外部資金の獲得に対するインセンティブとしての研究資源配分など、研究資源の配分を競争的に行うことにより、研究活動を活性化させ研究成果の質の向上を図る。

《平成20年度計画》

・研究ユニット評価・モニタリング結果をユニット経営予算または政策的予算に適切に反映し、研究成果の質の向上を図る。

・共同研究等を推進するための制度に基づいて、民間企業等からの資金提供型共同研究、受託研究に対して資金提供額に応じて研究ユニットに研究費を付与するとともに、第2期研究戦略上、重要な研究課題として位置づけられる共同研究に対しては審査を行い追加的支援を行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・地域における産業競争力の強化、新産業の創出に貢献するために、地域の技術的な特性を踏まえた世界に伍する研究への研究資源の重点配分を図る。

## 《平成20年度計画》

- ・地域産業界、地域経済産業局等との連携体制を強化し、地域の産業界、政策ニーズに合致した研究開発に対して、研究予算、人員を重点的に配分する。

## 【中期計画（参考）】

- ・研究開発の実施に当たっては、多重構造を排した組織において、意思決定の迅速化を図り、権限と責任を明確にした組織運営を行う。

## 《平成20年度計画》

- ・分野研究推進会議などの研究現場との対話機能を強化し、意思決定の迅速化、責任の明確化を図る。

## (技術情報の収集・分析と発信)

## 【中期計画（参考）】

- ・社会情勢の変化を的確に把握するとともに中長期的な産業技術動向を俯瞰するため、外部人材ネットワークやアウトソーシングを活用しつつ組織体制と機能を充実させ、国内外の科学技術情報を収集・分析する。

## 《平成20年度計画》

- ・産総研の長期ビジョン検討にあたり、必要な先行的調査を並行して実施する。
- ・戦略的な調査・分析課題の設定を行い、クライアントの的確な判断に資する分析を心がける。また、発信する情報が有効に活用されるよう、積極的にその内容の紹介と普及に努めるとともに、フォローアップにも留意する。
- ・平成19年度に行った所内横断的な調査課題について解析や評価を行うとともに、新たな横断的な調査ニーズを把握し、研究ユニットと協力して調査を実施する。
- ・平成19年度に引き続き、定点観測的情報収集を中心に外部機関等との連携を図り、効率的な情報収集に努める。
- ・産総研の経営戦略に資するため、研究開発の新たな指標を含めたインプット・アウトプット等のパフォーマンスの状況およびその海外の公的機関等との比較を含めた調査・分析を進める。
- ・中長期的な研究開発テーマ検討支援調査を行い、研究開発戦略の策定手法を提案し、いくつかのケーススタディを行う。
- ・ナノテクノロジーの様々な社会的課題をコア技術の研究開発、実用化、社会受容の戦略的課題として位置づけ、包括的情報の解析と提言をまとめる。
- ・引き続き科学技術振興調整費プロジェクトについては他の機関と連携を図り実施する。
- ・平成19年度の産業保安重要研究課題関連調査を継続して、企業の産業保安確保への取組を支援するための事故情報の収集・解析・提供の面での他の公的機関との

連携・協力策を立案する。

- ・平成19年度の新技术社会受容促進調査を踏まえて、我が国が「二酸化炭素回収・貯留（CCS）事業」を行う場合のコンソーシアム体制や産総研の分担業務を具体化し、経済産業政策の検討・実施に資するよう提案する。
- ・公的研究機関としての役割を果たしていくために必要なマネジメント手法に関して、知識資産の活用等の企業の事例や海外の公的研究機関における制度やその成立要件等の調査を行う。

- ・地域イノベーションに関する調査を行い、産総研地域センターの今後の役割に関する提言をまとめる。

## 【中期計画（参考）】

- ・産業技術動向等の調査・分析の成果は、月報等の情報レポート及び調査分析レポートとして内外に情報提供する。

## 《平成20年度計画》

- ・平成19年度に引き続き、収集した情報を整理し月次レポートとして所内に定期的に配信する。併せて、内容面での充実を図る。
- ・調査結果を定期的にとりまとめ、内外に発信するとともに、主要な成果について所内向けの報告会を開催する。
- ・平成20年度も引き続き、お茶の水女子大学の公開講座「化学・生物総合管理の再教育」の連携機関として、「コア技術からの社会価値創造と社会受容」をテーマに、講義を実施する。
- ・引き続き、エルゼビア社以外の購入洋雑誌（オンラインジャーナルを含む）について契約の見直しを行い、効率的な図書の利用を図る。また、内外学術雑誌の収集と利用およびネットワークを活用した文献情報の利用の促進を図る。
- ・一元的に収集・保管している論文別刷りの有効な活用方法として、内外の諸機関で始めている機関リポジトリ（Institutional Repository：研究機関が所属する研究者による研究成果物を電子的形態で集積し保存・公開すること。）について、構築の是非も含めた検討を図書検討委員会を通じて行う。

## (研究組織の機動的な見直し)

## 【中期計画（参考）】

- ・短期的並びに中長期的な研究開発の計画を着実に達成するため、研究内容や研究フェーズの相違等を勘案し、研究センター、研究部門、研究ラボなどの研究ユニットを適切に配置する。各研究ユニットの成果に対する評価を定期的に行い、その結果及び産業動向、科学技術動向等を踏まえ、社会ニーズ、政策的要請等に適切に対応する機動的かつ柔軟な組織の見直し、再編・改廃を行う。

## 《平成20年度計画》

- ・第2期中期計画の4年目にあたり、最適な組織体制を目



指して、産総研を取り巻く環境に柔軟に対応した研究ユニットの改廃・設立を行う。特に、研究促進を図りつつ、運営管理業務の効率化も目指した研究体制を検討する。具体的には、1研究部門、3研究センター、1研究ラボ、1研究センター（特記センター）を平成20年度初頭に立ち上げる。

- ・設置年限を迎える2研究センターと3研究ラボについては、ユニット終了に伴う活動記録のとりまとめを行うと共に、終了後の研究の継続体制について検討を行う。
- ・政策要請に対応すべく研究コアの設置を検討すると同時に、新たな研究コアの設立の可能性も検討する。
- ・平成20年度に設立3年目を迎える2研究センターについて中間評価を実施し、その結果に基づいて組織の見直しを行う。同時に、21研究部門の中間評価も実施し、第3期中期計画に向けた組織の見直しも検討する。
- ・設置年限の前年度に当たる8研究センターについて最終評価を実施し、全期間を通じた研究センターの研究活動を総括し、研究センター終了後の研究展開や組織体制を検討する。
- ・研究ユニットの中間評価、最終評価における評価方法について、最適な組織運営を目指し、再度検討を行う。特に、平成19年度に設置した組織である研究コアの組織評価について、政策要請等の周りの環境に対応した評価方法の検討を行う。

(国際競争力強化のための国際連携の推進)

#### 【中期計画（参考）】

- ・研究開発資源を有効活用して国際的優位性を確保するために、世界の有力研究機関、研究者との連携を強化し、グローバルで相互補完的な連携により研究ポテンシャルの向上を図る。

《平成20年度計画》

- ・産総研の中長期的な国際戦略を検討し、それに基づき具体的な行動計画の立案および推進を図る。世界の有力研究機関との研究協力覚書（MOU）締結、ワークショップの開催、産総研フェローシップを主体とした人材交流を通じて産総研と海外研究機関とのネットワークオブエクセレンス（NOE）の構築を推進する。また、「選択と集中」を念頭に置き、国際共同研究等により、世界各国、とりわけアジア諸国の有力研究機関との研究協力パートナーシップを構築・推進する。
- ・アジアについては、世界的な「地球温暖化対策」及び「東アジアサミット・セブ島宣言」の流れを踏まえ、引き続きタイ・ベトナム・中国・インドを重点に据えながら、地球環境問題やエネルギー問題を中心とした国際共同研究等の積極的推進を行う。具体的には、バイオディーゼル燃料等の製造技術や自動車燃料の評価技術を中心とした「バイオマスアジア」の促進や、GEO-Gridを中心とした地質情報処理及び環境評価技術の標準化等の研究分野融合領域テーマでの取り組みを進める。

- ・欧米については、研究ユニットのニーズに応じた有力研究機関との相互補完的連携を進める。米国については、引き続き産業科学技術の戦略分析及び関連情報の収集を行い、戦略的に連携すべき分野を確認するとともに、研究者への情報提供により、相互補完的連携を図れるよう努める。特に、ニューメキシコ州とは水素社会実現に向けた共同研究協力をはじめ、ナノテクノロジー、ナノバイオ分野などでの研究協力を推進する。欧州については、特にドイツの主要研究機関との連携強化を図り、ハノーバーメッセへの出展に際し、ヘルムホルツ協会および傘下の2研究センターとの包括的研究協力協定の締結および記念ワークショップの開催や「日独太陽電池イニシアティブセミナー」開催など、積極的な展開を図る。

#### 【中期計画（参考）】

- ・国際競争力ある人材を養成するとともに、世界のCOEとの連携強化による優秀な研究者の招聘などを進めるため、国際的な人材交流の促進策に取り組む。《平成20年度計画》
- ・「産総研フェローシップ制度」を通じて若手研究者の海外研究機関への派遣および共同研究先の海外研究者の招へいを積極的に展開して国際的な人材交流を推進し、国際競争力のある人材養成に努める。招聘については、MOU締結機関を中心に戦略的な判断の基に強固な研究者ネットワークを構築するため、有効に活用する。派遣については、世界のトップレベルの研究機関へ派遣することで相互補完的な連携を強化する。
- ・アジアの優秀な人材が米国に一極集中している現状を踏まえ、引き続き、「バイオマス・アジアフェローシップ」及びナノ・新素材分野における「アジアナノテク・インスティテュート」事業を実施することで、アジア人材ハブの機能強化に努める。さらに、国際共同研究推進支援強化の観点から、「国際共同研究推進フェローシップ事業」として、MOU締結機関を中心に、派遣・招へいを推進する。
- ・産総研のイノベーション国際展開を担う人材育成の一環として、米国カリフォルニア州シリコンバレーにおける研修を実施する。また、研修実施の効果と産総研としての発展性を評価して今後の対応を検討する。
- ・東アジアサミットにおけるエネルギー協力イニシアティブへの貢献として、新エネルギー財団と協力し、東アジア各国からの研究者を受入れ、アジアバイオマスエネルギー研究コアにおいて共同で研究を実施する。
- ・産総研に在籍する外国人研究者が産総研において言語や生活習慣等の違い等の障害を感じずに研究活動に専念できるよう、研究及び生活面におけるサポート業務の充実を図るなど、産総研の国際化を推進する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・国際機関や国際会議での活動の強化と人的ネットワークの構築により、研究成果の効果的な発信能力と、迅

速で正確な科学技術情報の収集・分析能力を強化する。  
《平成20年度計画》

- ・引き続き主要な国際機関の国際会議、相手国機関との個別会議等を戦略的に活用する。現地調査を含め国際機関との連携に基づき、各国並びに多国間の産業科学技術動向を把握し、産総研の国際戦略にフィードバックするとともに、国際的産業科学技術の政策・フレームワークを把握し、研究ユニットの活動を支援する。CCOP（東・東南アジア地球科学調整委員会）への当所職員派遣を機に、一層の情報交換を行う。ISTC（国際科学技術センター）への旧ソ連関係技術協力については、日本政府の対応の変化を見極め、経済産業省と連携しつつ当該協力の実質的な発展に向けた取り組みを検討する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の安全輸出管理コンプライアンスプログラムを的確に実施する。

《平成20年度計画》

- ・海外との研究活動に伴う技術の提供並びに貨物の輸出に関し、法令遵守を徹底するべく、各研究者への指導、研修会の開催、自己点検とそのフォローアップ等を継続して行う。また、大学・研究機関からの不適切な技術移転が問題となっている状況から、人的交流に伴う技術移転の適正化についても重点をおいた取り組みを推進する。さらに、産総研の輸出管理が先進的取り組み事例として認知されてきており、大学・研究機関の輸出管理取り組みへの協力を進める。
- ・引き続き、海外渡航における感染症・テロ・事故等の未然防止のために情報収集、情報周知を図り、海外での危機意識の醸成に努める。特に新型インフルエンザ等新たな疾病等の国際的なリスクに対しては、関連部局とも連携して適切・迅速に対応する。

（研究成果最大化のための評価制度の確立とその有効活用）

【中期計画（参考）】

- ・研究開発が効率的かつ効果的に実施され、その研究成果が社会、産業界に有効に移転、提供されているか否かを検証するため、適宜、評価制度の見直しを行う。

《平成20年度計画》

- ・産総研が果たすべきイノベーション創出の取り組み及び成果の移転に係る進展が把握できるように、アウトカムの視点からの評価趣旨をさらに徹底して、本格研究の実践、技術移転、標準化、研究コンソーシアム設立、ベンチャー起業、地域産業界とのインターフェイス等の取り組みが可視化されるような評価制度の改善に努める。

【中期計画（参考）】

- ・第2期中期目標期間においては、研究のアウトプットを中心とした評価に加えてアウトカムの視点からの評価を実施することとし、その結果を産総研の自己改革

に適切に反映させる。

《平成20年度計画》

- ・産総研が目指すアウトカム実現のために、各研究分野の研究ポートフォリオを明確にしなが、イノベーション創出を意識した成果をもたらす研究開発に資するべく、アウトカムの多面的視点から評価を実施する。その結果を研究ユニットと理事長に報告し、産総研経営の自己改革の資料として活用する。

【中期計画（参考）】

- ・アウトカムの視点からの有効な評価方法を確立するために、国内外で実施されている評価方法の調査、分析を行うとともに、その結果等を踏まえた評価制度の見直しを行う。

《平成20年度計画》

- ・国内外の研究開発評価関連会議への参加、研究開発評価のあり方に関する調査をさらに継続し、得られた知見を評価制度の見直しに活用する。
- ・評価に関するシンポジウムを主催し、国内外の評価実務者、学識経験者とともにイノベーション創出に資する評価の課題について議論し、評価制度改善に努める。
- ・さらに、所外の有識者等から委員会形式等によりコメントを収集し、第3期における研究評価制度に資する。

【中期計画（参考）】

- ・評価制度の見直しに当たっては、研究成果のアウトカム実現への寄与を予測する手法の開発に加えて、評価者、被評価者双方にとって納得感の高い評価制度の確立を目指して制度見直しを行う。また、投入した研究資源の有効性を判断するための費用対効果的な視点からの評価を定期的実施するための制度見直しを行う。

《平成20年度計画》

- ・研究成果のアウトカム実現に向けた寄与の予測について行っているロードマップ設定による評価の内、マイルストーン及びベンチマークの趣旨を徹底し、評価者・被評価者双方にとって納得感の高い評価制度の改善に努める。

- ・投入研究資源の有効性を判断するための指標として、研究成果、イノベーション創出、技術移転、等に加え、人材育成、各界からの信頼度向上、等への取り組みの事例を収集すると共に、得られた成果の価値の在り方について総合的な議論を進める。

【中期計画（参考）】

- ・評価結果を研究課題の設定、研究資源の配分、組織の見直し又は再編・改廢に適切に活用するなど継続的な自己改革に効果的に反映させることにより、研究成果の質を高めていくとともに、より大きなアウトカムの創出を目指す。

《平成20年度計画》

- ・中期目標達成のために研究ユニットで実施する重点課題に対して、平成19年度の研究課題の評価結果を適切に反映した集中的な政策的予算配分を行い、研究の推

進を加速する。

【中期計画（参考）】

- ・職員の意欲をさらに高めるとともに、職員個人の能力を最大限活用して研究成果や業務の質の向上につなげるために、職員個々に対する定期的な個人評価を実施する。

《平成20年度計画》

- ・短期評価は、職員及び契約職員の一部（ユニット長等）を対象に実施する。また、人材開発戦略会議報告を踏まえ、短期評価の目標設定及び評価項目として、人材育成、キャリア開発、自己啓発を明示的に設定するとともに、その運用を通じて多様な人材の育成に努める。
- ・長期評価は、一定の在級年数を満たした職員(任期付職員を除く)を対象に実施する。
- ・コンプライアンスの保持に対する意識高揚の観点から個人評価制度の改正を行う。
- ・役員についても業績評価を行い、責任体制に対応した所掌業務の遂行状況を適切に業績手当に反映する。

【中期計画（参考）】

- ・個人評価にあたっては、制度の不断の見直しを行い、評価者と被評価者とのコミュニケーションツールとしての有効活用、評価結果の給与等への適切な反映などを実施していく。

《平成20年度計画》

- ・短期評価終了後は、職員等を対象としたアンケートを実施し、それらの結果を分析して評価の全体像や問題点を的確に捉るとともに、職員にも概要を開示して評価の相場観に照らし、評価者及び被評価者それぞれの立場で自分の立ち位置を認識させる等により、制度の適切な運用に努める。

(2) 経済産業政策への貢献

(産業技術政策への貢献)

【中期計画（参考）】

- ・蓄積された科学技術に関する知見や産業技術動向等の調査・分析の成果を基に、経済産業省の技術戦略マップのローリングプロセスや技術開発プロジェクト実施に際しての参画及び研究実施のためのインフラ提供を通し、経済産業省等における産業技術政策に積極的に貢献する。

《平成20年度計画》

- ・産総研の研究者の有する国内外の科学技術動向に関する知見を活用して、経済産業省の技術戦略マップのローリングプロセスに引き続き積極的に関与する。
- ・イノベーションハブとして機能するために、経済産業省等の新政策策定プロセスへの参画、定例的な意見交換会を行うとともに、産業技術アーキテクト主導による産業化シナリオの検討と発信を行い、多様な政策的・社会的ニーズの把握と対応を強化する。特に、緊急の政策課題である、「沿岸海域の地質・活断層調

査」を加速する。

- ・持続的発展可能な社会の実現のため、産総研の総合力を発揮して、地球環境問題の解決に技術的かつ政策的に貢献する。新エネルギー技術、省エネルギー技術の研究開発を加速する。また、「洞爺湖サミット」開催への貢献を行う。

- ・イノベーションハブの中核として、わが国のイノベーション推進に貢献するとともに、経済産業省のイノベーション推進政策の企画立案に協力する。そのために、新技術開発による市場創出のインパクトを定量的に評価する「イノベーションインパクト指標」の開発・普及、及び、過去の事例に基づいた産総研のイノベーションモデルの作成・活用を行う。

【中期計画（参考）】

- ・経済産業省等との人材交流及び非公務員型の独立行政法人のメリットを活かした民間企業との連携研究の中での人材交流を通して、プログラムオフィサー（PO）やプログラムディレクター（PD）などの高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材を育成する。

《平成20年度計画》

- ・産業界、学界と連携体による研究開発プロジェクトの主導役を果たし、NEDO等の外部機関に対してプログラムオフィサー（PO）やプログラムディレクター（PD）などの高いプロジェクトマネジメント能力を有する人材を派遣する。

(中小企業への成果の移転)

【中期計画（参考）】

- ・産総研の研究成果の中から中小企業ニーズに応える技術シーズを取り上げ、中小企業への技術移転と製品開発への適用を図るとともに、中小企業の有望な技術シーズの育成と実用化を支援するため、地域公設研との連携、協力を含めた共同研究等を機動的かつ集中的に推進する。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度に委託を受けた「産業技術研究開発事業（中小企業支援型）」（経済産業省委託費）の継続受託に努め、この制度に基づく新規の共同研究を実施する。継続受託の可否に関わらず、終了テーマについては成果発表会、事業化支援の技術的なフォローアップを実施する。これにより、中小企業への技術移転と製品開発への適用を図ると共に、中小企業の有望な技術シーズの育成と実用化を支援する。

【中期計画（参考）】

- ・中小企業の技術開発レベルの向上を、中小企業人材に対する研修及び最新の産業技術情報並びにビジネス情報にアクセスできる広域ネットワークの構築等によって支援する。

《平成20年度計画》

- ・地域の産業技術情報を把握している公設研との広域連

携をさらに深めるために、テレビ会議システム等の活用によるネットワークの構築を引き続き推進し、地域・企業ニーズの把握に努める。

- ・地域産業活性化支援事業に対する公設研からの要望を受け、公設研の業務との両立が図れるように研究実施期間の柔軟な運用を行うことにより、公設研研究者との交流をさらに深め、技術移転を通じて中小企業の支援に資する研究開発と人的ネットワークの強化を図る。
- ・サテライトの共同運営等を通じた中小企業基盤整備機構等との連携を強化し、サテライトを交流の場とした各種プロジェクトの立ち上げ支援や技術・事業化相談、セミナーや人材育成プログラムなどを実施し、中小企業支援の高度化を図る。

(地域の中核研究拠点としての貢献)

#### 【中期計画 (参考)】

- ・地域の産業界、大学との共同研究等の実施及び地方公共団体、地域公設研との産業技術連携推進会議の活動などを通じた地域ニーズの発掘並びに地域公設研を通じた地域中小企業との連携を行うことにより、地域産業技術の中核機関としての役割を果たす。

《平成20年度計画》

- ・産総研産業変革研究イニシアティブなどの大型連携プロジェクトの実施による地域新産業創出を進める。
- ・本格研究ワークショップなどの機会を通じて、地域経済産業局、地域産業界との意見交換を実施し、地域ニーズや地域産業政策に対する産総研の研究ポテンシャルの活用を図る。
- ・産総研は、産技連が行う新規プロジェクトの提案や情報ネットワークの構築等に積極的に協力し、さらに地域の大学を含めた異業種間の広域連携を推進するためのプラットフォームの構築等を目指す。
- ・産技連地域部会では産総研各地域センターが核となり平成19年度に抽出した課題について関東、中国、東北の地域部会等をリード役として課題解決に向け努力していく。

#### 【中期計画 (参考)】

- ・地域経済産業局が推進する産業クラスター計画など地域産業施策への貢献による新規産業創出活動、あるいは地域の産業界、大学、地方公共団体及び官界間の全体的なコーディネートの機能の発揮、ハイテクベンチャーの起業支援等による地域におけるプレゼンスの向上を図るとともに、地域における科学技術と産業の振興に取り組む。

《平成20年度計画》

- ・産業クラスター計画への貢献、地域の要請に基づくテーマ設定による研究成果の展示や研究講演会の開催等を通じて、経済産業局、各自治体、地域公設研等との連携をさらに進める。
- ・経済産業省が公募する「地域イノベーション創出共同体形成事業」に対して産総研が中核となる提案を行い、

複数の地域での採択を目指すとともに、採択された地域の地域センターが事業の中核機関としての役割を担う。

#### 【中期計画 (参考)】

- ・8地域に展開する地域センターにおいては、全国ネットワークをバックに地域における窓口としてオール産総研の成果発信や、地域のニーズを吸い上げ産総研全体で解決するためのコーディネート機能、地域への人材供給機能を発揮する。

《平成20年度計画》

- ・引き続き、四半期ごとに地域産学官連携センター長会議、全国産学官連携コーディネータ会議を開催するとともに、さらに月1回程度で全国産学官連携コーディネータ等をTV会議で結んだ連絡会を開催し、オール産総研としての情報の共有化、連携強化を推進する。
- ・産業技術指導員の増員に努めるとともに、各地域センター及び地域公設研との連携を図り、中小企業ニーズの把握とそれに基づく支援活動を全国に展開する。
- ・各地域の産学官連携センターは地域における産学官連携の中核拠点として、経済産業局や地方自治体、商工会議所など連携し、オール産総研の窓口として地域ニーズに応じたサービスを提供する。

(工業標準化への取り組み)

#### 【中期計画 (参考)】

- ・工業標準に対する産業界や社会のニーズ、行政からの要請等に応えるため、産総研工業標準化ポリシーに基づき、工業標準の確立を目的とする研究開発を推進するとともに、日本工業標準調査会 (JISC)、国際標準化機構 (ISO)・国際電気標準会議 (IEC)、国際的フォーラム活動等に積極的に参画し、産総研の研究成果や蓄積されたノウハウ、データベース等を活用し、産総研の研究成果の標準化に取り組むとともに、併せて、我が国産業界発の国際標準の獲得を積極的に支援する。具体的には、第2期中期目標期間中に、新たな国際議長、幹事、コンビナーの引受を実現し、国際標準獲得のリーダーシップを発揮するとともに、産総研の成果を基にした国際提案も含めた40件以上のJIS等標準化の素案を作成することを目指す。

《平成20年度計画》

- ・「産総研工業標準化ポリシー」に基づいて、産業界や社会的ニーズ、行政からの要請に対応すべく「標準基盤研究」を推進するとともに、経済産業省が実施する「基準認証研究開発事業」等の受託研究拡大を図る。
- ・日本工業標準調査会 (JISC)、国際標準化機構 (ISO)・国際電気標準会議 (IEC)、国際的フォーラム活動等に積極的に参画し、産総研の研究成果や蓄積されたノウハウ、データベース等を活用した産総研の研究成果の標準化に取り組むとともに、併せて、我が国産業界発の国際標準の獲得を積極的に支援する。
- ・具体的には、新たに国際会議における議長、幹事、コ

- ンビナーの引受を実現し、国際標準獲得のリーダーシップを発揮するとともに、産総研の成果を基にした JIS、ISO 等の規格案にとりまとめ、国内外の標準化機関へ10件以上の提案等を行い、積極的な規格化を図る。
- ホームページ等を活用した所内外の標準化関係者への標準化に関する情報提供を行うと共に、所内工業標準化関係者の一元管理を行い、工業標準化のための体制を強化する。
- ISO 等の国際標準化活動を円滑化するために近隣諸国をはじめとする関係諸国と標準化に関する協力関係を構築し、標準専門家の招聘、派遣を企画、調整、実施する。これにより、ISO 等の国際標準の策定を目的とした人的ネットワーク形成を支援すると共に、国際会議出席報告書、海外調査報告書を一元的に管理し、海外の標準化動向をとりまとめる。
- ISO/TC229 ナノテクノロジー国際標準化の取りまとめ、日中韓アクセシブルデザインフォーラムの標準化にかかわる国際展開を重点支援する。また、所内の国際標準化活動を促進するため、国際標準化情報を積極的に発信する。

### (3) 成果の社会への発信と普及

(研究成果の提供)

#### 【中期計画（参考）】

- 研究開発の成果を産業界や社会に移転するための取り組みとして、知的財産権の実施許諾、共同研究、ベンチャー起業支援、技術相談、技術研修等の多様な仕組みを活用した産業界との連携を第1期中期目標期間に引き続いて推進するとともに、第2期は新たな仕組みとして柔軟な人事制度を活用した人材交流による技術移転など実効性ある方策の導入を図る。

《平成20年度計画》

- 研究ユニットにおいて重要研究課題と位置づけられた資金提供型共同研究を、研究開始前に審査委員会に諮ることにより、研究資金運用の効率性を高め、共同研究を効果的に推進する。
- 技術移転を効果的に推進するために、企業との協定に基づく組織的な連携により、ポストク等を産業技術人材へと育成するとともに、企業連携の新たなモデルの創出に取り組む。
- 平成19年度に開始した、企業担当及び研究ユニット担当の産学官連携コーディネータの配置による取り組みをさらに発展させ、相手先企業の情報を今まで以上に深い情報を得るとともに、企業における研究開発の企画段階から関与するための組織的連携を試行する。
- 研究成果をより広く普及させるために、これまでに構築した金融機関との連携をさらに深化発展させるとともに、新たな業界との連携を促進する。具体的には、医療機関、交通機関等サービス産業との連携を推進する。
- 産総研の知名度向上を効果的、効率的に行うために、

参加するイベント・展示会の選択と集中的な展示を行う。

- 法務、経営、財務、金融、販路開拓、特許、事業計画などの専門家との顧問契約を行い、産総研の研究成果に基づくベンチャー創業に必要な助言やコンサルタントの支援を研究者に対して行う。また、起業に関する事務手続きを支援することによって、起業を行う研究者の事務的負担の軽減を図り、スムーズな起業が行えるようにする。
- 産総研研究成果の効率的な成果普及の観点から、コンサルチーム等により創出後のベンチャーの成長を図ることを検討する。
- また、創業支援タスクフォース制度を利用して、創業前のニーズ市場調査を行いその結果を創業者に対して助言、アドバイスを行い、ビジネスモデル等の適正化を図る。
- 地域センターのベンチャー創業が活発になるよう、ベンチャーキャラバンなど啓発活動を行う。
- 産総研敷地内でのベンチャー企業活動の範囲、施設設備の使用等についての法的問題を検討し、可能なものについては関係部署と調整しベンチャー支援措置規程の見直しを図り、ベンチャー創業の活発化について検討する。
- 産総研つくば研究センターにて、平成20年秋に2日間の日程で、企業研究者・研究企画者を主な対象とした「産総研オープンラボ」を実施する。
- イノベーションの推進のため、産業界との組織的な対話を強化する枠組み「連携千社の会」を構築する。

#### 【中期計画（参考）】

- 産総研の技術シーズを活用し、波及効果が大きく企業のニーズに直結する資金提供型共同研究や受託研究の実施を強力に推進する。このことにより、民間企業等から受け取る研究資金等を、第1期中期目標期間最終年度の1.5倍以上の金額に増加させることを目指す。
- 《平成20年度計画》
- 共同研究等を推進するための制度に基づいて、外部資金を獲得した研究ユニットへの資金的支援を行うとともに重要課題に対しては委員会において審査し、追加的資金を配分する。これらにより、外部研究資金の獲得額の増加を目指す。
  - 第2期中期計画における民間資金提供額の目標達成に向けて、組織的に取り組む。具体的には、平成19年度に構築した企業担当及び研究ユニット担当産学官連携コーディネータ体制を活用し、研究内容の高付加価値化による1件あたり資金提供額の増加、共同研究における不実施補償の取り扱いの受託研究の場合への適用、民間資金獲得推進のための検討を産学官連携推進部門、研究ユニット、イノベーション推進室等が協力して行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・研究開発型ベンチャーの起業に必要な研究開発を加速し、ビジネスプランの策定を支援するなど、研究開発の成果が新産業の創出や産業構造の変革の芽につながるよう費用対効果も考慮しつつベンチャーの起業に積極的な支援を行う。第2期中期目標期間終了までに、第1期中期目標期間と通算して、産総研発ベンチャーを100社以上起業することを目指す。

《平成20年度計画》

- ・ベンチャー創出を加速するため、事業化活動に関する産業界での十分な実務経験を有するスタートアップ・アドバイザーと、ベンチャーの基盤となる特許の発明者である産総研研究員によるタスクフォースを9件以上（継続分を含む）実施し、創業・新規事業創出の準備を行うプロジェクトチームとして活動する。
- ・産総研のベンチャー創出支援機能を一層向上させるとともに、他の公的研究機関や大学の参考となるような制度として、能力と意欲を有する人材をビジネススクール等に参加させ自己研鑽を行うための支援制度等の整備を進める。
- ・第2期中期目標期間終了までに、第1期中期目標期間と通算して、産総研発ベンチャーを100社以上起業するために、平成20年度に新たに5社以上の「産総研技術移転ベンチャー」を生み出すことができるよう努める。
- ・産総研技術移転ベンチャー等の「事業実施状況ヒアリング」を継続して行うと共に、産総研技術移転ベンチャー企業を訪問し、製品、会社状況を確認し、創業後のアドバイスをを行い、ベンチャー支援策の検討を図る。
- ・前年から行っている産総研技術移転ベンチャーに関する「知財」「ベンチャー企業の特徴」「プラットフォーム」の3点を明らかにするために、外部人材を含めたチームを形成し、より一層の検討を実施する。さらに、国内外における代表事例（プラットフォーム、ベンチャー企業とも）を収集し、外部との比較検討を行う。

【中期計画（参考）】

- ・企業との共同研究を前提とした社会的に波及効果の大きい大型研究プロジェクトを自律的に立案、運営する。
- 《平成20年度計画》
- ・平成19年度に構築した企業担当及び研究ユニット担当産学官連携コーディネータ体制や、研究ユニット、イノベーション推進室等による合同検討会を活用し、大型連携構築を含めた産学官連携の推進に向けた戦略立案を行う。

【中期計画（参考）】

- ・産総研のオープンスペースラボ（OSL）を共同研究スペースとして十分に活用し、企業との共同研究を強力に推進する。

《平成20年度計画》

- ・引き続き、OSL を共同研究スペースとして有効に活用し、企業との共同研究を強力に推進する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の研究成果の普及による産業技術の向上に貢献するため、技術研修、技術相談及び外来研究員等の制度により、企業等に対する技術的な指導を実施する。

《平成20年度計画》

- ・引き続き、技術研修、技術相談及び外来研究員の受入等により、企業等に対する技術的な指導を積極的に実施する。

【中期計画（参考）】

- ・産総研の研究開発の成果を積極的に普及するため、報告書等の作成・頒布に加え、各種のシンポジウム、講演会、イベントを開催するとともに、外部機関が催すこれらの行事に参加する。

《平成20年度計画》

- ・一般市民を対象に各地で特別展を開催し、研究成果を紹介するとともに、他部門や研究ユニットと連携して各種イベントを開催することで、産総研の知名度向上を図る。
- ・一般市民・青少年の科学技術を理解するための素養を育むため、サイエンスカフェ等対話型の「サイエンスコミュニケーション事業」を実施するとともに、産総研の研究活動を紹介した子供向けのパンフレットを発刊し、理解増進活動に取り組む。また、青少年を対象にした科学技術体験プログラムを実施する。

【中期計画（参考）】

- ・各種研究成果、関連データ等の研究開発活動の諸成果を知的基盤データベースとして構築し、公開データとしてホームページ上で発信する。特に、研究人材データや研究情報公開データについては、分かりやすいデータベースを構築し提供する。

《平成20年度計画》

- ・研究人材データベースは、科学技術振興機構（JST）の ReaD（研究開発支援総合ディレクトリ）と引き続き連携をとり、ReaD のデータの定期的な更新を行う。
- ・研究情報公開データベース（RIO-DB）、GEO-Grid、研究ユニットが独自に構築したデータベースを統合・発信するための産総研データバンク構想を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・研究開発の成果を科学的、技術的知見として広く社会に周知公表し、産業界、学界等に大きな波及効果を及ぼすことを目的として論文を発信する。産総研全体の論文発信量については、国際的な研究機関としての成果発信水準を確保し、年間論文総数で5,000報以上を目指す。また、産総研の成果を国際的に注目度の高い学術雑誌等に積極的に発表することとし、併せて論文の質の向上を図ることにより、第2期中期目標期間の終了年度において全発表論文のインパクトファクター（IF）総数（IF×論文数の合計）7,000を目指す。

《平成20年度計画》

- ・論文の発信数を年間5,000報、インパクトファクター

(IF) 総数を平成21年度に7,000を達成するため、積極的に成果発信する。

(研究成果の適正な管理)

【中期計画（参考）】

- ・産業界との連携により研究成果を社会に適正に技術移転するため、また民間企業が安心してニーズ情報等の産総研への提供をできるようにするため、産総研内において必要な体制を構築し、研究成果、研究関連情報を適切に管理する。

《平成20年度計画》

- ・引き続き、発明相談、研修、説明会等を通じて、研究者の知的財産制度に対する関心と理解を高めると共に、研究成果物に関する規程類についての研究者等の周知・徹底を図り、研究成果を適切に管理する。

【中期計画（参考）】

- ・研究成果の社会への発信、提供にあたっては、公開とする情報と非公開とする情報を確実に整理及び管理するとともに、共同研究等の検討のため外部に秘密情報を開示する場合には、秘密保持契約の締結などにより知的財産を適切に保護する。

《平成20年度計画》

- ・研究ユニットからの依頼や、知的財産部門が主催する研修、説明会等を通じて、秘密保持契約や研究試料提供契約、ノウハウ管理等に関して周知・徹底を図るとともに、公開・非公開の情報の整理等を行い、知的財産を適切に保護する。

【中期計画（参考）】

- ・国内外の機関との人材の交流、産業界との連携等を推進していく中で、産総研の研究成果を適切に管理するという観点から、研究開発の成果のオリジナリティを証明し、かつ適切に保護するための研究ノートの使用を促進する。

《平成20年度計画》

- ・引き続き新人研修等において研究ノートの役割、使用方法に関する研修を実施し、研究ノートの活用を推進していく。

(広報機能の強化)

【中期計画（参考）】

- ・産総研の活動、研究成果等を専門家のみならず、広く国民にも理解されるよう産総研の広報戦略を策定し、広報活動関連施策の見直しを図る。

《平成20年度計画》

- ・広報に関して深い見識を有する外部専門家による「広報戦略懇談会」及び「広報評価委員会」を通じて、広報戦略及びアクションプランのブラッシュアップを図ることで、産総研への理解促進のための計画的かつ一貫した広報活動に取り組む。

【中期計画（参考）】

- ・プレス発表による最新情報のタイムリーな発信をはじめとするマスメディアを通じた広報や、展示室、地質

標本館、広報誌等印刷物、一般公開、データベース、ホームページ、メールマガジン等の様々な広報手段を活用し、効率的かつ効果的な広報活動を推進する。

《平成20年度計画》

- ・産総研の知名度向上を目的として、キャッチフレーズ、キャラクター等の資材を活用し、産総研への理解を深め、身近な存在としてのイメージ構築に努める。
- ・難解な研究用語をわかりやすく説明することにより、最新の研究成果の理解増進に努める
- ・プレス発表、取材については、研究成果と経営情報をわかりやすく伝えるように努める。また、マスコミへは迅速かつ丁寧に対応し、信頼感の醸成を図る。
- ・産総研公式ウェブサイトの利便性を向上させるとともに、新たなツールを用いた情報発信を行う。ユニット等のウェブサイトについて、引き続きガイドラインに基づいた構築を働きかけるとともに、更なるサイト運営の効率化のために、新たなシステムを導入する。更に、アクセスログ解析によって得られたデータを提供し、ユニットのサイト運営を支援する。
- ・広報用ビデオについて、最新の情報を反映した更新を行い、各種イベントに活用する。
- ・常設展示施設「サイエンス・スクエアつくば」、「地質標本館」の改修、体験型展示物の導入など、見学者へのサービス向上に努める。また、研究施設等を積極的に公開する。
- ・一般公開については、セキュリティを確保しつつ研究所構内のオープン性を重視し、研究成果のみではなく、安全管理の取り組みなどについても紹介し、より地域住民の要望に応えるよう内容の充実を図る。つくばセンター展示物等を活用して、地域センターのイベントや一般公開を支援することで、産総研全体の成果をアピールする。
- ・広報誌、パンフレット等については、ターゲットを明確化した上で、研究成果の活用方法を含め、広く社会に受け入れられるような内容にし、情報発信していく。また、本格研究の成果を発表する新学術誌「Synthesiology」を季刊発行する。
- ・公的研究機関によるベンチャー創出の意義や、産総研のベンチャー創出支援活動内容・成果について社会の理解を得るために、外部機関が催す展示会・見本市への出展等を通じて、外部技術シーズへの対応や企業との共同研究をベースとしたベンチャー創出スキーム等を紹介するとともに、産総研のベンチャー創出活動の成果を発信する。
- ・タスクフォース成果報告会を年度内に1回開催し、タスクフォース発ベンチャーの事業内容等に関する情報発信を行い、ベンチャーキャピタルや一般国民に向けて、産総研の行うベンチャー創出活動の成果を発信する。
- ・産総研のベンチャー創出活動と実績を紹介する広報誌

を作成し、公開イベントや展示会場等での配布、ホームページへの掲載を実施することで、当該事業の周知を実施する。

- ・年間を通じて産総研内部向けセミナー「ベンチャー創出セミナー」を産総研地域センターにて開催し、ベンチャー創業に向けた人材育成と職員の意識改革の取組を実施する。
- ・広報の強化策として、産総研技術移転ベンチャー等の相互交流を促進し、コミュニティ形成を促進する目的で、交流サロンの開催を計画する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・国際シンポジウムの開催や英文による国際的な情報発信を強化し、国内外における産総研のプレゼンスの向上を図る。

#### 《平成20年度計画》

- ・国際展開の動きに呼応した英語版ホームページの充実に取り組みとともに、海外での産総研のプレゼンスの向上を目的として、広報誌等の英語版を発行する。

#### （知的財産の活用促進）

#### 【中期計画（参考）】

- ・知的財産に係る戦略策定機能を強化し、実用的で社会への波及効果の大きい知的財産の創出に努めるとともに、その管理を適正に行い、より有効かつ迅速に社会に移転させるための取組を推進する。

#### 《平成20年度計画》

- ・引き続き、知的財産に係る戦略的な取組を強化し、波及効果の大きい知的財産の創出に努め、また、有効な技術移転を実現するため IP インテグレーションを推進し、知的財産価値の増大を図る。

#### 【中期計画（参考）】

- ・特許等の知的財産の実用性、社会への有用性を重視し、第2期中期目標期間終了時まで、600件以上の実施契約件数をめざす。

#### 《平成20年度計画》

- ・引き続き、TLO と連携して特許実用化共同研究を推進し、産総研の知的財産の実用化を図る。

#### （4）技術経営力の強化に寄与する人材の育成

#### （研究開発を通じた技術経営力の強化に寄与する人材の育成等）

#### 【中期計画（参考）】

- ・ポストドクや企業、大学等の研究者等を、産総研の基礎から製品化に至る幅広い研究活動に従事させることにより、企業の技術経営力の強化に寄与する人材として育成するとともに、企業へ供給する等その活用を促進する。

#### 《平成20年度計画》

- ・外部人材をシーズとともに受け入れ育成する「産総研カーブアウト事業」、企業との共同研究でポストドクを育成する「産業技術人材育成事業」、産総研の先端的な研究ファウンダリーを活用した人材育成などを強化

し、日本のイノベーション推進に貢献する技術経営人材の育成を行う。

- ・企業、大学、公的研究機関等において、産業技術に係る研究開発、技術開発等に携わる人材の育成を目指して、産総研イノベーションスクールを開講する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・企業等との連携を図り、産総研から産業界への人材の派遣等による産業界との交流を推進する等により、産総研において育成された技術経営力の強化に寄与する人材の活用を促進する。

#### 《平成20年度計画》

- ・産業界との対話を強化し、共同研究企業や連携企業等が求めている人材を把握し、産総研においてその人材を育成して相手企業等へ輩出する制度を推進する。具体的な育成制度としては、外部人材をシーズとともに受け入れ育成する「産総研カーブアウト事業」、企業との共同研究でポストドクを育成する「産業技術人材育成事業」、産総研の先端的な研究ファウンダリーを活用した人材育成などであるが、これらを強化し産業界等で活用される人材を輩出する。

#### （5）非公務員型移行のメリットを最大限活かした連携の促進

#### （産業界との連携）

#### 【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを最大限に活かした柔軟な人事制度のもとで、産業ニーズと直結した研究開発の推進や研究成果の産業界への効率的な移転等を図るために、産業界からの人材の受け入れや産総研から産業界への人材派遣等による産業界との交流を強力に推進する。

#### 《平成20年度計画》

- ・産業界からの人材の受け入れや産業界への人材派遣による産業界との交流をさらに推進する。
- ・企業との連携を深めるため、これまでの実績をもとに企業との組織的対話を強化する「連携千社の会」を設立し推進する。具体的には、さまざまな人材が集う場を提供するとともにオンラインでの情報交換や意見交換を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・ポストドク等の若手研究者を産学官連携の大規模な研究開発プロジェクトに参画させることにより、世界に通用する産業科学技術の技術革新を担う人材として育成する。

#### 《平成20年度計画》

- ・平成20年度においても、ポストドク等の若手研究者に対して「産業技術人材育成研修」を実施し、産業技術の発展の中心となって貢献する人材を育成する。
- ・引き続き、企業との共同研究プロジェクトにポストドク等の若手研究者を参画させ、産業技術人材へと育成する取り組みを強化する。このために、企業との協定締



結を推進する。

(学界との連携)

【中期計画 (参考)】

- ・先端的分野での研究ポテンシャルの高度化や新たな技術融合分野の開拓等を図るために、包括的協力協定等において非公務員型の独立行政法人への移行のメリットを活かした柔軟な人材交流制度を活用することにより、大学との連携を強化する。

《平成20年度計画》

- ・産業界及び大学・公的研究機関との **Network of Excellence** のハブとなることを目指して、大学等公的研究機関との組織的・戦略的な連携活動を推進し、この中で、技術研修員、外来研究員の受入れ、産総研の研究員の外部派遣を通じてなど人材の交流を強化し、産総研の先端的研究成果の普及を加速する。

【中期計画 (参考)】

- ・産総研に蓄積された知的資産を社会に還元するために、各種委員会、学界等への委員の派遣等を積極的に行い、社会への知的貢献を果たす。

《平成20年度計画》

- ・引き続き、産総研に蓄積された知的資産を社会に還元するために、各種委員会、学界等への委員の派遣等を積極的に行う。

(人材の交流と育成)

【中期計画 (参考)】

- ・産総研のミッション遂行に必要な能力を涵養し、優秀な人材を育成するため、各種研修制度を充実させるとともに、柔軟な人材交流制度を活用し産業界、学界等との人材交流を推進する。

《平成20年度計画》

- ・職員一人ひとりの能力が最大限に発揮されるよう、職員が理解しなければならないコンプライアンス、産総研ミッション等の基礎的知識や職務の遂行に必要な知識、能力、キャリアパス設計に必要な知識・技能、産学官連携、知財等の特定分野のノウハウ、知識などを習得させるための研修を着実に実施する。
- ・ポスドク等の若手研究者に対して「産業技術人材育成研修」を実施し、学界及び産業界で活躍出来る人材の育成と輩出に努める。

【中期計画 (参考)】

- ・産総研が有する多様な研究分野のポテンシャルを有効に活用し、ナノテクノロジー産業人材など新興技術分野や技術融合分野における先端的な技術革新に対応できる人材を年間100名程度育成する。また、非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限活かし、人材交流も含めた産業界との連携の下、産業界で即戦力となる高度な実用化研究のスキルを持った人材を供給する。

《平成20年度計画》

- ・産業界、学界等との連携研究プロジェクトに、ポスド

ククラスの若手研究者を参画させ、産業技術の技術革新に貢献できる研究人材として育成し、産業界に送り出す。

- ・平成17年度に開始した高度専門技術者育成事業を活用して、民間企業で活躍できる研究支援者等を引き続き育成することに努める。

- ・高度専門技術者育成事業による育成年限を迎える専門技術者が、産業界において活動の機会を得られるよう支援を行う。

(弾力的な兼業制度の構築)

【中期計画 (参考)】

- ・発明者等に限定されていた研究成果活用型の役員兼業の対象を、発明者等以外にも拡大するなど、兼業をより弾力的に実施できるよう必要な制度の整備を行い、より効果的に研究成果の社会への還元を図る。

《平成20年度計画》

- ・平成18年度に整備した弾力的な兼業制度を活用して、引き続き効果的に研究成果の社会への還元を図る。

- ・なお、平成20年度補正予算(第2号)により追加的に措置された交付金については、「生活対策」の雇用セーフティネット強化対策及び中小・小規模企業等支援対策のために措置されたことを認識し、非正規労働者の雇用安定対策の強化(若年研究人材の正規就業支援)及び中小企業等の新技術開発の支援、商品化・調達に向けた一貫支援の取組のために活用する。

2. 研究開発の計画

(鉱工業の科学技術)

【別表1】

(地質の調査)

【別表2】

(計量の標準)

【別表3】

3. 情報の公開

【中期計画 (参考)】

- ・産総研の諸活動の社会への説明責任を的確に果たすため、保有する情報の提供の施策の充実を図るとともに、適正かつ迅速な開示請求への対応を行う。

《平成20年度計画》

- ・情報提供について、「情報公開」・「個人情報保護」のホームページ掲載の情報を常時見直し充実させる。また、情報公開窓口施設における研究成果資料の整備等を引き続き行い、情報提供の一層の推進を図る。

- ・情報公開窓口の円滑な運用を引き続き行うと共にオンライン請求を含め開示請求及び問い合わせ等適切に対応する。

【中期計画 (参考)】

- ・個人の権利、利益を保護するため、産総研における個人情報の適正な取扱いをより一層推進するとともに、個人情報の本人からの開示等請求や苦情処理に適切かつ迅速に対応する。

《平成20年度計画》

- ・個人情報の適切な管理維持等のために必要な措置について、教育研修の実施並びに自己監査及び点検等の評

価・改善サイクルを充実させ、セキュリティレベル向上の周知徹底を図る。

- ・個人情報保護窓口及び苦情相談窓口の円滑な運用を行うとともに、開示等請求及び苦情処理の申し出等に適切に対応する。

#### 4. その他の業務

(特許生物の寄託業務)

##### 【中期計画（参考）】

- ・特許庁からの委託を受け、産業界のニーズを踏まえた寄託・分譲体制を確立し、特許生物の寄託に関する業務を行う。また、世界知的所有権機関（WIPO）ブダペスト条約により認定された国際寄託業務を行う。
- 《平成20年度計画》
- ・特許庁からの委託機関として、また、ブダペスト条約に基づく国際寄託当局として、継続して国内外からの特許生物を受託し、求めに応じて分譲業務を適切に行う。
  - ・日常業務における安全管理体制の強化につとめるとともに、業務の効率化、均質化のための体制整備を図り、広報活動を一層充実させ、利用者へのサービス向上に努める。
  - ・業務に関連して微生物の形態的多形識別技術、動物細胞の保存・検定技術、微細藻類の保存技術、植物細胞の遺伝形質の安定化等のテーマについて研究を実施する。
  - ・「特許生物寄託センターの管理体制等に関する第三者調査委員会」の報告等を踏まえ、再発防止対策及び業務改善策を策定し、実施する。

(独立行政法人製品評価技術基盤機構との共同事業)

##### 【中期計画（参考）】

- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構と標準化関係業務等に関する共同事業を行う。
- 《平成20年度計画》
- ・独立行政法人製品評価技術基盤機構と工業標準基盤研究等の工業標準化を目的とした共同事業を継続して実施するとともに、昨年度実施した3テーマから研究成果をJIS、ISO等の具体的な規格案にとりまとめ、経済産業省関係部局に対して提案する。

## II. 業務内容の高度化による研究所運営の効率化（業務運営の効率化に関する目標を達成するためにとるべき措置）

### 1. 研究活動を支援する業務の高度化

(経営機能の強化)

##### 【中期計画（参考）】

- ・研究成果の最大化のため、経営全般にわたる意思決定機構の整備と、これによる意思決定スピードの向上、役割分担及び責任の明確化など経営機能の強化を図る。
- 《平成20年度計画》
- ・役員を所掌分担により、複数のグループに分け、各グ

ープごとに連携を図りつつ、それぞれの責任と権限を明確化し、効率的な組織運営を推進する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・各部門ごと及び組織全体としてのリスク管理体制を強化することに加え、研修等を通じた職員一人一人の社会的責任、法令遵守に対する意識の向上を図る。
- 《平成20年度計画》
- ・各部門におけるリスク管理・法令遵守のための活動について、平成19年度に引き続き、ポリシーステートメントへの明記等を通じて職員全員に周知するとともに、PDCAサイクルの適切な運用等により、活動内容のレベルアップを図る。
  - ・リスク管理委員会を定期的開催し、産総研としての対応が必要な重大なリスクを把握し、適切な措置を取ることができる体制を強化する。
  - ・リスク管理、コンプライアンスに関するカリキュラムを組み込んだ階層別研修を継続して行い、職員が社会的責任等に対する高い意識を保ち続けられるよう図る。
  - ・法令遵守状況の点検等の活動を強化するための常設組織を新設する。
  - ・第三者の活用等による、発注・契約に関する手続きやシステムの改善を検討する。
  - ・平成19年度に続き、リスク管理・コンプライアンスに関連した事案については隠蔽等の疑義を抱かれないよう、適切かつ自発的に公表し、組織としての健全性を社会に対して示していく。

(研究支援業務の効率的な推進)

##### 【中期計画（参考）】

- ・財務会計、人事、研究環境の整備など研究を支援する業務については、その業務フローを見直し、業務分担の整理を行うとともに、業務運営方法の見直しを適切に行う。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度に引き続き、研究支援業務の最適化を図るため、平成20年度中の完成を目指して次期情報システムの開発を継続する。
- ・産学官連携関連業務の効率的な実施に資するため、平成19年度に引き続き、稟議者への承認依頼通知の自動メール配信機能の追加や複数のシステムを連携させ情報共有を図る等の産学官システムの改修を行う。
- ・平成20年4月からの「独立行政法人整理合理化計画」による随意契約基準の見直しに伴い、増大する競争入札及び公募による調達 of 適切な業務遂行を行うために、引き続き新制度の職員への理解・浸透を図るとともに契約手続きの適正な執行を推進し、競争性及び透明性の確保に努める。

##### 【中期計画（参考）】

- ・本部と地域センターにおける業務分担及び業務フローを明確化し、研究支援業務の効率化を図る。
- 《平成20年度計画》

- ・平成19年度に見直しを行った業務効率化アクションプランに基づき、研究支援業務の効率化を着実に実施していく。
- ・また、地域センターにおける業務と人員配置のあり方を検討するとともに、平成19年度までに実施した研究支援業務の効率化を引き続き推進する。

【中期計画（参考）】

- ・研究支援業務の継続的な業務合理化を推進しつつ、現場からの改善提案を受け付ける制度等を活用して業務内容の改善状況を常に点検し、支援業務の質の向上に努める。

《平成20年度計画》

- ・業務改善提案箱制度を活用し、その改善状況等のモニタリングを引き続き定期的実施して、現場のニーズを的確に把握し、業務推進本部連絡会等を活用して、改善状況等に係る情報について関連部署と共有を図り、研究支援業務の更なる効率化並びに業務品質の向上につながるような施策検討を行う。

【中期計画（参考）】

- ・上記を達成するため、研修制度等の充実による職員の専門能力の向上と併せ、機動的な人員配置を行うとともに、旅費、給与、研修実施業務等に関しアウトソーシングなどを活用することにより研究支援業務の質の向上を図る。

《平成20年度計画》

- ・業務品質向上や業務効率化に関するキャンペーン等による啓発活動を継続的に実施するとともに、これまでの取り組みを振り返ることによる自主点検等を促進することにより、業務効率化等に関する職員意識の向上と更なる定着化を図る。
- ・さらに、キャリア開発研修を活用して職員の業務効率化に対する企画力、実行力向上に資するための人材育成に努める。
- ・また、平成19年度に引き続き費用対効果も踏まえつつ、定型的業務のアウトソーシングの可能性について検討する。

【中期計画（参考）】

- ・研究関連・管理部門等の業務効率向上に資する内部評価が可能となるよう、部門等の性格の違いを考慮した評価項目や外部有識者の活用を含め、評価方法を見直す。評価結果を部門等の人員配置、予算配分、運営や産総研の経営の改善に適切に活用し、業務効率の向上を図る。

《平成20年度計画》

- ・研究関連・管理部門等の業務効率向上に資するため、平成20年度は地域センターおよび特記センターに重点をおいた活動評価を行う。各地域における連携拠点としての活動の把握を行うとともに、産総研経営観点との有機的考察の下、評価結果を産総研全体の業務効率の改善に活用する。

- ・研究関連・管理部門の評価に組み込んだ効率化の視点に関する評価結果を組織体制の見直しや人員配置に適切に反映させるとともに、平成18年度に策定した業務改善のための実行計画を着実に実行することにより、引き続き効率的な組織運営に努める。

- ・予算編成及び人員配置に関して、今まで以上に厳格な査定を行い、選択と集中を徹底することにより、効率的な組織運営を図る。

(研究支援組織体制の最適化)

【中期計画（参考）】

- ・研究支援業務に関する実績と運営状況を常に把握し、評価結果並びに社会情勢等を踏まえた経営判断により、運営効率向上のための最適な組織体制に向けて不断の見直しを図る。

《平成20年度計画》

- ・平成18年度に策定した研究関連・管理部門等活動評価結果に基づくワンストップサービス改善実行計画を踏まえ、引き続き研究ユニットへのワンストップサービスの充実による研究支援業務の円滑化を図るとともに、研究支援業務の最適化のための組織見直しを継続的に実施する。

- ・また、平成19年度に見直した業務効率化アクションプランを踏まえ、業務の見直しと組織人員査定を連動させることにより、最適な組織体制の構築に取り組む。

【中期計画（参考）】

- ・研究支援業務の質を維持しつつ、業務の効率化、本部と地域センターの業務分担の見直し等を踏まえ、管理部門の職員の全職員に対する比率を地域センターを中心に引き下げる。

《平成20年度計画》

- ・業務効率化目標にもとづいた業務見直しを着実に実施するための研究関連・管理部門における効率的な組織運営のあり方等について引き続き検討する。

- ・また、管理部門の人員比率の引き下げ等を達成するために第2期中期目標期間中における職員の採用・配置計画について検討する。

(業務の電子化の推進)

【中期計画（参考）】

- ・電子的な情報共有の推進、業務用データベースの高機能化及びワークフロー決裁の利用拡大による業務システムの更なる高度化を通じて、研究関連業務、管理業務及び研究業務の効率化を図るとともに、情報セキュリティを強化する。

《平成20年度計画》

- ・研究支援業務の高度化と効率化を実現するため、次期情報システムの平成21年度稼働を目指し、構築を進める。具体的には、次期情報システム基盤の構築のため、イントラネットシステムの開発を進めるとともに、会計システム及び人事給与システム等の研究支援業務のためのシステム開発をさらに進める。さらに、研究テ

ーマに関する情報の一元的把握のため、研究テーマデータベースシステムの開発を進める。

- ・「政府機関の情報セキュリティ対策のための統一基準（07.06.14、第2版）」に準拠した情報セキュリティポリシーの改訂に向け、前年度の基本方針の改訂を受けての規程類改訂を行う。
- ・情報セキュリティ強化の一環として、研究実施部門を対象として情報セキュリティ監査を実施する。また、不正アクセスやフィッシング詐欺、不良サイトからのウイルス感染を未然に防ぐ対策を行う。さらに、セキュリティに関する e-ラーニング研修の利用促進を図る。

#### 【中期計画（参考）】

- ・電子政府化への対応の一環として必要な行政手続きのオンライン化を推進するなど、事務手続きの一層の簡素化、迅速化を図るとともに、研究所の制度利用者の利便性の向上を行う。また、業務の最適化計画を作成する。

#### 《平成20年度計画》

- ・「産総研ネットワークシステム AIST-LAN の最適化計画」及び「イントラネットシステムの最適化計画」に従って最適化措置を実施し、業務の効率化・利便性の向上、システムの安全性の向上を図る。

#### （施設の効率的な整備）

#### 【中期計画（参考）】

- ・安全で良好な研究環境を構築するため、長期的な施設整備計画を策定し、アウトソーシングを活用しつつ効率的かつ適切な自主営繕事業を推進する。

#### 《平成20年度計画》

- ・平成19年度に作成した老朽化の著しい地域センターの（北海道、東北、関西、九州）建物配置計画案について、対策実施時期の年度展開などのマスタープラン策定を行う。また、つくばセンターの中長期的な施設整備において、施設設備を効率よく有効に利用することを目的とした研究分野・研究設備から見たゾーン分け建物配置計画案の策定に着手する。
- ・石綿除去については、石綿除去基本方針に基づいた計画的な除去を実施するために、「石綿含有吹付け材除去計画」（平成23年度）を策定し、公表する。除去工事未実施箇所については、石綿吹き付け材管理マニュアルに基づく劣化状況などの経過観察を実施する。
- ・耐震化対策については、耐震化計画の優先順位を踏まえ、対象施設の耐震補強計画を順次実施する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・自主営繕事業の推進に際しては、施設設備の設計基準、ライフサイクルマネジメント、点検評価システム、統合データシステムを確立し、これらを用いることにより迅速かつ確かな施設整備を実施する。

#### 《平成20年度計画》

- ・産総研独自の設計基準については、試行結果をもとに

さらなるブラッシュアップを図り、合わせて産総研独自の基準を確立させる。

- ・施設維持管理における点検結果の評価を反映した適切且つ効率的な施設整備を行う。
- ・施設維持管理に必要な計画補修を推進するため、設備点検結果と発生不具合データの検証を適切に行う。
- ・ライフサイクルマネジメント（LCM）については、新棟建設時におけるライフサイクルコスト（LCC）算出方法を実際の新棟計画において試行し、その妥当性を検証する。
- ・統合データシステムについては、業務フロー分析の結果と、18年度に実施した基本設計を基にシステムの詳細設計を行う。
- ・先進事例調査については、産総研が行う施設整備に参考となる情報の収集を行う。

## 2. 職員の能力を最大化するために講じる方策

### （1）柔軟な人事制度の確立 （優秀かつ多様な人材の確保）

#### 【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限に活かし、外国人や海外経験者も含め、産総研の経営戦略に沿った優秀かつ多様な人材の確保を図るため、研究環境の整備、任期付任用制度の見直し、独自の採用試験制度の導入など新たな採用制度を構築する。また、女性にも働きやすい環境を整備し、女性職員の採用に積極的に取り組む。特に研究系の全採用者に占める女性の比率を第2期中期目標期間末までに、第1期中期目標期間の実績から倍増することを目指す。

#### 《平成20年度計画》

- ・国内の大学、研究機関及び、海外研究機関の人材情報を積極的に収集し、優秀な人材を的確に確保するための体制整備に努める。
- ・平成20年度も引き続き、産総研の各地域センター、全国の主要大学等で就職説明会を開催し、採用応募への勧誘と広報を行い、多様で優れた人材の確保に努める。
- ・平成19年度に引き続き、主要大学において、採用セミナーを開催し、出身大学の産総研女性研究者と学生との懇談の場を持つ。
- ・より多くの人材が採用応募できるように、試験会場を大阪にも設置する。
- ・介護についての勉強会や検討会を通じて、産総研における介護支援制度を策定する。
- ・産総研コンソーシアム（ダイバーシティ・サポート・オフィス）を発展させ5機関との連携を行い、子育てや女性研究者支援を推進する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・研究系、事務系職員それぞれに対し、研究実施、研究支援、組織運営などの様々な業務における多様なキャリアパスを明確化することで、職員がその適性を活か

して能力を最大限に発揮することを可能とし、優れた研究成果の創出、研究関連・管理部門等のサービスの質の向上を図る。

《平成20年度計画》

- ・多様なキャリアパス開発のための研修の充実を図っていく。

【中期計画（参考）】

- ・知的財産管理、産学官連携、技術情報分析等をはじめとする研究関連分野においては、研究系職員の能力をより有効に活用し、その活動の一層の高度化を図る。

《平成20年度計画》

- ・研究職員の研究関連部門への流動促進に努め、研究職員の専門知識を活かした活動を促進する。  
(非公務員型移行を活かした人材交流の促進)

【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としてのメリットを最大限に活かした新たな人材交流制度を構築し、大学や産業界等からの人材受け入れ、あるいは弾力的な兼業制度を活用した産総研からの派遣など外部との交流を強力に推進する。第2期中期目標期間においては、第1期中期目標期間には実績のなかった民間企業への出向を促進し、出向と役員兼業の件数を合わせて、第1期中期目標期間の実績の倍以上を目指す。こうした活動を通じて、研究成果の産業界への積極的移転、外部との交流を通じた競争的な環境の中での研究水準の更なる向上並びに人材の育成等を図る。

《平成20年度計画》

- ・引き続き、柔軟な兼業制度と客員研究員制度を適切に運用し、産業界、大学等との人材交流を促進する。

(2) 職員の意欲向上と能力開発

(高い専門性と見識を有する人材の育成)

【中期計画（参考）】

- ・職員の業務に必要な専門知識、技能の向上、さらには将来の産総研内外のキャリアパス開拓にも繋がるよう研修制度の充実を図るとともに、海外研修や民間企業への出向等による能力開発を支援し、高い専門性と広い見識を有する人材の育成を推進する。

《平成20年度計画》

- ・職員一人ひとりの能力が最大限に発揮されるよう、職員が理解しなければならないコンプライアンス、産総研ミッション等の基礎的知識や職務の遂行に必要な知識、能力、キャリアパス設計に必要な知識・技能、産学官連携、知財等の特定分野のノウハウ、知識などを習得させるための研修を着実に実施する。
- ・職員等（職員及び契約職員）に対し、大学等だけでなく民間企業も含めた就職情報提供を行う。
- ・職員の知的財産調査、知的財産戦略立案能力を向上させるため、引き続き知的財産に係わる研修を実施する。
- ・能力開発センターと連携して、ベンチャー起業希望者のみならず全職員を対象に産業に役立つ本格研究の一

環としてベンチャー創業に関わる研修を行う。

【中期計画（参考）】

- ・研究能力を涵養する期間であるポスドクについては、研究のプロフェッショナルとしてのみではなく、産業界等で広く活躍できる人材となるよう、適切に育成を行う。

《平成20年度計画》

- ・引き続き、平成20年度においても、ポスドク等の若手研究者に対して「産業技術人材育成研修」を実施し、産業技術の発展の中心となって貢献する人材を育成する。

- ・引き続き、ポスドクや若手の任期付職員を育成するため、文部科学省委託事業「科学技術関係人材のキャリアパス多様化事業」を推進する。

(個人評価制度の効果的活用と評価の反映)

【中期計画（参考）】

- ・個人評価制度については、職員の意欲を更に高めることを目的として、目標設定とその達成へのきめ細かな助言などを通じた評価者と被評価者間のコミュニケーションツールとして効果的な活用を図るとともに、業績手当の給与総額に占める比率を増加させるなどにより、評価結果を給与等の処遇に適切に反映する。

《平成20年度計画》

- ・評価者のスキル向上のためコーチングや評価傾向の理解等についての研修を実施する。
- ・職員給与に占める業績手当の現行水準を維持しながら、メリハリのある査定を実施することにより短期評価の効用を高めていく。

【中期計画（参考）】

- ・職員の個人評価にあたっては、優れた研究業績、研究所への貢献、産業界及び学界等を含む社会への貢献等の多様な評価軸を用いることで、様々な活動を適切に評価するとともに、キャリアパス選択にも反映できるよう評価制度を適宜見直す。

《平成20年度計画》

- ・人事評価委員会を適切に運営して、適切な評価に務める。

- ・不服申立制度は、引き続き評価者と申立者との間で共通の理解が得られるような裁定等に努め、適正な制度運用を行う。

- ・人材開発戦略会議の議論を踏まえて策定した「長期評価における評価の視点」に基づく長期評価については、一定の在級年数を満たした職員(任期付職員を除く)を対象に実施する。

### 3. 環境・安全マネジメント

(安全衛生の向上)

【中期計画（参考）】

- ・産総研における全ての事業について、事故及び災害等の発生を未然に防止し業務を安全かつ円滑に遂行できるよう労働安全衛生マネジメントシステムを導入し、

安全管理体制の維持・強化を図る。

- ・システムの導入に当たっては、環境マネジメントシステムとも統合した総合的なマネジメントシステムを構築し、環境に配慮した安全で快適な職場環境を実現する。

《平成20年度計画》

- ・環境に配慮した安全で快適な職場環境を実現するため、「環境・安全マネジメントシステム」未導入事業所に対するシステムの導入をさらに推進する。既に運用を開始した事業所の実施状況及びシステム内部監査等で得られたノウハウを情報共有し、事業所間の運用レベルの均一化を図る。また、マネジメントレビュー（見直し）が効果的に行える体制を整備し、マネジメントシステムの継続的運用を図る。
- ・ライフサイエンス実験管理センターにおいては、人間工学実験委員会、組換え DNA 実験委員会、微生物実験委員会の安定的かつ統一した運営を図る。また、点在する動物飼育施設の集約化の実現に向けて実行計画案を策定する。
- ・放射線管理センターにおいては、つくばセンターの各事業所で行っていた放射線管理業務を一元化するため、RI 管理システムの運用を開始し、管理体制の強化を図る。
- ・薬品管理体制の強化のため、薬品保管指針の整備並びに薬品ポンベ管理システムの機能強化及び利便性向上を図る。
- ・火災事故の未然防止策として、薬品類の減量化を推進するとともに危険物を大量保管・使用する研究棟について薬品貯蔵所（危険物倉庫、薬品保管室）等の整備を行う。
- ・野外調査・観測において法令・規則等が確実に遵守されるように、遵守すべき法令・規則等の知識ベースの作成、および遵守が確実に実行されるシステムについての検討を行い、野外調査・観測全般における潜在的リスクも含めたリスク管理体制を強化する。

（省エネルギーの推進と環境への配慮）

【中期計画（参考）】

- ・省エネ機器の積極的導入やエネルギー使用状況のモニタリング等を実施するとともに、省エネ意識の醸成及び奨励制度の導入に取り組み、産総研全体として、業務のために要するエネルギーの削減を図る。

《平成20年度計画》

- ・「エネルギー管理規程」、「包括管理標準」の運用について、さらなる徹底を図り、エネルギー管理指定工場としての責務を果たすと同時に、継続して省エネルギーを推進する。
- ・平成19年度に実施したエネルギー使用量の多い事業所における事前調査（予備診断）を基に、データ分析・改善事項立案・効果検証等を行い、当該事業所に最適な省エネルギー施策を策定する。

- ・高効率型機器の導入については、施設整備事業の設計・施工に際して引き続き積極的に推進する。

【中期計画（参考）】

- ・ISO 14001に準拠した環境マネジメントシステムを産総研全体で構築し、その成果等を環境報告書として取りまとめ毎年公表する。

《平成20年度計画》

- ・環境・安全マネジメントシステムへの移行準備作業として、ISO14001を認証取得している事業所のマネジメントシステムを変更する具体的な作業を実施する。また、新たに環境・安全マネジメントシステムの運用拡大を図ると共に、昨年度に得られた成果や環境配慮への取組み状況について外部識者の意見等を反映させ「環境報告書2008」を作成し公表する。

#### 4. 業務運営全体での効率化

【中期計画（参考）】

- ・運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3%以上の削減を達成する。

一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1%以上の効率化を達成する。

人件費については、行政改革の重要方針（平成17年12月24日閣議決定）に基づき、国家公務員の定員の純減目標（今後5年間で5%以上の純減）及び給与構造改革を踏まえ、国家公務員に準じた人件費の削減の取組を行い、第2期中期目標期間の終了時（平成21年度）までの4年間で4%以上の人件費を削減する。

《平成20年度計画》

- ・運営費交付金を充当して行う事業については、新規に追加されるもの、拡充分等は除外した上で、一般管理費について第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比3%以上の削減を達成する。
- ・一般管理費を除いた業務経費については第2期中期目標期間中、毎年度、平均で前年度比1%以上の効率化を達成する。
- ・中期目標に従い、平成17年度を基準として第2期中期目標期間の終了する平成21年度末までに4%以上の人件費削減を達成する必要から、平成20年度においては平成17年度比△2.5%の人件費の削減を行う。

### III. 予算（人件費の見積もりを含む）、収支計画及び資金計画

1. 予算（人件費の見積もりを含む） 【別表4】
2. 収支計画 【別表5】

（自己収入の増加）

【中期計画（参考）】

- ・第2期中期目標期間における外部資金、特許実施料等の自己収入額の増加に努める。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度に開始した新たな知財の取り扱いに関する仕組みなどを活用して、外部資金、特許実施料等の自己収入額の増加に努める。  
(固定的経費の割合の縮減)

【中期計画（参考）】

- ・第1期中期目標期間に引き続き、高額のランニングコストを必要とする施設及び大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図る等、固定的経費の割合の縮減に努める。

《平成20年度計画》

- ・高額のランニングコストを必要とする施設及び大型機器の共通化、管理業務等の合理化を図る等、固定的経費の割合の縮減に努める。

3. 資金計画 【別表6】

IV. 短期借入金の限度額

【中期計画（参考）】

- ・（第2期：23,718,000,000円）  
想定される理由：年度当初における、国からの運営費交付金の受入れ等が最大3ヶ月程度遅延した場合における産総研職員への人件費の遅配及び産総研の事業費支払遅延を回避する。

《平成20年度計画》

- ・なし

V. 重要な財産の譲渡・担保計画

【中期計画（参考）】

- ・中国センターの移転整備に必要な財源とするために次の資産を売却する。
  - ・中国センターの土地（広島県呉市、96,335m<sup>2</sup>）及び建物（平成20年度売却予定）
  - ・九州センター直方サイトの土地（福岡県直方市、22,907 m<sup>2</sup>）及び建物（平成20年度売却予定）
  - ・関西センター大阪扇町サイトの土地（大阪府大阪市、2,318 m<sup>2</sup>）（平成21年度売却予定）

《平成20年度計画》

- ・中国センターの移転整備に必要な財源とするために次の資産を売却する。
  - ・中国センターの土地（広島県呉市、96,335m<sup>2</sup>）及び建物
  - ・九州センター直方サイトの土地（福岡県直方市、22,907 m<sup>2</sup>）及び建物

VI. 剰余金の使途

【中期計画（参考）】

- 剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。
- ・用地の取得
  - ・施設の新営及び増改築
  - ・任期付職員の新規雇用 等

《平成20年度計画》

- 剰余金が発生したときの使途は以下の通りとする。
- ・用地の取得
  - ・施設の新営及び増改築
  - ・任期付職員の新規雇用 等

VII. その他主務省令で定める業務運営に関する事項

1. 施設及び設備に関する計画

【中期計画（参考）】

- ・中期目標の達成のために必要な施設及び設備を適切に整備していく。

施設・設備の内容	予定額	財源
・電力関連設備改修 ・給排水関連設備改修 ・排ガス処理設備改修 ・外壁建具改修 ・その他の鉱工業の科学技術に関する研究及び開発、地質の調査、計量の標準、技術の指導、成果の普及等の推進に必要な施設・設備の整備	総額 197.44億円	施設整備費補助金 172.09億円 現物出資による還付消費税 25.35億円

(注) 上記予定額は、【別表4】の試算結果を掲げたものである。

《平成20年度計画》

【平成20年度予算（施設整備費補助金）】

- (1) 平成18年度施設整備費補助金（補正）繰越分
- ・関西センター新棟建設の整備事業を引き続き実施する。  
繰越総額約11億円
  - ・東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測点整備事業を引き続き実施する。  
繰越総額約12億円
- (2) 平成19年度施設整備費補助金（補正）繰越分
- ・耐震化改修、排ガス処理設備改修などの整備事業を引き続き実施する。  
繰越総額約70億円
  - ・高度化対策の検証システムの整備事業を引き続き実施する。  
繰越総額約5億円
- (3) 平成20年度施設整備費補助金（当初）
- ・老朽化対策として、耐震化改修を実施する。  
つくばセンター（平成20・21・22年度の3ヵ年国庫債務負担行為：20年度分として総額4億円）  
北海道センター（平成20・21年度の2ヵ年国庫債務負担行為：20年度分として総額0.5億円）
  - ・高度化対策として、鍵システム改修を実施する。  
総額約1.5億円
- 【現物出資による還付消費税】
- ・高度化対策等、施設及び設備の整備事業を実施する。  
総額14億円

【重要な財産等の処分収入】

- ・現在の中国センター（広島県呉市）を広島県東広島市の広島中央サイエンスパークに移転するため、土地（約1万 m<sup>2</sup>）購入及び新棟建設の整備事業を実施する。

## 2. 人事に関する計画

(方針)

## 【中期計画（参考）】

- ・非公務員型の独立行政法人としての特徴を十分に活かした人事制度を構築し、我が国の産業競争力向上にも繋がるよう、多様な人材の採用及び活用を図る。

《平成20年度計画》

- ・平成20年度においても、引き続き産総研独自の試験制度により多様な人材の採用に努めるとともに、出向制度を活用して大学や産業界等との人材交流を促進し、多様な人材の活用を図る。

## 【中期計画（参考）】

- ・総人件費に対して、管理部門の人件費が占める割合を引き下げる。

《平成20年度計画》

- ・管理部門の人件費については、平成19年度に改定した業務効率化アクションプランを推進するとともに高年齢者雇用制度等を活用した職員配置を実施し、第2期中期目標期間における総人件費に対する割合の引き下げにつながるよう努める。

(人員に係る指標)

## 【中期計画（参考）】

- ・任期付任用制度、産総研特別研究員制度の見直しを行い、優れた人材の確保と外部への人材供給を活発化させる。

《平成20年度計画》

- ・引き続き、平成20年度においても有能で多様な人材の確保に努めるとともに、その分野の優秀な研究者としての育成、さらには、産業技術の発展の中心となって貢献する人材への育成に努める。

## 【中期計画（参考）】

- ・全職員数に対して、管理部門の職員数が占める割合を引き下げる。

(参考1)

期初の常勤職員数	3,230人
期末の常勤職員数の見積もり	3,230人

- ・常勤職員数の内数として、中期目標期間中の各年度において、任期付職員を約500人措置する。
- ・任期付職員に限り受託業務の規模等に応じた必要最小限の人員の追加が有り得る。

(参考2) 第2期中期目標期間中の人件費総額

第2期中期目標期間（5年）中の人件費総額見込み：  
145,563百万円

ただし、上記の額は、役員報酬並びに職員基本給、職員諸手当、超過勤務手当、退職者給与及び国際機関派遣職員給与に相当する範囲の費用である。

《平成20年度計画》

- ・管理部門の職員数については、平成19年度に改定した業務効率化アクションプランを推進するとともに高年

齢者雇用制度等を活用した職員配置を実施し、第2期中期目標期間における全職員数に対する割合の引き下げにつながるよう努める。

- ・社会的要請の高い障害者の雇用促進について、知的障害者の雇用も念頭に法定雇用率（2.1%）の達成に向けた受入職域の開発や関係機関との連携強化等に努める。

## 3. 積立金の処分に関する事項

## 【中期計画（参考）】

- ・なし

《平成20年度計画》

- ・なし

## 【別表1】 鉱工業の科学技術

## I. 健康長寿を達成し質の高い生活を実現する研究開発

高齢化社会における健康で質の高い生活が求められている。そのためには、病気や怪我にならないこと、罹患してもできるだけ早く正確に病気を発見できること、そして発見された病気や怪我に対して安全で効果的な医療が受けられることが必要である。そこで、これまでより迅速で簡便な早期診断技術を開発して予防医療を促進するとともに、ヒトゲノム情報を利用して個々人の特性に適合したテーラーメイド医療の実現に貢献する。また、画像診断技術や細胞工学技術などを用いた精密診断及び再生医療技術を開発して、安全かつ負担の少ない効果的な診断・治療を実現する。さらに、人間特性の評価に基づく脳機能や身体機能を維持する技術の開発及び生物機能を利用した機能性食品素材などの開発を行い、科学的知識と技術に裏打ちされた健康管理を日常生活に浸透させることで健康寿命の延伸を実現する。

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

罹患の初期に現れる疾患マーカーを見出してこれを簡単に検知できれば早期診断が可能になり、疾患が重大な局面に進行する前に治療をうけて回復することができる。そこで、ヒトゲノム情報を利用して早期診断に有用なバイオマーカーの探索と同定を行う技術を開発する。また、生体分子の網羅的な解析技術とバイオインフォマティクス技術を用いて、ヒトゲノム情報などから創薬の標的となる遺伝子候補や個々人の特性を示す遺伝子情報などを見出し、個人の特性に適合した効果的な医薬の開発を支援することでテーラーメイド医療の実現に貢献する。

## 1-(1) ヒトゲノム情報と生体情報に基づく早期診断により予防医療を実現するための基盤技術の開発

予防医療を実現するためには、早期診断に利用できる有用なバイオマーカーを発見し同定することが必要である。そこで、種々の生体反応に関係する生体分子の中からバイオマーカーを探索して同定するための技



術を開発する。また、ヒトゲノム情報から予想される生体分子の機能を網羅的に解析して、バイオマーカーを同定するための研究開発を実施する。そして、同定されたマーカーの検出・評価技術を開発して早期診断に基づいた予防医療を実現するための基盤技術を開発する。

1-(1)-① 生体反応の分子メカニズムの解明によるバイオマーカーの探索と同定

【中期計画（参考）】

- ・ガン等の疾患の早期診断と治療に役立てるため、疾患マーカーとして有効な糖鎖の探索と同定を行う。そのために、ヒトのすべての糖鎖合成関連遺伝子を利用した遺伝子発現解析技術や糖鎖構造解析技術及びレクチンと糖鎖間の相互作用を利用した糖鎖プロファイリング技術を開発する。これらにより疾患や細胞分化のマーカーとして同定された糖鎖を診断や治療に利用する技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・癌化によって変動するコア3合成酵素のノックアウトマウスを用いて大腸炎誘導実験を行い、腸管免疫系のレスポンスを調べる。ホルモン代謝に関与する遺伝子K12のノックアウトマウスを用いて糖鎖構造の変化を検出する系を構築し、変化した糖鎖のキャリアタンパク質から表現型をスクリーニングする。また同様の活性を有するK13ノックアウトマウスを作製し、ダブルノックアウトで表現型を解析する。ポリラクトサミン合成酵素遺伝子(T2, T5)ノックアウトマウスを始めとした種々のノックアウトマウスを対象にして、免疫機能における異常な表現型のスクリーニングとその機能解明を行う。
- ・肺がん検出糖鎖マーカーの開発を目的として、胃癌において達成したSTn抗原キャリア蛋白の同定技術を用い、癌関連糖鎖であるTnおよびSTn抗原をキャリアする蛋白を同定する。さらにはこれら抗原の合成に関与する糖転移酵素抗体を作製し、肺がん診断への有用性を明らかにする。
- ・質量分析計を用いた疾患関連糖鎖バイオマーカーの探索を進めるため、臨床試料から疾患等の変化を反映すると考えられている硫酸基を持つ糖タンパク質やムチン型糖タンパク質を濃縮する手法を開発する。また、免疫沈降などで臨床試料から特定の糖タンパク質を濃縮し、その糖鎖構造の比較解析を質量分析計によって行なうことにより糖鎖バイオマーカーの探索を続行する。内標準物質を利用した定量解析法を開発する。
- ・19年度に開発したRealtime PCRの測定システムを用い、各種癌由来サンプルなど、ヒト由来試料を用いて糖鎖遺伝子発現データを解析し、疾患関連糖鎖バイオマーカーの探索を行う。
- ・オリゴマンノース被覆リポソーム(OML)は、これまで達成が困難であった細胞性免疫を誘導できるワク

チンアジュバントである事をマウスを用いて明らかにしている。より実用的なワクチンアジュバントとする為、OMLをウシへ接種する事で、誘導される封入抗原特異的なTh1免疫応答を直接評価できる基礎技術を発展させて、汎用性を高めるとともに、OMLのワクチン効果を検証する。

- ・昨年度見出した、レクチンマイクロアレイによる糖鎖プロファイリングに有効な新規レクチンの糖鎖結合特異性等の解析を推進する。
- ・共同研究先である国立成育医療センターと緊密な連携の下、再生医療に使用するヒト幹細胞群に対し、幹細胞の分化の状態をモニタリングするなど、レクチンマイクロアレイを用いた細胞品質管理が有効であることを示す。
- ・質量分析法を基礎とした疾患バイオマーカーの探索を目的として、糖タンパク質の同定と糖鎖付加部位のマッピング(決定)、糖鎖付加部位ごとのグライコフォームの解析、および各グライコフォームの変動解析(相対定量)を大規模に行うための技術開発及び応用研究を行う。またこの戦略を生体試料中に存在する微量成分にフォーカスして実施するための試料調製法の開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・疾患等により細胞膜の構造が変化することからこれを知るための糖脂質及びその代謝に関連する生体分子を探索し、これらを有効なマーカーとして疾患の診断や治療等に利用する。

《平成20年度計画》

- ・細胞内の増殖シグナルが活性化されているGM2蓄積細胞の、EGFレセプター以外のシグナルの分子の探索を行い、GM2蓄積細胞の増殖メカニズムを探る。食品中の糖脂質の免疫系の解析に関しては、動物実験を行い、生体内でも免疫系の働きに効果があるかを確認し、機能性食品などへの応用の可能性を探る。
- ・糖脂質GM2についても、GM2異常蓄積細胞と正常細胞で蛍光標識された抗体を用い、マイクロドメイン構造の違いを観察し、糖脂質の量の違いとマイクロドメイン構造の関係を調べる。

【中期計画（参考）】

- ・脳神経疾患の診断と予防に利用するため、神経細胞の増殖や分化及び機能発現等に関与する遺伝子とその産物の同定を行い、これらの分子に着目して神経細胞機能の解析評価技術や診断技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・新たな試験管内分子進化技術の開発を行なうとともに、それを利用して脳神経疾患のバイオマーカーや原因因子を特異的に認識する小分子を創製する。またセンサー利用に向けた更なるペプチド高機能化の研究を行なう。
- ・毛包休止期と毛包成長期の制御の両方に重要であるこ

とが示された細胞増殖因子 FGF18について、その生体における機能と分子機構を詳細に解析するための実験系を開発する。FGF18やその活性制御物質候補分子について、各種生理活性を測定し、神経細胞機能の解析評価など、複数の系での利用可能性を調べる。

- ・細胞障害時に発現上昇する FGF21の活性発現に必須な因子として同定した膜タンパク質による FGF 活性の制御機能とその機構を詳細に解析する。脳神経系など各組織における FGF21、当該膜タンパク質などの発現を種々の生理条件下で解析する。
- ・多細胞生物転写因子のプロトタイプと考えられる単細胞生物由来の各種転写因子につき、標的 DNA との複合体の立体構造の決定および生化学的解析を進め、転写因子による DNA 認識機構に関する一般的理解を確立する。
- ・脳神経系のイオンチャネルや受容体のリガンドを特異的に認識する領域を利用し、脳神経疾患に係わるバイオマーカーや創薬スクリーニングに利用できるセンサーの開発を行なう。
- ・臓器・器官の分化に関与する遺伝子の単離を進め、ロードマップに追加可能な因子の同定を更に進めると共に、それらの機能解析を行うことによって、実際に臓器・器官分化に関与するかどうかについて検証し、臓器マーカー、あるいは疾患マーカーとして有用かどうかを検討する。特に心臓形成については、新規因子を同定すると共に、マウス ES 細胞などから誘導した心筋細胞の効率的な分離を試み、再生医療への応用に一步踏み込む。

#### 【中期計画（参考）】

- ・生活習慣病の予防に利用するために、健常人及び罹患者の生体組織試料について遺伝子の発現頻度解析及びマイクロサテライトマーカー法による遺伝子多型の解析を行い、この結果を臨床情報と関連付けて生活習慣病関連遺伝子を同定する。そして同定された遺伝子の産物である種々のタンパク質の機能を解明して生活習慣病の予防に役立てる。

#### 《平成20年度計画》

- ・年齢軸恒常性の統合的理解に向け、以下の課題を推進する。
  - 1) 肝核・細胞質タンパク質の年齢軸変動 DB を徹底的に解析し、特に加齢・老化分子機序に関する新知見と応用技術開発シーズを探る。
  - 2) 肝ミトコンドリアタンパク質の年齢軸変動解析を終了し、核及び細胞質の情報に加え、統合的♂マウス肝タンパク質 DB の完成を図る。
  - 3) ♀マウス肝タンパク質発現解析を完了し、既に完成している♂マウス DB に統合、有用なプラットフォームリソースとして完成させる。
  - 4) 年齢軸に沿った細胞質、核、ミトコンドリア間のタンパク質輸送制御の全体像を解明する。

5) 肝遺伝子発現とタンパク質発現パターンの年齢軸変動相関の精査を行う。

6) 構築した DB を基に、様々なストレス/チャレンジテストを開始する。

- ・ ASE/AIE 型の年齢軸遺伝子発現調節機構の精査と年齢軸恒常性分子機序新研究分野確立に向けた下記の研究を行う。

- 1) 遺伝子発現の年齢軸安定性に関与する ASE 結合核タンパク質の機能と構造の関係の解明及び関与するシグナルトランスダクションの精査を行う。
- 2) 遺伝子発現の年齢軸上昇に関与する AIE 結合核タンパク質の機能と構造の関係解明及びそのシグナルトランスダクションの精査を行う。
- 3) プラスミノゲン遺伝子発現の年齢軸変動分子機構のトランスジェニックマウス解析による解明を終了させる。
- 4) 膜タンパク質ヘプシンの前立腺がん、肝臓に於ける役割、血液凝固開始における役割を精査する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・加齢にともなう生体機能の低下や罹患率の増加の原因を追求するため、生まれてから死ぬまでの一生の間の生体機能の変動を表す種々のマーカー分子を同定し、変動を制御するメカニズムを解明する。そして、加齢に関係した疾患の予防や治療及び高齢者における免疫や脳機能の維持に資する技術や創薬の開発に役立てる。

#### 《平成20年度計画》

- 1) 炎症を制御するプロバイオティクス（経口免疫修飾剤）の開発と作用機序を解明する。
  - 2) 年齢軸・免疫関連の核酸結合タンパク質の分子認識・機能制御機構の構造生物学的解析を行う。
  - 3) B 細胞多様性の時間軸変化と変異型 DapK3出現の相関を解明する。
  - 4) 神経可塑性に関与する因子 adducin と SPARC の分子生理機能解析とその年齢軸依存的変化機構の解析を行う。
  - 5) 正常型と異常型プリオンタンパク質を識別できるアプタマーをデザインする。
- ・ヒテロメア配列結合タンパク質 TRF1のプロモーター領域をさらに詳細に調べて、この領域に結合する転写因子・転写抑制因子を解析する。また TRF1と相互作用して細胞寿命を調節している核内因子を同定するために、まず TRF1の核結合領域を決定する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・生物時計などの生体リズムの分子機構を解明するため、リズムの発生や伝達に関係する分子を同定する。これらをマーカー分子として時刻依存型疾患などの生体リズムの失調が関係する疾患の原因追求に供する。

#### 《平成20年度計画》

- ・脂質代謝制御因子 PPAR $\alpha$  のリガンドが時計を制御する分子機構を解明する。生物時計と冬眠に関わる分子

機構の解明を目的として、遺伝子レベルで解析する。モデル生物を用いて新たな時計関連因子を探索し、既知時計遺伝子との経路の関わりについて分子機構を解明する。

#### 【中期計画（参考）】

- 人間のストレスを分子生理学的に評価するため、マーカーとなるストレス応答タンパク質や脂質由来のストレス応答化合物を探索し同定するとともに、体液に含まれるこれらのストレスマーカーを検出するチップを開発してストレスの診断に利用する。

#### 《平成20年度計画》

- バイオマーカーの疾患による変動を科学的根拠によって解明する。また、日常のストレス評価、健康診断への応用を図るべく健康者に関するデータの蓄積を進める。一方でバイオマーカーの選択的抗体作製を継続し、汎用的分析法である ELISA システムの開発を進める。
- 動物実験を継続すると共に、ヒト末梢血・尿等の OMICS 解析を行うことにより、ストレスマーカー群を同定する。ストレスマーカーの変化と臨床的ストレスレベル（精神科医による診察、脳の画像解析等）との相関を調べ、精神疾患発症に重要な役割を果たしているストレスマーカーを同定する。
- メタボロミクス技術とゲノミクス技術との融合性について、その融合例を蓄積すると共に、バイオマーカー選択における根拠を提示する技術としての可能性についても検討を行う。
- 試料前処理・検出機能などを集積化したラボチップ開発に挑戦し、分析処理時間の迅速化と検出装置のダウンサイジング化を目指し、ヒト試料のみならず細胞を利用した実試料アッセイを構築する。平成19年度までにプロト開発した唾液や血液成分ラボチップシステムではヒト実試料による検証研究を行い、産業技術化を進める。

#### 1-(1)-② 生体機能の網羅的な解析によるバイオマーカーの探索と同定

#### 【中期計画（参考）】

- 創薬の標的として重要な遺伝子を同定するため、ヒト遺伝子の発現頻度情報とタンパク質の細胞内局在情報及び相互作用情報を網羅的に取得し解析する。この解析結果を創薬のスクリーニングに利用する。また、ゲノム情報やヒト完全長 cDNA 情報等から遺伝子の発現制御に関係する機能性 RNA 分子の同定手法を開発して創薬に利用する。

#### 《平成20年度計画》

- メモリーダイ法、FCCS 法、アルファスクリーニング等で発見したヒット化合物の生物活性を評価し、本格的な医薬品開発を目指し、製薬業界と連携し実証研究を行っていくことを目指す。その中では、インシリコのシミュレーションやドッキングによる最適化を積極的に行い、ヒット化合物から最適化までを行い、コン

ビナトリアルケミストリーによるライブラリ展開を行う。また、スクリーニング系は今後も増やし続け20程度のパイプラインを構築することを目指す。それと共に化合物リソースも充実させ、天然物を中心に10万サンプル以上のライブラリを構築する。また、サンプルのプロファイリングと、分画も積極的に行いヒット率の高い、効率的なスクリーニングを遂行できるようライブラリを整備する。

- これまでの、タンパク質ネットワーク解析技術をさらに発展させ、タンパク質のみならず、低分子化合物とタンパク質との相互作用、あるいは、RNA に特異的に結合するタンパク質を同定する手法を開発する。さらに、平成19年度に開発した抗体を用い、内在性のタンパク質複合体、タンパク質-化合物複合体、タンパク質-RNA 複合体の解析を試みる。その為に、質量分析システムの更なる高感度化と、サンプル処理技術の向上を目指す。質量分析の高感度化は、サンプル導入システムを抜本的に見直し、導入流路の極小化しサンプルロスをなくすような新規の流路を設計する。また、微量のサンプルが消失する前に前処理を行えるよう多軸ロボットを応用し、作業の自動化を目指す。それと共にサンプル間の再現性も向上させることを狙う。
- 有用細胞、疾患関連細胞などを用いた発現解析、細胞分画による細胞の各画分の RNA を用いた細胞内局在の決定を新規作成したマイクロアレイを用いて行い、特徴的二次構造を有する機能性 RNA 候補を発見する。
- 免疫沈降法により ncRNA 結合タンパク質の同定作業をすすめ、ncRNA と結合タンパク質因子の複合体についての機能解析のためのモデル系を構築する。ncRNA 内の機能ドメインを明らかにするために各種 ncRNA 変異体の作製を行う。
- ncRNA による核内ボディ形成の分子機構、生理機能を明らかにするために MENe/b ncRNA の機能解析をさらに進める。新しい細胞内ボディに局在する ncRNA を同定するために、各種細胞内ボディを精製する。この他の核内 ncRNA の機能解析を核内ノックダウン法を駆使して進め、ncRNA のターゲット分子の同定、作用機構について解析を行う。組織特異的 ncRNA の細胞内挙動と機能についての解析をすすめる。

#### 【中期計画（参考）】

- 神経ネットワークの機能発現に関わるバイオマーカーを探索して同定するため、新たな神経細胞培養系、脳スライス実験系、全脳実験系や遺伝子改変モデル生物実験系を構築して神経ネットワーク情報伝達系の可視化・解析技術を開発する。

#### 《平成20年度計画》

- 結晶を用いずにタンパク質の構造を決定する単粒子解析法に、Neural Network や Simulated Annealing を導入・発展させることにより70%以上の自動化と高

分解能を実現し、脳・神経において重要な TRP channel、P2X2 channel や Na channel など、様々なイオンチャンネルの詳細構造を決定する。

- ・神経ネットワーク形成に異常をきたす変異体の原因遺伝子の解明を続ける。また神経興奮依存性のネットワーク形成の可塑性について研究するためシナプス前、シナプス後のマーカー分子局在の変化について実験動物個体レベルでの長時間観察を行う。また光刺激依存性に神経興奮性を制御する実験系を培養細胞レベルで作成する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・同定されたバイオマーカーを検知して診断等に利用するため、細胞情報の大規模処理が可能な新規分子プローブ及びそれを導入したトランスフェクションマイクロアレイなどの検知技術を開発する。得られた細胞情報を細胞機能の制御に利用するため、ナノテクノロジーなどを利用した細胞操作技術を開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・発光タンパク質や蛍光タンパク質を利用した細胞内マルチ分子マーカーリアルタイム解析デバイスについて、以下の研究を行う。
  - 1) 多色発光、高機能化ルシフェラーゼを基盤に、細胞内オルガネラレベルにおける複数分子のダイナミズムを解析する技術を確立する。
  - 2) 化学物質毒性評価系として、免疫毒性・発ガンマーカー遺伝子群のプロモーター配列をクローン化し、マルチ遺伝子発現システムに導入し、免疫毒性・発ガン評価デバイスのハイスループット分析システムを構築する。
- ・タンパク質構造機能相関について、以下の研究を行う。
  - 1) 固定化モデル生体膜システム構築のため、平成19年度に得られた知見を活用しパターン化脂質二分子膜作製技術、膜タンパク質組み込み技術、および膜タンパク質活性計測技術を開発する。
  - 2) 格子結合表面プラズモン共鳴を利用した新しい高感度蛍光顕微鏡の開発のため、格子条件（周期、深さ、形状）の最適化を行う。
  - 3) 光で活性制御可能なケージドペプチドの体系化を進め、光化学反応の残基依存性の解析を行う。
  - 4) 銅イオンとアセチルアセトンが錯形成することによって蛍光挙動が変化する配位子を創製し、配位子の分子構造と蛍光挙動の相関性について検討する。
  - 5) 生体試料の急速凍結技術を改良し、電子顕微鏡による細胞膜のナノ計測に応用する。
- ・細胞機能の産業利用を目指し次の研究を行う。
  - 1) バイオマス利用に関しては糖質分解酵素と基質複合体との結晶構造を決定し、決定した精密構造に立脚したタンパク質デザインを開始し新たな人工酵素の創出に取り組む。
  - 2) タンパク質工学的研究により超耐熱性スレオニンデ

ヒドロゲナーゼの機能を解析し、バイオセンサーとしての実用化のための基礎的データを収集する。

- 3) 細胞の抗酸化機構の解明に関しては、抗酸化タンパク質の反応中間体の化学構造を明らかにする。
  - ・癌細胞死に関わる遺伝子の機能を詳細に特定するために、細胞アレイシステムを基盤として、遺伝子の新規機能を同定するための細胞時系列解析技術を開発する。
  - ・ナノ針を用いて細胞内の RNA を抽出、あるいは検出する方法を開発する。また細胞内に RNA を導入する方法を開発する。抗体修飾 AFM 探針を用いて細胞表面のレセプターへ結合したリガンドを力学的に検出し、細胞の分化過程を低侵襲で経時的に評価する方法を開発する。初代培養神経細胞をナノ針で操作する手法を開発する。
  - ・複数成分の匂いにおける成分間の協調効果の有無を受容細胞および行動実験的に調べる。また、ユニークな要素情報を自動的に強調するニオイ表現モデルを用いて、嗅覚受容細胞の応答タイプと応答細胞数の濃度依存性から中枢で形成される要素匂い情報の相対強度を推定し、その妥当性を検討する。
  - ・生体運動に関して以下の研究を行う。
    - 1) ガン転移に関与する遺伝子群のスクリーニングにより同定した個々の細胞運動関連遺伝子に関して機能解析を進める。
    - 2) 微小管に結合したダイニンの構造を、生体内と同様にドッキングコンプレックス等を含む状態で高分解能電顕観察するための系を開発する。線路タンパク質としての機能を解明するため、変異アクチンを利用して線路タンパク質の動的機能解明に取り組む。
- 3) 光による DNA ハイブリダイゼーション制御技術を利用し、光駆動型 DNA ナノデバイスのプロトタイプを作成する。
  - ・正常細胞の長命化と癌細胞の短命化など、細胞の寿命操作を目的とした以下の研究を行う。
    - 1) 抗酸化ストレスやプロテアソーム分解系等の細胞寿命を指標とした、植物抽出物の正常細胞に対する抗老化作用のメカニズムの解析。
    - 2) スクリーニング技術を利用した細胞老化・分化に関わる miRNA の解析および miRNA 蛍光検出システムへの応用。
    - 3) 細胞内在化抗体の cDNA クローニング・配列解析を通じたパラトープ/エピトープの同定とイメージングへの応用。
- 4) 細胞の老化と DNA 損傷をモデルとした Collaborator of Alternative Reading Frame protein (CARF) の機能解明。
  - ・両末端塩基配列を解析した日本人ゲノムクローン11万クローンについて、米国 NCBI ヒトゲノム塩基配列と対照し、ゲノム上の位置を特定する。この結果を基に、全ヒト染色対領域における遺伝子発現を高密度に

検出するための、約3万クローンのタイリングアレイの試作に着手する。

- ・環境中難培養性微生物由来 DNA の塩基配列から、有用遺伝子を効率的に選択する技術の開発を継続する。超好熱古細菌由来糖代謝関連酵素の機能解析を進め有用酵素の開発に取り組み、ビーズへの固定化による実用化を目指す。画像処理および分光技術等を用いた細胞自動計測技術の実用化をめざす。アレルギーなど実際に検査に用いられる3種類以上の抗原について、実用レベルの自動定量技術を確立する。
- ・転写制御因子などの遺伝子破壊株について、DNA マイクロアレイなどを用いて細胞の生理状態への影響を解析する。二次代謝物質について、代謝パスウェイおよびその発現制御の解析を行う。また、糸状菌を用いた医薬品リード化合物を含む有用物質の生産技術の開発を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・ガン等の疾患マーカー分子の迅速且つ網羅的な同定・検出・評価をするため、高感度バイオイメーキング、ゲノムアレイ及び磁気ビーズ等を用いたゲノム解析技術を開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・1) 従来の糖鎖自動合成装置の小型化、軽量化等によりコストダウンをはかり、さらに糖転移酵素の高活性化や固定化技術を糖鎖自動合成装置の改良仕様に合わせて進める。
  - ・2) 新しい自動合成装置を用いて糖ペプチドに加えて糖脂質や糖鎖修飾低分子合成を行う。
  - ・3) フォーカスト糖鎖マイクロアレイを用いた疾患関連タンパク質マーカー探索と、疾病診断への展開を図る。
- 1-(2) テーラーメイド医療の実現を目指した創薬支援技術の開発

薬の効き易さの個人差など、個々人の特質を考慮したテーラーメイド医療の実現が求められている。そこで、ヒトゲノム情報をもとに作成した網羅的なタンパク質や糖鎖の合成プールを利用して、特定のタンパク質や糖鎖と相互作用する物質を探索し、個々人の特質に適合した創薬の支援技術を開発する。また、バイオインフォマティクス技術を発展させ、遺伝子やタンパク質などの機能予測及び化合物-タンパク質ドッキングシミュレーションを実現して、膨大な化合物の中から医薬品候補を選び出すことのできる創薬支援技術を開発する。

- 1-(2)-① ヒト遺伝子産物の機能に基づいた創薬支援技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・ヒトゲノム情報のタンパク質への効率的な翻訳体制を確立する。これを利用して重要なタンパク質及びそれに対応する抗体を作製してプロテインチップや抗体チ

ップなどの解析ツールを開発する。さらにこのチップを利用してタンパク質の機能を制御する低分子化合物の解析を行い、創薬支援や診断薬の開発支援技術として利用する。

#### 《平成20年度計画》

- ・新たに見出されたタンパク質相互作用の解析や iPS 細胞研究のためにヒトエンタロクローンの作製を行い、これらの研究にクローンおよびタンパク質を利用する。コムギ胚芽無細胞系その他、昆虫細胞、CHO 細胞系での効率的なタンパク質生産の条件検討を行い、効率の良い低分子化合物のスクリーニング系の開発を行う。高次構造を保持したタンパク質搭載アクティブアレイが適用できる実験系の範囲の拡大を目指す。

#### 【中期計画（参考）】

- ・遺伝子の機能を解明するため、ヒト遺伝子の発現を個々に抑制できる siRNA 発現ライブラリーを作成する。これを用いて遺伝子機能を個々に抑制することで疾患に関係する遺伝子などの重要な遺伝子を見出す。これら遺伝子の翻訳産物の機能や遺伝子発現の調節機構を解明して医薬や診断薬の開発に向けた標的遺伝子を明らかにする。

#### 《平成20年度計画》

- ・持続発現型 RNA レプリコンの骨髄幹細胞への適用・long-hairpin RNA 発現系への応用・ヒト iPS 細胞作成技術への応用可能性を検討する。またこの系を実用化するために、持続発現型 RNA レプリコン導入ベクターの作成を容易にするキットの開発を進めると共に、ベクター自身の生産系を改良する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・糖鎖マーカーを利用した創薬支援技術を開発するため、酵母による糖タンパク質糖鎖の改変技術等を開発する。また、糖転移酵素の発現技術と糖鎖関連化合物の生産技術を開発し、これらを利用して糖転移酵素や糖鎖分解酵素等に対する新規な酵素阻害剤の設計と合成を行い医薬品としての機能を評価する。

#### 《平成20年度計画》

- ・酵母によるヒト型糖鎖含有糖タンパク質の生産系について、多品種の糖鎖を生産するとともに、実際にいくつかの糖タンパク質や糖ペプチドの発現を行ない、糖鎖認識抗体の作製を検討する。またヒト化抗体などの治療薬の酵母による生産を検討する。ヒト糖転移酵素の大量発現を行い、酵素そのものの抗体作成や立体構造解析のための結晶化を行うとともに、化学合成法と組み合わせた *in vitro* でのヒト型糖鎖の大量生産の検討を行なう。

- 1) 糖鎖修飾低分子医薬品合成などの多目的マイクロ波糖鎖合成装置の試作機を利用して、環境にやさしい機能性物質等の合成技術を検討する。
- 2) 液晶 NMR 法による精密分子間認識の研究を進めて、新規な酵素阻害剤などの開発研究への展開をはか

る

### 1-(2)-② バイオインフォマティクス技術を利用した創薬支援技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・創薬の標的を明らかにするために、複数の生物のゲノム配列を比較する方法及びマイクロアレイ等による大量の遺伝子発現情報を解析する方法を開発する。これに基づきゲノム上に存在するタンパク質コード領域や機能性 RNA のコード領域及び転写制御領域などの構造を情報科学的に明らかにする手法を確立する。

#### 《平成20年度計画》

- ・配列情報解析技術等の開発と、転写制御機構の解析、新規機能性 RNA 発見等、ゲノム配列情報の工学的制御の観点からの解析を行うため、以下の課題に取り組む。
- 1) バイオインフォマティクスで予測した機能性 RNA 候補についてウェット実験による検証を共同研究によって加えて、機能性 RNA のアノテーションを実施する。
  - 2) 全ゲノム類似配列検索プログラム"LAST"の初期版を完成させ、公開を行う。
  - 3) 転写制御領域の比較解析ツール：SHOE を改良し、公開する。
- ・産総研内外のデータベース、ソフトウェアの最新の情報技術によるシームレスな統合化を目指す。主に、「細胞内局在予測」「タンパク質立体構造予測」の統合化を検討し、プロトタイプを作成する。
  - ・細胞の形態、遺伝子発現に関する情報の融合による統合的な細胞情報解析環境の実現と遺伝子ネットワークの解析技術を基にして新規創薬標的発見、副作用予測、生体発生過程の解析等を支援する技術を開発するため、以下の課題に取り組む。100実験以上のマイクロアレイデータから網羅的に遺伝子発現モジュールを探索し、その機能を解析する方法を開発する。さらに、モジュール間の関連性を推定するネットワーク解析技術を開発する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・タンパク質の立体構造および機能を予測するためのソフトウェアを開発する。まず、フォールド認識法と網羅的モデリングを融合させ高い精度をもつタンパク質の立体構造予測法を完成する。次に、立体構造の動的性質に注目して膜タンパク質等の機能予測法を開発する。これらの成果を創薬の重要な標的である細胞膜受容体や酵素へ適用し、創薬支援システムとして提供する。

#### 《平成20年度計画》

- ・タンパク質構造予測技術、分子シミュレーション技術、分子設計技術の融合、大規模計算の活用による、高精度な創薬支援技術を開発するために以下の課題に取り組む。

- 1) これまで開発した立体構造予測・リガンド結合予測システムを G タンパク質共役受容体やキナーゼを中心にファミリーレベルで解析を行い、データベース化や化合物の選択性や作用機序に関する研究への応用を目指す。

- 2) 分子動力学計算および相互作用情報解析を取り入れたタンパク質-タンパク質複合体予測技術の改良とタンパク質-タンパク質複合体制御リガンド探索への応用を目指す。

- 3) タンパク質立体構造解析実験を支援するため、3種類の DISORDER 予測法を整備し高精度化を目指す。またタンパク質複合体計算のさらなる高速化を行い、得られた網羅的なドッキング計算結果の解析手法の開発を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・遺伝子や生体分子に関する情報の高度な利用を促進するため、遺伝子、RNA 及びタンパク質のアノテーション（注釈づけ）をヒト完全長 cDNA レベルからゲノムレベルに展開する。これらの情報に加えて、遺伝子の発現頻度情報や細胞内局在情報及び生体分子の相互作用情報等を統合したバイオ情報解析システムを開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・ヒト全遺伝子に関する機能・構造・発現・多様性・進化等の高精度なアノテーション情報を格納した統合データベース H-InvDB を発展させ、新たな実験データを精査しつつ統合化し、さまざまな研究開発のニーズに対応した情報基盤を整備する。産総研内外のデータベースも含めた情報統合化とデータマイニングツールの融合により、バイオ情報解析システムへの発展をめざす。

- ・これまでに構築してきた比較ゲノム解析データベースや計算機による機能アノテーションのための解析システムを使うことにより、モデル生物のゲノム・トランスクリプトーム・プロテオーム等のオミックス情報を統合化し、ヒトの情報と比較検討ができる情報システムを構築する。

- ・テキストマイニング技術を発展させ、疾患-遺伝子-化合物の関連だけでなく、疾患パスウェイ等の有用な情報を論文から抽出することをめざす。さらに、分子データとの統合化をはかり、分子情報と論文の文献情報を統一的に利用できるデータベース・システムを構築することをめざす。

### 2. 精密診断及び再生医療による安全かつ効果的な医療の実現

診断や治療における患者の負担を軽減するには、正確な診断に基づいた効果的な治療を迅速かつ安全に施すことが必要である。そこで、短時間で精密な診断を可能にする生体分子のイメージング技術や計測装置などの研究開発を実施する。また、効果的な治療として

再生医療や生体適合性材料を利用した喪失機能の代替技術を開発する。さらに、治療の安全性を高めるための手術の訓練支援システムを開発する。

#### 2-(1) 高度診断及び治療支援機器技術の開発

正確な診断と効果的な治療を施すため、短時間で計測できる高速診断法、細胞における分子の機能を解析できる画像診断法などを開発する。また、治療の効果と安全性の向上を目指し、精度の高い位置決め機構を有する治療支援装置を開発するとともに手術の訓練支援システムを開発する。

#### 2-(1)-① 患者の負担を軽減する高精度診断技術の開発【中期計画（参考）】

- ・診断及び治療に伴う患者の肉体的負担を軽減できる低侵襲検査診断システムを構築するため、心拍動等の動画像を連続計測可能な超高速 MRI 技術及び微小電極を用いた低侵襲計測技術等の要素技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・開発中の超高速 MRI 技術を動物実験に適用し、画像コントラストや空間分解能を向上させるための撮像パラメータの最適化を図る。また、心拍動等の生体の動作特性の計測を試みる。
- ・末梢神経線維からの活動電位の計測や電気刺激が可能な低侵襲多点微小電極を開発するため、電極間隔 0.25 mm 以下のアレイ電極を作成して活動電位の計測や局所的な電気刺激に適する電極間隔について電気生理学実験により検討する。また、神経線維活動電位を分離・抽出する技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・個々人のゲノム情報に基づいた高精度診断を実現するため、1分子 DNA 操作技術や1分子 DNA 配列識別技術等の個々人のゲノム解析に必要な要素技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・4種類の塩基を識別するために検出光学系の透過率を向上させ、1分子 DNA のシーケンスをリアルタイムで検出・同定する。また、本手法を用いて DNA シーケンスを行うだけでなく、1分子から高速に一塩基多型 (SNPs) 解析する新技術を開発する。
- ・表面増強ラマン散乱 (SERS) の増強度機構に基づいて、実験で取得可能なプラズモン弾性散乱共鳴増強光電場の強度、共鳴ラマン散乱断面積、そして蛍光断面積を用いて SERS スペクトルを定量的に評価する手法を実験的、理論的に検証する。その結果から、対象分子に最適な SERS 測定条件を提示する。

【中期計画（参考）】

- ・疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質を一分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・マルチ細胞ソータの自動化されたプロトタイプ機を製作し、実用化の観点から、動物細胞を用いて性能を評価する。実用化に必要な装置・マイクロチップ・ソフトウェア制御の機能を統合する。ある物質の誘起により、細胞が生理活性物質を発現する機序の理解、およびその物質を定量的に評価する技術を細胞診断等に應用することを最終目標とする。昨年度までに得られた、複合多糖のリポド A 部位が白色脂肪細胞のサイトカイン TNF $\alpha$  の生産活性を誘起するという成果をもとに、この生産活性に対する抗菌剤の抑制作用などを調べる。

- ・量子ドットによる生体分子の蛍光標識技術による細胞およびその構成成分の可視化の研究では、量子ドットの表面を細胞膜および核透過機能を有するペプチド類で標識して、遺伝子の細胞内導入過程に着目した研究を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・同定された生活習慣病のタンパク質マーカーを簡便に解析して疾患の早期診断に役立てるため、極微量の血液からマーカーを数分以内で解析できるデバイスを開発する。また、遺伝情報の個人差を解析して罹患の可能性や薬効を診断するため、注目する遺伝子について個々人の配列の違いを数分以内に解析できるデバイスを開発する。

《平成20年度計画》

- ・現状では良好な分離特性が得られるタンパク質の種類が限られているので、この種類を拡張するために、新しく合成した疎水性のヒドロキシエチルセルロース (HEC) 誘導体を基本としてそれと既存のセルロース誘導体を組み合わせた新しいハイブリッド・コーティング法を開発する。
  - ・心筋梗塞マーカー、骨粗鬆症マーカーや歯周病マーカーなどを含む生活習慣病のバイオマーカーについて、マイクロ流路系での検出系を構築する。全血サンプルの使用にあたりマイクロ流路上で血球分離系を構築する。また、多項目バイオマーカー解析チップを作成する。さらにインジェクション法を用いてマイクロチップ基板上へのタンパク質固定の検討を行い、測定用チップを試作する。
  - ・数10個以上の遺伝子または生体マーカーを非標識で計測するため、プロトタイプのマイクロアレイを作製するとともに、表面プラズモン共鳴 (SPR) およびエリプソメトリに基づくマイクロアレイ計測システムを構築する。
  - ・前年度までに開発したバイオチップ試作プロセス、ならびにレーザ駆動型インジェクタの改良を以下のとおり行う。
- 1) 流体駆動機構として機能集積型チップ内に組み込むことを想定し、本インジェクタを組み込んだ高密度電気泳動チップを試作・評価する。

2) 独立した微量サンプル操作用インジェクタとしての改良を行い、吐出動作に必要なサンプルバッファ量を5マイクロリットル以下に抑える。

2-(1)-② 治療の安全と効果の向上を目指した治療支援技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・小さな病変部位を局所的かつ集中的に治療する技術を確立するため、MRIなどのイメージング装置下で生体内での微細操作が可能な低侵襲治療用マニピュレータ技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・MRI対応微細操作システムにおけるレジストレーション（微小機構と顕微内視鏡、MRI画像の座標合わせ）を行う方式を考案し、位置精度を評価する。同システムによるMRI内での微細操作と、そのMRI画像との対応付けを実現する。

【中期計画（参考）】

- ・外科手術の安全性を向上させるため、擬似患者モデルを用いた手術トレーニングシステムの構築に必要な手術技能評価手法を開発し、その有効性を医学系研究機関と連携して検証する。

《平成20年度計画》

- ・医学生を対象に、位置センサを付加した手術器具と力・トルクセンサを付加した患者モデルを用いて内視鏡下鼻内手術手技技能習得時の手術操作データを計測・分析し、学習の進み方とセンサ計測値との関連、特に前年度までに抽出した技能レベル客観評価手法が有効であるかどうかを検証する。

2-(2) 喪失機能の再生及び代替技術の開発

効果的な治療技術の一つとして再生医療や生体適合材料による喪失機能の代替技術を開発する。再生医療技術の開発では、骨、軟骨、心筋及び血管等を生体組織レベルで再生する技術や神経ネットワークの再構成を促進する技術等を開発する。また、長期生体適合性を有する人工臓器などによる身体機能の代替技術の開発では、埋め込み型人工心臓のための生体適合材料及び骨形成の促進や抗感染などの効果を有する生体適合材料を開発する。

2-(2)-① 組織再生による喪失機能の代替技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・生体親和性に優れた組織細胞による再生医療を実現するため、三次元細胞培養技術を用いた骨・軟骨、心筋及び血管等の組織再生技術を開発して臨床応用を行う。

《平成20年度計画》

- ・間葉系幹細胞のさらなる再生医療の応用展開をはかるため、胚性幹細胞（ES細胞）に発現している遺伝子を含む種々の遺伝子をヒト間葉系幹細胞へ導入し、導入後の細胞機能を検証する。
- ・骨軟骨再生においては患者自身の間葉系幹細胞を用いる技術開発をおこなってきた。他の疾患について、患

者自身の細胞ではない、他人の細胞（同種間葉系幹細胞）を用いた再生医療技術開発をおこなう。

- ・ヒト間葉系幹細胞を免疫不全動物等へ移植し、移植細胞の生体内での同定をおこなうとともに、移植細胞から心血管再生に有効にはたらくサイトカイン（vascular endothelial growth factor）の発現の有無を確認する。
- ・プロテオミクスなどの手法を用いることにより、幹細胞の未分化性を保つことのできる新規候補因子を同定すると共に、機能解析を行うことによって、未分化性維持機構についての知見を得る。また、分化細胞の中でそれらを発現させることによって分化細胞の幹細胞化（iPS化）を促進させることができるかどうか、検証する。

【中期計画（参考）】

- ・疾病や高齢化により失われた神経機能を再生するため、間葉系細胞を神経細胞に分化誘導する技術と神経組織の再構成を促進する生体分子の探索技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・一塩基多型（SNPs）による神経栄養因子（BDNF）の機能修飾の影響を、分子レベルからモデル動物レベルまで解析し、前臨床レベルの知見を見出す。また、分散神経細胞を用いた再構成神経回路網におけるダイナミクスを工学的に解析し、神経回路網における履歴現象の解析と制御手法の確立を行う。
- ・平成19年度までに創製し、有効性が明らかになった種々の細胞増殖因子の機能解析を進めるとともに、さらなる有効性の向上を目指した分子改変を行う。さらに、放射線障害の防御効果を多面的に評価し、有効利用範囲を拡大するための、細胞・組織・個体等様々なレベルの評価系を確立・実施する。

【中期計画（参考）】

- ・脳機能の修復技術の確立を目指して、これまで困難であった神経冠幹細胞の単離・培養と分化誘導技術を開発する。また、脳損傷回復における神経ネットワークの再構成を促進する技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・脳損傷後の代償的神経回路形成を促進するための分子基盤を明かにする。さらに機能代償にかかわる分子の発現動態が、リハビリ訓練の有無や、訓練の開始時期によってどのような影響を受けるのかを明らかにする。
- ・通常の近赤外脳機能計測装置の受光プローブの近傍に新たに参照プローブを導入する近赤外計測法について、そのアーティファクト除去や空間分解能向上への効果を明らかにする。また、この手法の小型化計測システムへの実装を行う。

2-(2)-② 生体適合材料を用いた喪失機能の代替技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・長期に使える体内埋め込み型人工心臓を開発するため、



生体適合性材料を用いて製造した高耐久性ポンプ機構をもつ回転型人工心臓について、その血液適合性を評価しながら性能を改善する。また、医療機関と連携して実験動物を用いた3ヶ月間の体内埋め込み実験で性能を検証する。

《平成20年度計画》

- ・動圧遠心ポンプの長期使用のための材料について検討し、また動圧軸流ポンプについて、耐久試験を開始するとともに、3か月の埋め込み動物実験を目指す。またポンプ形式によらない質量流量計を開発し、体動による外力の影響を低減させる。

【中期計画（参考）】

- ・体内埋め込み用生体材料の生体親和性の向上及び高機能化を図るため、生体組織との接着性に優れ、骨形成促進や抗感染等の効果を有する生体適合材料を開発して動物実験で検証する。

《平成20年度計画》

- ・抗生物質徐放性人工骨については、ポリマーをポリ乳酸グリコール酸共重合体（PLGA）分子量、薬剤量、人工骨形状の最適化を行い、患部細部まで治療効果が得られるようにする。亜鉛やマグネシウムを付加した人工骨の破骨細胞への影響を評価する。失活を防止するため、FGFを低温で経皮端子に付加する技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・生体組織のように柔軟性や弾力性等を持つ新規機能材料として、組織・細胞の機能を代替できる高分子材料を用いた高分子アクチュエータ等の新規生体機能代替デバイスを開発する。

《平成20年度計画》

- ・柔軟性、弾力性のある人工筋肉材料として、導電性高分子材料を用いた高分子アクチュエータを開発するため、新規なカーボンナノチューブの配向電極と導電性高分子材料との複合体を開発し、高出力アクチュエータの開発を行う。具体的には、伸縮率で5%以上、発生力で10 MPa以上の数値を達成する。
- ・柔軟性、弾力性のある人工筋肉材料として、導電性高分子材料を用いた高分子アクチュエータを開発するため、ナノカーボン材料と導電性高分子の複合体によるアクチュエータ素子の応答モデルを、分子シミュレーション、および様々な電気化学、電気機械測定的手法により調べる。

### 3. 人間機能の評価とその回復を図ることによる健康寿命の延伸

高齢になっても健康で自立的な生活を維持するためには、加齢にともない低下した機能を代替する技術、脳を含む身体機能の低下を訓練により回復する技術、さらには日常生活における事故や怪我などを防止する技術が必要である。そこで、脳機能計測技術に基づいて、失われた脳機能の回復技術や代替技術等の開発を

行うとともに、身体機能計測技術を用いて身体機能低下を防ぐための訓練技術を開発する。そして、認知行動計測技術を用いて日常生活における認知や行動に起因する障害に遭遇する可能性を評価し、事故や怪我を回避するための生活支援技術を開発する。

#### 3-(1) 脳機能障害の評価及び補償技術の開発

高次脳機能に障害が起きると、失われた機能を再び取り戻すことは容易ではない。そこで、障害によって失われた脳機能や身体機能を訓練によって取り戻すための支援技術として、高次脳機能の低下を精度良く計測・解析する技術及びリハビリテーション技術等を開発する。また、電子機器技術を用いた身体機能補償技術として、脳と電子機器とを接続するための BMI (Brain-Machine-Interface) 技術を開発する。

#### 3-(1)-① 認知機能などの高次脳機能の計測・評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・脳機能診断の精度向上及び適切なリハビリテーションスケジュールの管理を実現するため、加齢、疾病や脳損傷などによる感覚機能や高次脳機能等の変化を高精度に計測・評価する技術を開発し、脳機能計測・評価結果と脳損傷部位との関係についてデータベースを構築する。

《平成20年度計画》

- ・発達性言語障害者における視覚・音韻処理の神経ダイナミクスを明らかにするために、脳磁界計測と fMRI を用いた脳機能計測とデータの統合解析を行う。また、脳損傷患者の認知障害を高い精度で検出するために被験者に課す心理的課題を開発し、脳損傷部位との関連についてのデータを蓄積する。
- ・味嗅覚の感覚間相互作用を明らかにするために、味覚刺激と嗅覚刺激を、刺激提示のタイミングをずらして与え、その結果味覚が嗅覚に与える影響(強度、印象)もしくはその逆(嗅覚が味覚に与える影響)について定量的に評価する。
- ・骨導超音波補聴器の明瞭性・快適性向上を目指して、内部信号処理方式、特に変調方式の最適化を行う。また、新しく得られた知見を取り入れた骨導超音波補聴器を試作し、重度難聴者を対象としてその実用性評価を行う。また、神経生理計測、音響生理計測を行い、骨導超音波補聴器の適用基準および安全基準の設定のための末梢知覚モデルの構築を図る。さらに、開発技術を他用途（耳鳴マスキング、聴覚健常者用の骨導インターフェース、歯科切削低音の低減技術）に応用し、従来技術からの優位性や実用性を検討する。

#### 3-(1)-② BMI 技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・喪失した身体機能を脳神経と身体機能代替機器を電気的に接続することで補償し再建するため、脳内埋込み電極の開発、長期に渡って安定かつ安全に神経細胞活

動を信号として取り出す技術、この信号から意図を検出する技術及び脳を刺激して現実感のある感覚を生じさせる技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・動物を対象とした侵襲型 BMI 実験では、平成19年度に開発した埋込みシステムの基本スペックの向上（電極数の増加など）と、それによって可能になるリアルタイム行動予測実験に着手し、基本システムの構築を目指す。また、ヒトを対象とした非侵襲型 BMI 実験では、脳内意思伝達装置の実用化に向けて、頭皮経由の脳波から意思決定を解読する手法を確立する。
- ・腕修正運動に関わる頭頂・後頭連合野領域で単一神経細胞活動の記録を行い、感覚運動変換のメカニズムを解析する。連合学習の研究では、視対象と報酬の連合記憶の形成に関わる情報処理を、側頭皮質で単一神経細胞活動の記録を行い、明らかにする。脳画像データベースの拡充を図り、共同研究を通じて提示する生物種を増やす。
- ・1) 物体色を推定する基本回路を明らかにするために、対応する神経活動を fMRI によって記録する実験を行う。
- 2) 顔など複雑図形を処理する神経回路を明らかにするために、対応する神経活動を微小電極と fMRI によって記録する実験を行う。
- 3) 抽象概念が形成されていく過程、および記憶として保持され、必要に応じて想起し、さらに変容していく過程を fMRI によって測定した脳活動から推定する。

### 3-(2) 身体機能の計測・評価技術の開発

環境変化への身体機能の適応には、温度変化等に対して身体状態を維持する循環調整機能や、転倒・つまずき等に対処した姿勢・動作制御を行う動作調整機能が大きな役割を担っている。そこで、加齢に抗して身体適応能力を維持することを支援する技術の開発を目指して、環境変化への適応機能に関与する循環調節機能、動作調節機能を簡易に計測・評価する技術を開発する。さらに、この計測・評価技術を用いて、これらの機能を高めるための訓練手法の評価・分析を行うことにより、個々人の状態に適合した効果の高い訓練支援システムを構築する。

#### 3-(2)-① 運動刺激による身体機能の回復・改善技術

【中期計画（参考）】

- ・身体機能回復効果の高い訓練支援システムを構築するため、運動刺激に対して生じる動作調節系機能、循環調整機能の変化を計測・評価する技術を開発して、これらの機能を維持するのに最適な低負荷運動の訓練効果を明らかにする。その上で、被訓練者の状態にあわせて訓練機器の発生負荷等を制御する技術を開発する。
- 《平成20年度計画》
- ・循環調節系機能については、平成19年度に得られた成果をもとに、運動習慣や筋活動量の有無と循環調節系

機能との関係を動脈硬度や血圧反射特性の観点からより詳細に検討する。また、家庭用血圧計を用いた動脈硬度計測装置のプロトタイプを作成し、有効性検証のためのエビデンスを蓄積する。新規健康改善運動プログラムプロトタイプを改良し、ヘルスケアサービスに組み込むことにより、サービス現場において有効性検証のためのエビデンスを蓄積する。

### 3-(3) 認知行動特性の計測・評価及び生活支援技術の開発

生活空間における人間の認知行動は、環境と人間の相互作用に基づき行われている。したがって、注意が散漫になるなどの認知行動の状態に対応して注意喚起や環境の整備などの生活支援を行うためには、環境や認知状態及びその結果として現れる人間行動等を計測・評価する必要がある。そこで、支援の必要な行動を検知するため、行動データ等の蓄積に基づいて認知行動を適切に評価する技術を開発する。

#### 3-(3)-① 認知行動の計測技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・日常生活に潜む事故や怪我などの危険性を予測して生活の安全を保つため、身体負荷が小さい脳機能計測装置等を用いて、注意の程度などの人間の認知特性を計測する技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・作業効率に及ぼす生体ストレスの影響評価するために、ストレスに応答するといわれている生理学的・生化学的指標や脳波などの脳機能計測データと作業効率の低下に鋭敏な認知課題の成績との相関を解析する。さらに、ストレス状態に鋭敏な認知課題の選定ならびに生理指標の特定を行う。

【中期計画（参考）】

- ・事故の発生を未然に防ぐなどのため、人間の行動情報や人間を取り巻く環境の情報から有用な情報を抽出するデータマイニング技術を確率モデルの体系化と最新の統計的学習理論を用いて開発する。

《平成20年度計画》

- ・人間の行動情報や人間を取り巻く環境の情報から有用な情報を抽出するための、機械学習・機械適応の基本原理の解明を目指して、数多くのセンサやカメラからの情報を分散・統合処理することによって効率的なデータマイニングを行う枠組みについての研究を進める。また、順序を用いた協調フィルタリングによる推薦システムについても手法の改良や新たな枠組みの構築に取り組む。
- ・画像情報を用いた物体認識のために、特徴選択に基づく識別器の構成、および、局所不変特徴量に基づく画像の対応付け方法に関する技術開発を行う。また、多視点広視野画像のための球面エピソード幾何学に基づく、画像からのカメラの3次元運動推定アルゴリズムの研究開発を行う。

## 3-(3)-② 人間生活支援のための認知行動の評価技術の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・日常生活行動に基づく健康のモニタリングを可能とするため、生活空間における人間行動と身体状態に関するセンサ情報を長期に渡って蓄積する技術の開発を行う。また、蓄積された行動情報から行動パターンをモデル化し、これによって個人の行動の変化や個人間の差異を検出する技術を確立する。

## 《平成20年度計画》

- ・疲労感、活気などの気分状態を推定する数理モデルの推定精度の向上及び生活中的気分状態が睡眠中の自律神経活動に与える影響について調べる。高齢者の低下した体温調節能力を補うために、夜間就寝中の温熱環境を変動させる空調条件を設定して睡眠実験を行い、睡眠と体温調節データを取得し、その有効性を検証する。
- ・運転行動データの確率分布から検出された通常運転からの逸脱の事例を詳細に分析し、逸脱行動を誘発する交通状況や道路構造等の環境要因のモデル化を行い、警告システムの精度改善を図る。

## 【中期計画（参考）】

- ・速やかな作業スキルの獲得を支援するため、作業中において熟練者と未熟練者との差異が現れる場面や普段と異なる場面を検出して、熟練者の作業のノウハウを蓄積する技術を開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・作業を作業要素の時系列として表現して、熟練者と未熟練者の作業の違いが現れやすい作業を自動抽出する手法を開発する。石油プラントの点検作業を対象に、作業員12名（熟練者6名と未熟練者6名）が実施した約100時間の作業情報に開発手法を適用して、その自動抽出能力を評価する。
- ・ユーザがウェブページで目標を探索するとき、そのページに求めている情報が見つかる確信する程度が、被験者の情報探索行動に及ぼす影響を視線計測データに基づいて明らかにする。

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

医用タンパク質や機能性食品素材などの健康産業の基盤となる有用物質を生産するには、生物機能を活用した物質生産プロセスが適している。そこで、有用な機能をもつ微生物や遺伝子を探索し、遺伝子組換え技術により機能を改良してバイオプロセスに利用することで、品質の高いバイオ製品を効率よく生産する技術を開発する。また、遺伝子組換え植物を用いて効率よく物質生産を行う技術を開発する。

## 4-(1) 新規な遺伝子資源の探索

これまで培養が困難であった微生物には、有用な機能をもつ遺伝子が豊富に存在していると期待される。

これら環境中に存在する未利用の微生物や遺伝子から有用な機能を見出して生産プロセスに利用するため、これらの微生物の各種環境からの取得及び有用遺伝子の生物個体からの取得のための効率のよい探索技術を開発する。

## 4-(1)-① 効率のよい探索手法をもちいた遺伝子資源の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・有用物質の生産プロセスに利用できる新しい遺伝子を効率よく獲得するため、現在培養が不可能な微生物の培養を可能にする技術や、環境中の微生物から分離培養過程を経ることなく直接有用な遺伝子を探索・取得する技術を開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・1) 従来の固形化剤に代わる新規固体培養基材の開発、異種微生物間共生現象に着目した新規培養手法の確立を通じて、未知微生物資源の効率的探索技術の開発を進める。また、純粋分離に成功した新規微生物ならびにその機能情報を管理・保存するため、ライブラリー化とデータベース化を進め、新規微生物資源の効果的な活用を資する。
- ・2) 全ゲノム解析が終了した3つの菌株については、有用遺伝子の探索を進める。また、温泉微生物バイオフィルム、活性汚泥、土壌等のメタゲノムライブラリーをさらに整備し解析を進めるとともに、各種有用遺伝子を探索、取得する。有用遺伝子が取得された場合には、その発現解析も試みる。
- ・メタゲノムライブラリーから取得した芳香族水酸化酵素の高発現系の構築と水酸化活性の詳細な解析を行う。またラッカーゼについて組換え酵素の性状解析を行う。
- ・自己犠牲的なゴール修復をおこなう社会性アブラムシにおいて、フェノール酸化酵素、グルタミン転移酵素、反復配列を含む機能未知の新規タンパク質に対する抗体をそれぞれ作成し、合成部位や生体内局在、結合標的などについて明らかにし、それらの機能解析を進める。
- ・マルカメムシに近縁であるが非害虫であるタイワンマルカメムシについて、腸内共生細菌のゲノム解析をすすめ、比較ゲノム的アプローチから害虫化に関与する遺伝子や突然変異を探索する。
- ・好アルカリ性微生物の環境適応因子の一つと考えられる生体膜表面に存在する膜結合性 cytochrome c の翻訳後修飾を含めた一次構造、プロモーター配列を含んだ遺伝子配列、生化学的諸性質を明らかにし、溶液中での存在状態およびその存在状態を取る理由を明らかにする。菌体外カタラーゼ産生微生物の菌体外酵素産生機構および産生能を向上させる条件を確立する。

## 4-(2) 高効率バイオプロセス技術の開発

生物機能を利用したバイオプロセスの高度化を進めるため、プロセスの要素技術である標的遺伝子の改変

技術と遺伝子の発現効率を高める技術及び生産物の分離・精製技術を開発する。また、バイオプロセスにより質の高い製品を生産するための品質管理技術を開発する。

#### 4-(2)-① バイオプロセス技術の高度化

##### 【中期計画（参考）】

- ・有用な機能を持った酵素などの生体高分子や核酸及び脂質を効率よく製造するため、個々の標的遺伝子に対して最適な遺伝子改変技術を適用し、機能性核酸や機能性脂質等をバイオプロセスにより効率よく生産する方法を確立する。

##### 《平成20年度計画》

- ・真生細菌由来の RNA 合成酵素（CCA 付加酵素、ポリ A 付加酵素など）の機能構造解析を行い、これらの酵素の特異性の違いの分子基盤を X 線結晶構造解析、生化学的解析から明らかにする。特に単体の構造解析比較を行う。真核生物由来のアミノアシルプロテイントランスフェラーゼの X 線結晶構造解析を行い、反応分子機構を明らかにし、真正細菌の酵素との比較を行う。Hut P とリガンド（ヒスチジン）の相互作用における金属イオンの効果を、構造解析および機能解析で検証する。新たに、RNA の成熟化に関与する RNA 修飾酵素の機能構造解析を行う。特に tRNA のアンチコドン文字目に修飾を導入する酵素の構造解析を行う。
- ・酵母による高度不飽和脂肪酸の生産性の向上のために、増殖特性が向上した宿主の探索や、脂肪酸変換酵素遺伝子、脂質蓄積関連遺伝子などの共発現に適した条件等の検討を行う。脂肪酸組成の変化が酵母のストレス耐性などに及ぼす影響を検討する。SNF2の破壊とDGA1の過剰発現により誘起される出芽酵母の脂質蓄積を、さらに効率良く制御するために、DGA1の酵素活性の制御因子を同定する。古細菌により生産されるテトラエーテル型脂質の分子種の構造を決定する。
- ・バイオ医薬品製造で標準となっている薬剤耐性遺伝子や抗アポトーシス関連遺伝子を搭載した第3世代ベクターを開発し、動物細胞を使った既存のバイオ医薬品製造技術と比較する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・微生物による物質の生産効率を高めるため、宿主として使用する細菌のゲノム情報をもとに複数の遺伝子を一度に組換える大規模な染色体再編技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・大腸菌でのタンパク質生産の経済性を考慮して、ターゲットとする発現タンパク質の分離精製を効果的に行うために必要な要素、たとえば、細胞破碎を容易にするための宿主細胞の形質等を明らかにする。
- ・ピューロマイシン耐性遺伝子の *Thermus* 内あるいは中等度好熱菌内での機能発現、耐熱化を行う。またその他の薬剤耐性遺伝子についても機能発現と耐熱化を

検討する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・バイオプロセスにおいて医用タンパク質等を精製・濃縮するために、目的とする分子に結合する高分子リガンドを設計し製造する技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・平成19年度に作製したプロテイン A をフレームとしたリガンドのタンパク質ライブラリー中の、各1アミノ酸変異体の抗体（IgG1）との結合機能を測定し、ライブラリーとしての特性を明らかにする。プロテイン A 以外のアフィニティリガンドの開発においては、平成19年度に作製した人工遺伝子の大腸菌での発現とそれを利用したタンパク質の分離精製を検討する。
- ・特定のアミロイド凝集体に対して高選択的に結合するが、自身では凝集性を有しないアミロイド検出用ペプチド分子を開発する。骨髄高転移性乳癌細胞における遺伝子の発現を詳細に解析し、骨髄転移性に関わる分子を探索する。インフルエンザ膜タンパク質と GFP との融合タンパク質の発現が亢進した細胞株を利用し、この膜タンパク質の膜融合機能に対する GFP の効果を解析する。
- ・インフルエンザウイルスに対する表面抗原タンパク質側の RNA アプタマー結合部位を同定する。また、機能未知の非コード RNA の一種である Volt RNA の発現量が上昇した細胞と RNA 干渉で Volt RNA をノックアウトした細胞とノックアウトしない細胞を用いて、Volt RNA と化学治療薬剤との相互作用について検証を行う。
- ・試験管内抗体作製法を用いて作製したモノクローナル抗体の特異性・親和性および抗原量・免疫期間・効率等を評価する。試験管内系に於いて免疫刺激を受けた免疫細胞の特異的発現遺伝子を明らかにし、これを利用して試験管内免疫刺激法の高効率化を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・目的のタンパク質や脂質等を微生物により選択的に生産するため、酵母を用いた分泌タンパク質や膜タンパク質発現技術及びロドコッカス属細菌を用いた物質生産技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・ロドコッカス属細菌から分泌される抗菌物質を精製しその構造決定を目指す。更に、遺伝子工学的手法により同抗菌物質の生合成に関与する遺伝子を探索し、その生合成経路についての解析を行う。細胞内に機能タンパク質を高濃度蓄積する高機能化宿主細胞の構築に向けて、細胞内タンパク質分解酵素の内プロテアソームによるタンパク質分解機構について解析を行い、同酵素により分解される細胞内タンパク質の同定を目指す。
- ・出芽酵母の発現系について、発現が困難なタンパク質について、シャペロンなどの他のタンパク質の同時

発現によって発現可能になるかどうか検討する。また、高感度ハイスループットアッセイについては、重金属や内分泌攪乱物質のバイオアッセイ法に応用し、これらのアッセイ法のハイスループット化を確立する。

#### 4-(2)-② バイオ製品の品質管理技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- タンパク質医薬等のバイオ製品の性能評価及び品質管理等に係る技術体系を構築するため、生体分子の特性評価方法の開発、配列－構造－機能相関の理解に基づく品質管理方法の開発及び、生体分子の安定化機構の理解に基づく生体分子の品質管理技術の開発を行う。《平成20年度計画》
- 開発した配列－構造相関データベースを利用したあらゆるタンパク質分子設計法を考案し、バイオ医薬の品質管理等に利用されている産業用タンパク質の安定化改変に適用する。引き続き免疫グロブリン G 等の凝集性を赤外分光系を利用して解析し、抗体医薬の品質管理工程の迅速鋭敏化に応用できるかを評価する。
- 分子プローブの局在性を詳細に検討し、得られた局在性に関する知見を元に、細胞膜に局在する分子プローブの設計・合成を行う。さらには、膜タンパク質の標識機能を有する分子プローブの設計・合成を検討すると同時に、分子プローブで標識したタンパク質の解析等に向けたナノ構造分子膜の構築に着手する。また、生きた細胞内のコレステロール動態に影響を与える生理活性物質の検証を行う。
- ジアシルグリセロールアシルトランスフェラーゼ (DGAT) 等のタンパク質を安定に保持する場の構築を目指して、脂質膜等を固定しうる基板修飾法の開発を行う。続いて、基板上に固定した脂質膜等およびタンパク質の諸物性を、分光学的手法で測定しうるシステムの開発を行う。
- 昨年度原理確認した電気化学発光検出法による高感度な測定手法につき、実試料（バイオマーカー）を用いる免疫測定系への適用をさらに進め、電気化学発光法を組み合わせた高感度免疫測定手法を確立する。センサー性能の要素技術として昨年度見いだしたポリエチレングリコール (PEG) 末端チオール分子による高度なタンパク質の非特異吸着抑制効果につき、今年度は核酸（含アプタマー）、抗原、抗体、その他生体分子類の非特異吸着抑制効果を実証する。顕微鏡観察、ナノ基板利用により、ナノ相分離膜構造がタンパク質の高感度認識に有効であることを実証する。
- 9～12 mer のオリゴヌクレオチド<sup>ド</sup>を構成する塩基の差を一塩基レベルで識別する際に、その配列も特定できる非ラベル電気化学 SNP 検出の可能性を調べる。また、オリゴヌクレオチドのメチル化率に関しては、より、長い配列（20 mer 以上）で、メチル化シトシンとシトシンの定量をめざす。また、フッ素などをドーブしたハイブリッド型のカーボン膜を電子サイクロ

トロン共鳴 (ECR) スパッタ法で作製し、その電極膜としての特性を把握する。

##### 【中期計画（参考）】

- 微量のタンパク質や微生物等の特性を高感度に評価できるようにするために、電気化学顕微鏡技術を活用して生体分子をフェムトグラムレベルで測定できるシステムを開発する。《平成20年度計画》
- 真空紫外光による有機シラン層の表面化学種の変化について調べ、それを利用したタンパク質の効率的な固定化方法について検討する。
- ヒト薬物代謝酵素の活性を損なわずに電極界面上に固定化するコーティング法と、反応系を開発する。さらに、酵素を固定化した電極システムを用いて、実際の薬物の代謝活性を電気化学的に高感度に計測する。
- 細胞膜動態を評価する電気化学顕微鏡システムを開発する。このシステムを用いて低温下における細胞膜の安定性を調べ、さらに細胞保護機能を有する物質の作用機序を解明する。

#### 4-(3) 遺伝子組み換え植物を利用した物質生産プロセスの開発

遺伝子組換え植物を物質生産に利用するため、植物における物質代謝を制御する遺伝子の機能を解明して、これらの遺伝子を改変した組換え植物を物質生産に利用する技術を開発する。また、植物型糖鎖の合成を抑制した遺伝子組み換え植物を作成することにより、ヒト型糖鎖などをもつタンパク質を遺伝子組み換え植物で生産する技術を開発する。

##### 4-(3)-① 有用植物遺伝子の開発と機能解明

##### 【中期計画（参考）】

- 物質生産を効率的に行える改変植物を作成するために、モデル植物であるシロイヌナズナの転写因子の過剰発現変異体を網羅的に作成し、遺伝子発現を制御している転写因子の機能を解析する。《平成20年度計画》
- 形質転換植物において、バイオマス生産制御など物質生産プロセス制御と関連する形質変化が見られた転写因子遺伝子について、形質変化の有用性、重要性の検討と作用機能の解析を行う。バイオマス生産性制御への有用性が見出された転写因子遺伝子について、光合成能への影響など有用機能の発現機構の解析を進め、実用植物への適用の可能性について検討する。【中期計画（参考）】
- モデル植物であるシロイヌナズナの約200個の転写因子遺伝子に対するキメラリプレッサーを導入した植物体を作成して、その機能の解析に基づいて物質生産を効率的に行える改変植物を作成する。《平成20年度計画》
- 産総研で開発した新規な遺伝子サイレンシング法であるキメラリプレッサーを用いた遺伝子発現抑制システ

ムを用いて、

- 1) 閉鎖型栽培施設に適した形質を有するタバコ植物の作出を進める。
- 2) 遺伝子破壊株や変異体では見いだせない環境ストレス耐性形質等、新たな有用形質を付与する遺伝子の探索研究を、モデル植物であるシロイヌナズナを用いて行う。同時に、植物が生産する有用物質の代謝に関わる転写因子群の同定を目指し、産業上有益な植物を提案すると同時にその基盤モデルを構築する。

#### 4-(3)-② 遺伝子改変植物の作成と利用

##### 【中期計画（参考）】

- ・独自に開発した遺伝子導入手法を用いて作成した遺伝子組換え植物を利用して、多品種のタンパク質を生産する技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・1) 閉鎖型遺伝子組換え植物工場施設でイヌインターフェロンイチゴの水耕栽培から無菌凍結乾燥粉末までの工程を一貫して行い、医薬品原材料の生産性・コストの検証を行う。また、キシロース修飾に関与する遺伝子群をタバコ・シロイヌナズナ等から単離・構造決定し、RNAi もしくは virus induced gene silencing の手法を用い、遺伝子組換え植物における50%以上のキシロース修飾抑制技術の開発を行う。
- 2) イチゴ DNA ウイルスプロモーターを用いて牛乳由来機能性タンパク質遺伝子をイチゴ果実において高発現する組換えイチゴの作出・発現解析を行い、当該プロモーターの有用性を実証する。

#### 4-(4) 天然物由来の機能性食品素材の開発

健康食品に利用するため、多様な天然物を探索して高血圧や糖尿病に対する予防効果や健康維持機能をもつ食品素材及び冷凍による食品等の品質低下を防ぐ効果をもつ食品素材を開発する。

#### 4-(4)-① 機能性食品素材の開発と機能解明

##### 【中期計画（参考）】

- ・亜熱帯植物の抽出物や海洋生物の抽出物の中から生活習慣病予防に効果のある新規機能性物質を探索して、その機能を解明する。

##### 《平成20年度計画》

- ・生活習慣病に関わるアディポサイトカインの産生調節における、フェルラ酸フェネチルアミド等の合成、及び天然フェノール性化合物と高度不飽和脂肪酸の複合作用を定量的に解析する。食用植物のアディポサイトカイン産生増強・抑制作用物質についてその活性強化法を調べる。
- ・組換えイソプリメバロース合成酵素、あるいは組換え大腸菌を利用したオリゴ糖の簡便な大量生産系を構築する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・皮膚の老化防止や高血圧の予防効果などが期待される、ペプチド、ポリフェノール、スフィンゴ脂質等の機能

解明と製造技術の開発を進め、機能性食品としての実用化研究を行う。

##### 《平成20年度計画》

- ・皮膚メラノサイトやヒト皮膚3次元モデルを用いて、メラニン合成を抑制する新規物質を探索するとともに、そのメカニズムを解析する。
- ・抗真菌作用等を有する脂質スフィンゴファンジン E、F の合成を完了させる。また、立体異性体等の新規アナログの合成を検討する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・天然物から不凍タンパク質を探索して、その構造の機能の解明に基づいて品質の良い冷凍食品の生産に利用する。

##### 《平成20年度計画》

- ・魚肉すり身に含まれる複数の不凍タンパク質（AFP）のアイソフォームについて遺伝子発現系を構築し、それらの混合物と単一アイソフォームの間の性能の違いを解明する。氷結晶結合および細胞保護に関与する AFP アイソフォームの種類を明らかにする。基板表面に最も強い凍結促進能力をもたらす AFP アイソフォームを明らかにすることで、安定した性能をもつ凍結促進材料を開発する。また最も優れた性能を発揮する AFP アイソフォームを用いた細胞保存液の開発をおこなう。

#### 5. 医療機器開発の実用化促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備

新しい医療機器の実用化には薬事法上の審査を経る必要がある。このため審査を円滑化する技術評価ガイドラインの策定が求められている。そこで、新しい医療機器の研究開発を通じてガイドラインの策定を支援する。また、福祉に関連した製品の規格体系の整備に資する研究開発を実施する。さらに、技術融合による先端的なバイオテクノロジー関連計測技術を開発するとともにその標準化を進める。

#### 5-(1) 医療機器開発の促進と高齢社会に対応した知的基盤の整備

安全・安心な生活及び安全な治療を実現するためのガイドライン作りや規格の作成に資する研究を実施する。そのため、医療機器及び組織再生の評価に関する基盤研究を実施し、医療機器や再生医療の技術ガイドライン策定に貢献する。また、高齢者・障害者に配慮した設計指針の規格制定について、感覚・動作運動・認知分野を中心とした研究開発を実施し関連規格の体系的な整備に貢献する。

#### 5-(1)-① 医療機器の評価基盤整備

##### 【中期計画（参考）】

- ・医療機器の安全性や有効性の評価技術等に関する基盤研究を実施し、医療機器の標準化及び医療機器技術ガイドラインの策定に貢献する。

##### 《平成20年度計画》

- 再生医療などの次世代の医療機器の開発および薬事承認の迅速化を目的に、医療機器ガイドラインを策定する。また、生体親和性インプラントや DNA チップなどに関して、試験方法（安全性、性能）や基準物質など標準化を推進する。

【中期計画（参考）】

- 骨等の組織再生における評価技術に関する基盤研究を実施し、再生医療関係の技術評価に関するガイドラインの策定に貢献する。

《平成20年度計画》

- 再生医療の標準化に貢献するため、骨再生医療に係わる骨基質定量装置の開発を企業とともにおこなうとともに、ヒト細胞を用いての検証をおこなう。

5-(1)-② 高齢社会に対応した国際・国内規格化の推進

【中期計画（参考）】

- 高齢者・障害者配慮の設計技術指針に関連した国際規格制定のために国際的な委員会活動において主導的な役割を果たす。さらに、人間の加齢特性の計測・解析に基づき、感覚・動作運動及び認知の各分野を中心に5件以上の国際的な規格案の提案を行い、この制定に向けた活動を行う。また、我が国の工業標準活動に貢献する観点から、関連する国内規格制定のための活動を行う。

《平成20年度計画》

- 開発したロービジョン用文字サイズ実験装置を用いて、ロービジョンの被験者による文字判読実験を行い、30名以上のデータを収集する。さらに、可読文字サイズに関する ISO 規格原案を予備新規課題として登録する。
- 基準聴覚特性データベースを作成し、それに基づいて年齢別聴覚閾値分布に関する国際規格原案を提案する。さらに、音声の音圧に関する規格原案を予備新規課題として提案する。
- 映像中のリスク区間とリスク度を推定するシステムの開発を目指して、複合的影響要因のモデルの精度を上げるため、視覚運動要因に加え視聴環境条件による影響の組み込みを行う。そこで、視聴環境条件による生体影響のデータベース化を図るため、さらに生体影響計測を100名規模で実施する。

5-(2) バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した計測・解析機器の開発

研究開発を加速し新産業の創出を促すため、バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーの融合により新たな分析・解析技術を開発する。また、これらの技術を用いて分子・細胞の情報を迅速かつ網羅的に計測・解析し、バイオ産業の基盤整備に貢献する。

5-(2)-① バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した先端的計測・解析システムの開発

【中期計画（参考）】

- 臨床現場や野外で生体分子を精度良く迅速に計測・解

析するために、バイオテクノロジーと情報技術及びナノテクノロジーを融合してタンパク質を短時間で簡便に分離分析できるチップと有害タンパク質等を検出できるセンシング法を確立する。

《平成20年度計画》

- タンパク質を分離分析するチップの開発では、民間企業との共同研究により、全自動二次元電気泳動システムの製品出荷に対応した研究開発を行う。また、このシステムとウエスタンブロッティング装置を組み合わせたパーソナルプロテインチップシステムの製品化を目指す。
- 実剤の猛毒リシンを用いて、独自に開発した携帯型リシン検知装置のデータ収集を行ない、本装置の最適化を図る。

【中期計画（参考）】

- 機能性高分子材料を利用した選択的な細胞接着・脱着制御技術を確立し、それを組み込んだセルマニピュレーションチップを開発する。

《平成20年度計画》

- 薬物毒性の1.5次スクリーニングと制がん剤の効能のオンサイトスクリーニングを可能とする細胞アレイチップの製品化を目指す。

【中期計画（参考）】

- レーザーによる生体高分子イオン化ならびに光解離を利用した高分解能質量分析と微量試料採取を融合した生体分子の網羅的計測・解析システムを開発し、細胞モデルを構築する。

《平成20年度計画》

- （平成18年度までに終了）

【中期計画（参考）】

- 生体分子を観察する新しい技術として、極低温電子顕微鏡による生体分子の動的機能構造の解析システムを開発する。

《平成20年度計画》

- 膜タンパク質の構造と機能を関係づけるため、電子線結晶構造解析を進める。以前に結晶構造が得られた、毒物の代謝などに関連するグルタチオントランスフェラーゼについて、それと相同性がある炎症などに関連する膜タンパク質についても結晶構造解析を行い、ファミリーの構造と機能の関連を明らかにする。単粒子解析については、昨年の実績をふまえて、高分解能解析のための技術改良を行う。

【中期計画（参考）】

- 膜タンパク質等について、NMR により不均一超分子複合体の分子間相互作用の解析データを取得するとともに、X 線立体構造解析データを取得する。これらの動的情報と立体構造情報をコンピュータ上で統合して膜タンパク質のダイナミズムを扱える計算システムを構築する。

《平成20年度計画》

- ・ヒストンシヤペロン群と他のクロマチン因子の複合体の構造解析、機能解析を更にすすめる。特に、高分子量の複合体型ヒストンシヤペロンの構造解析を成功させるため、これらの因子の大量発現、精製系を確立し、その後の結晶化、構造解析、機能解析の基盤を作る。また、神経内分泌系でのホルモンの合成・分泌の制御に重要な役割を担っていると考えられる D-アスパラギン酸の分解に関与する D-アスパラギン酸酸化酵素等の構造、機能解析を進める。
- ・血液凝固に関連する受容体等を題材に、タンパク質-タンパク質相互作用を阻害する低分子化合物の NMR 構造解析・相互作用解析を進め、阻害メカニズムを明らかにする。その中でタンパク質-リガンド複合体の相互作用解析のための NMR 測定手法の確立を行い、創薬デザインに活用できる構造情報の取得を目指す。
- ・マルチカノニカルMDを用いた *ab-initio* な複合体の構造予測法と、FillingPotential 法を改良した高速な結合エネルギー算出法を改良し、タンパク質の動的性質を反映した薬物ドッキング・スクリーニングの応用手法を開発するとともに、Maximum volume overlap 法を組み合わせて用いる新たな非ペプチド性化合物探索手法を開発し、低分子薬物候補の溶解度が精度良く推定できる仕組みやデータベース等を整備する。

5-(3) 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献  
バイオテクノロジーの共通基盤である生体分子の計測技術を SI 単位系に基づいて整理し、計測法の標準化に貢献する。またタンパク質等の生体分子の標準品の作成技術を開発する。

5-(3)-① 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献

【中期計画（参考）】

- ・バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製する。また、臨床検査などで検査対象となっているタンパク質について高純度の標準品を作製する。

《平成20年度計画》

- ・臨床検査対象または疾患マーカーとなっているタンパク質（VEGF など）を標準タンパク質として作製するため、その大量生成系を構築する。またこれらのタンパク質の純度測定のため、高精度、高選択的な測定ツールの開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・バイオテクノロジー関連の SI トレーサブルな測定技術を整理して標準化のための課題を明らかにする。また、新規 DNA 計測手法について国際標準制定に貢献する。

《平成20年度計画》

- ・前年度に合成した、室温大気下で長期に保存できる抗酸化型安定タンパク質の、抗酸化性および構造安定性

を評価する。

- ・作成した標準 DNA を認証標準物質として頒布すると共に、他の DNA 認証標準物質の整備に着手する。また、定量のための標準 RNA を認証標準物質として頒布できるよう技術的基盤を整備する。また、引き続き DNA 計測手法の国際標準制定について貢献する。

5-(4) 環境中微生物等の高精度・高感度モニタリング技術の開発

遺伝子組換え生物（GMO）の利用促進のため、特定の遺伝子や微生物の高精度・高感度モニタリング技術を開発する。これらの技術を環境微生物等の解析に活用して生活環境中の有害物質の評価や管理に役立てる。

5-(4)-① バイオ環境評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・組換え微生物等の特定微生物や環境微生物の固有の遺伝子配列を利用して、これらを高感度かつ高精度に定量して解析する技術を開発する。また、この技術により環境微生物の動態を解析して、組換え微生物等の環境における安全性評価の技術基盤を整備する。

《平成20年度計画》

- ・組換え微生物等の環境における安全性を評価するための技術基盤を整備するため、その挙動を追跡する手法のマニュアル化をさらに進める。リボソーム RNA を標的とした特定微生物検出手法の適用拡大を図るため、各種微生物のリボソーム RNA 標準の整備に着手する。また、簡便かつ高感度な特定遺伝子定量手法である、エンドポイント定量法の実用化を目的として、この手法のハイスループット化を検討する。

- ・環境調和型高分子素材の高機能化を図るため、高純度原料の高効率生産技術と新規高分子の重合技術を開発する。また、放線菌や加水分解酵素を利用して、プラスチック・ゴム製品および木粉などのバイオマスの生分解性評価および処理・利用に関する新規技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・DNA チップ及びプロテインチップ等を利用することにより、バイオテクノロジーを利用した環境の安全性評価システムを開発する。

《平成20年度計画》

- ・DNA チップ法の標準化とその化学物質評価法への利用を進めることにより、環境試料や天然物中のシグナル分子活性をもつ化学物質の評価のための環境安全評価システムを改良する。また、環境サンプルとして重油及びその微生物分解産物を解析することにより、環境安全評価システムの更なる改良と高度利用を進める。また、平成19年度に見出した天然資源が有する生活習慣病の治癒効果を説明する分子機構の解明を進める。

5-(4)-② 生活環境管理技術の開発

【中期計画（参考）】



- ・水や大気等の媒質中に存在する微量でも健康リスク要因となる物質や微生物などを除去・無害化する技術の開発及び生物学的手法と吸着法を併用した浄化システムを開発する。

《平成20年度計画》

- ・生活環境中の健康リスク因子の除去・無害化技術に関して、以下の研究を実施する。
- 1) イオン半径の大きいオキソ酸イオンを選択的に分離できる新規イオン交換体の設計を進める。硝酸イオン分離用繊維成形体による原水からの硝酸イオン吸着性を実証する。有害有機物捕捉・無害化剤の開発のため、炭素薄層とチタニアからなる新規光触媒複合体の構造最適化を行い、その実証試験も試みる。
  - 2) 水系で抗菌性の発現期間を制御するため、抗菌性銀錯体担持層状化合物の層間あるいは表面に鎖長の異なるアルキル基を有するイオンで修飾し、銀錯体の溶出性に及ぼす効果を調べる。微生物特異性と無害化機能を併せもつ新規ナノカーボン複合体の設計のため、ナノカーボンの種々媒質中での分散化法、およびその光応答特性を基礎的に調べる
  - 3) 海水中の窒素、リン等の効率的な生物学的除去のため、実際の魚類養殖実験により求めた高栄養塩含有海水を用いて、海藻による海水中の窒素、リンの濃度低減能力を評価する。海藻粗抽出液からの有用成分の分離回収率の再現性を評価する。

## II. 知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスを創出する研究開発

知的生活を安全かつ安心して送るための高度情報サービスを創出するには、意味内容に基づく情報処理により知的活動を向上させる情報サービスを提供する技術、情報機器を活用して生活の質を高める生活創造型サービスを提供する技術及び、情報化社会における安全かつ安心な生活を支える信頼性の高い情報基盤技術が必要である。これらの技術により、ネットワーク上の大量のデジタル情報などの意味をコンピュータが取り扱えるようにし、利用者ニーズに適合した情報サービスを提供して人間の知的生産性を向上させるとともに、ロボット及び情報家電の統合的利用により、人間が社会生活を送る上で必要な情報サービスを提供して生活の質を向上させる。さらに、情報のセキュリティやソフトウェアの信頼性を向上させ、提供される情報サービスを安全かつ安心して利用できる情報基盤を構築する。また、新たな情報技術の創出に向けた先端的情報通信エレクトロニクス技術の開発を行い、革新的情報サービス産業の創出に貢献する。

### 1. 知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスの創出

情報化社会において人間の知的活動を飛躍的に高度化するためには、すでにネットワーク上などに存在す

る大量のデジタル情報を効率的に利用することに加えて、デジタル情報化されていない人間社会のデータをデジタル情報として蓄積し、新たな情報資源として活用することが必要である。このために、利用者毎に異なる多様な情報ニーズに対して、蓄積された情報及び情報ニーズの意味内容をコンピュータが理解し、的確な情報提供ができるよう知的活動支援技術を開発する。また、地球規模で蓄積されているソフトウェアを含む膨大なコンピュータ資源を容易に利用できるようグローバルな意味情報サービスを提供する技術を開発する。さらに、人間生活に関わる情報のデジタル化を行い、人間の行動や社会活動の支援など、多様なニーズに応える情報サービスを提供する技術を開発する。

#### 1-(1) 意味内容に基づく情報処理を用いた知的活動支援技術の開発

人間に分かりやすく有用なサービスを即座に提供するためには、大量のデジタル情報の意味を理解して体系的に扱う技術と、それをユビキタスに提供する技術の開発が必要である。このために、身の回りに存在する物やシステム等の役割や機能等を体系的に構造化して記述することにより、意味を含めたデジタル情報として取り扱う技術を開発するとともに、人間の位置や行動パターンに適応した情報を提供するユビキタス情報サービス技術を開発する。

#### 1-(1)-① 知的生産性を高めるユビキタス情報支援技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・デジタル情報その意味内容に基づいて構造化して利用するプラットフォームを構築する。その上で、ニーズに合致した総合的な情報として提供し、知識の検索、人間の位置や嗜好に応じたサービスなど、人間の思考や行動を支援する技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・昨年度までに開発した無線センサーネットのデバイス・組込ソフトウェアのプラットフォームを洗練させ、実社会の公共空間における設置・管理がより簡単となるようなシステムの拡張を実現する。無線センサーネットを用いた携帯情報端末上での人のナビゲーションシステムを構築する。
- ・生活や業務の意味に基づいて映像や文書やサービスを利用者自らが創造し共有する技術の研究開発を進め、企業等の外部機関との連携によりその事業化を進めつつ、医療、健康、コンテンツ、オフィス業務等に関するサービスにこの技術を応用する方法を探る。
- ・宅内でのユーザ行動モデルを広範に定義し、具体的な機器・サービスと連動した情報支援システムの試作と評価を行う。また音響センサや映像センサを活用し、情報機器の関与しない家事行為に対する情報支援のあり方について検討を行う。
- ・仮想生物構築共有環境を発展させ、ユーザがより多様

なモデルを作成できるよう改良する。ブラウザの挙動をネット上の共有知を用いて改善する仕組みを研究する。安全性と利便性の双方に配慮しつつ、現実の脅威に対抗しうる新しい認証手法の開発を行う。またこれまでに開発した認証手法の実証実験と認知度向上を目指した Web サービスを実現を試みる。

- ・さらに信頼性の高いサービスの提供をめざし、関数型及び論理型プログラムのユビキタス情報処理への応用を企図した理論研究を行う。
- 1) 関数型プログラムとしては、古典論理の証明図をプログラムと見る立場に立ち、プログラム実行の制御（典型的にはエラー処理など）を実現する数学的な枠組みを導入する。さらに型変数を導入した上でもプログラムの実行は必ず停止し、その答は唯一であることが証明できることを示す。この技術により、大量の意味情報を正確に扱うプラットフォームの実現を目指す。
- 2) 論理プログラムとして、デフォルト否定を含む論理プログラムに対する意味論の枠組みを構築し、人間の思考を支援するプラットフォームの実現を目指す。具体的には、これまでの研究成果をデフォルト否定を含む論理プログラムに発展させるために、デフォルト否定を含むセマンティクスを統一的に比較するための枠組を提案し、その枠組に基づいて代表的なセマンティクスの共通点と相違点を明らかにする。
- ・平成19年度に構築した PLC (Power Line Communication ;電力線通信) を中心としたユビキタスセンサーネットワークの基盤技術や適応型システム技術を、異常サーベイランスをはじめとする具体的なセンサーニーズを持つ企業との連携を深めることによって更に高める。セキュリティについては情報家電向けを強化し、データ圧縮については救急車遠隔画像取得システムを通じて実用化を進める。HLAC (高次局所自己相関特徴) については、また平成19年度に引き続きデータ圧縮への応用を進めるとともに、新たに医療応用への展開を図る。
- 1-(2) グローバルな意味情報サービスを実現する技術の開発

意味内容に基づく情報処理プラットフォームをネットワーク上に分散したコンピュータで利用することにより、世界規模の大量のデータを意味構造に基づいて統合的に運用する技術等を開発する。また、意味情報サービスを提供する応用ソフトウェアの開発、運用を世界中の開発者が連携して安定的に行うための基盤技術を開発する。

- 1-(2)-① 世界中に意味情報サービスを安定して提供するグローバル情報技術の開発

#### 【中期計画 (参考)】

- ・意味情報サービスをグローバルに展開し、普及するためのソフトウェアのオープン化技術を開発するとともに、その自律的発展を実現するための各国で共通利用

可能な各種ツール及びソフトウェアの開発、検査、改良、運用を世界中の開発者と連携して安定的に行うためのソフトウェア開発運用支援技術を開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・言語化情報技術の研究では、GNU/Linux 上の C 言語で実装した多言語ライブラリ m17n-lib/C を C#環境に移植し、多言語ライブラリの機能を C#環境に適合させた m17n-lib/C# の開発を継続する。Windows 系および GNOME 系の両方の C#環境での実装を行なう事で、統合的な多言語アーキテクチャの方向性を探る。また多言語ライブラリデータベースの XML 化環境の開発を継続する。
- ・ソフトウェア開発運用支援技術の研究では、平成19年度までに開発したシステム運用情報活用システムの適用対象の拡大を図る。パッケージ管理システム「RPM」を利用しない Linux も管理対象とするようにする。また、このシステムと他のシステムとの疎結合による連携を可能にするため、Web サービス化を図る。
- ・ソフトウェアの開発と関連知識の集積と活用のツールを研究し、大規模かつ多様な環境にその利用を展開する。同時に、携帯端末などのリソースが限定された環境も利用者の実行環境の対象とできるよう、拡張する。このために、基盤となるソフトウェア、知識集積ツール、可視化ツールについて、スケーラビリティの改善、多言語対応の改善を行う。自由ソフトウェア活動の実践を継続し、一層のプラクティスの普及を目指す。
- ・平成19年度に開発したインターネットでの OS 配信技術に対して、セキュリティ強化および高信頼コンピューティング技術の開発を行う。仮想化技術 (Xen および KVM) をベースとした障害検出 (ViProbes) や OS の動作チェック (Platform Trust Services) などの技術と OS 配信技術を組合せ、ユーザが安心して使える OS 基盤の整備を行う。これらの開発技術をデスクトップから組込みまでサポートできるディペンダブルな技術にする。同時に企業や海外の研究機関と連携して、オープンソースの普及に努める。
- ・対デバッガ・エミュレーション対策が施された有害プログラムに対しても、振る舞いの自動解析が行えるような有害プログラム検知ツールの改良を行うとともに、有害プログラムの自動分類機能を実現する。また、ソースコード解析ツールの応用として、音声・映像ライブログデータの検索や分類を自動化するシステムの開発を、前年度に開発したプロトタイプをもとに行う。
- 1-(2)-② 広域分散・並列処理によるグリッド技術の開発

#### 【中期計画 (参考)】

- ・地球規模で分散して存在する大量の情報や計算資源を有効に利用した高度情報サービスの基盤システムを構築するために、コンピューティング技術と通信ネット

ワーク技術を融合して、情報資源が分散していることを利用者が意識することなく利用するためのソフトウェアコンポーネント、また利用者間で協調して情報処理を行うためのソフトウェアコンポーネント等を開発する。さらに、科学や工学分野あるいは社会における具体的な利用技術をこれらの基盤システム上で開発し、開発した技術の国際標準化を目指す。

《平成20年度計画》

- ・地球科学の応用コミュニティの要求を題材とし、それに応じて、計算機利用やデータベースアクセスなどの必要なサービスを動的に組み合わせる。仮想組織を構成し、ユーザに研究環境を提供するミドルウェアの研究開発を行う。開発したミドルウェアを用いて、実際の衛星データやデータ処理アプリケーションを統合した研究環境を構築し、地球科学の研究コミュニティの研究環境として実用化することにより、ミドルウェアの妥当性、実用性を実証する。
- ・ユーティリティサービスの市場立ち上げのため、ベンチャー企業を設立し、当該企業によるサービス提供を通してグリッド技術および GridASP の普及を促進する。また、当該企業との共同研究として、ビジネススキームおよび効率的な計算機運用方法を開発することにより、市場立ち上げと普及促進を加速する。
- ・産総研スーパークラスと筑波大学のスーパーコンピュータ T2K との相互利用を行うためのソフトウェアを開発し、実アプリケーションを用いた長時間実験により、その有効性を検証する。
- ・データセンターにおける稼働リソースの集約や、障害発生時のリソースの代替えなどを想定し、稼働中のジョブの移動を実現する「仮想計算機システム」、仮想計算機システムを構築する「仮想クラス構築システム」、およびリソースの割り当てを行うスケジューラの「運用決定モジュール」のプロトタイプ実装を開発し、それらの予備評価を行う。

### 1-(3) 人間に関わる情報のデジタル化とその活用技術の開発

人間社会のデータをデジタル情報として蓄積し、新たな情報資源として活用するためには、人間そのものをデジタル情報化する技術と、人間が生活する上で遭遇する様々な情報をデジタル情報化する技術が必要である。そのために、人間の身体機能や行動を計測してデジタル情報化を行い、ソフトウェアから利用可能な人間のコンピュータモデルを構築するとともに、それを活用した応用システムを開発する。また、人間を取り巻く大量の情報を観測、蓄積及び認識して情報資源化し、それに基づいて分析及び予測を行うことにより、過去から未来へ繋がる人間の行動や社会の活動を支援する情報技術を開発する。

#### 1-(3)-① 人間中心システムのためのデジタルヒューマン技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・人間機能を計測してモデル化し、人間特性データベースとして蓄積するとともに、それをもとにコンピュータ上で人間機能を模擬するソフトウェアを開発する。このために、人間の形状、運動、生理、感覚及び感性特性を自然な活動を妨げずに計測する技術を開発し、それを用いて年齢等の異なる1,000例以上の被験者の人体形状を mm 級の精度で計測し、個人差などを表現できる計算モデルを開発する。さらに、これらの技術を機器の人間適合設計、製品の事前評価、映像化及び電子商取引などに応用する。

《平成20年度計画》

- ・健康サービスとファッションサービスを出口として、実社会において持続的・継続的に人体形状データを蓄積するための技術（統合検索技術、データ品質管理手法、個人適合商品の推奨技術）を開発し、独自の人体形状データベース（H19現在：寸法データ800人、H20：形状データ400人追加）を整備する。また、統合検索技術の XML スキーマ、データ品質管理手法を国際的標準技術とするための標準化活動を行う。
  - ・人間機能モデルを人間中心設計に役立てる実証例として、企業との共同研究を通じて具体的製品開発に人間機能モデルを適用する。シューズ、スポーツウェア、自動車ステアリング、パッケージ、複合印刷機などの開発を通じ、デジタルヒューマン技術の産業界への普及を図る。
  - ・全身デジタルマネキン技術「Dhaiba」の開発を進める。独自開発した全身形状モデルの統計処理技術を「Dhaiba」と統合し、平均体形のみならずさまざまな体形の仮想人間を生成し、その運動を可視化できるソフトウェアを開発する（現在は平均体形のみ）。また、モーションキャプチャデータベース（現在10動作、新たに100動作）を整備し、3つ以上の設計寸法を同時に考慮して動作を生成する技術を開発し「Dhaiba」で可視化する。自動車メーカーなどとの共同研究を通じ、「Dhaiba」モジュールを企業の設計評価システムに組み込む。
  - ・全身デジタルマネキン技術「Dhaiba」のうち、詳細な手の機能モデルである「DhaibaHand」を開発する。母指だけの操作だけでなく手首まで含めた手全体の操作姿勢、両手操作姿勢の生成技術を開発する。また、従来、有限要素計算で6時間かかっていた指先変形を1分以内に計算する理論を新たに開発し、指先の変形による摩擦機能を迅速に評価するソフトウェアとして整備する。これらの有効性を、ステアリングスイッチ、パッケージなど具体的な事例研究を通じて実証する。
- 【中期計画（参考）】
- ・壁や天井などに取り付けた非接触型センサによって人間と機器の動きを数 cm の精度で計測するとともに、人間密着型のセンサによって、血圧や体温等の生理量

を計測することで、生理量と心理・行動の関係をモデル化し、起こりうる行動を発生確率付きで予測できる技術を開発する。これにより、高齢者や乳幼児の行動を見守るなどの人間行動に対応したサービスを実現する技術を開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・超音波ロケーションシステムの環境ノイズに対する頑健性を向上させる新しいアルゴリズムとそれを実現するハードウェアを試作する。行動データを活用した新しいサービスの具体的事例として、消費電力や行動を計測するためのセンサネットワークを開発し、日常行動と消費電力の関係を調査する。また、手術室内での医療従事者の行動モニタリングシステムにより医療従事者の行動データを蓄積する。
- ・乳幼児の行動を見守り事故を予防する研究として、実験室と屋外の観察システムを用いて、乳幼児行動データを蓄積する。また、実社会で起きた事故情報を継続的に蓄積する事故サーベイランスシステムに身体地図情報管理機能を追加する。このシステムを用いて1,000件以上の事故情報を蓄積する。事故事例数例について事故原因究明の研究を進める。事故データベース、行動データベースを用いて、身体部位・状況・事故の因果構造をモデル化し、事故データがない製品に発生しうる事故を確率的に予測再現する技術を新たに開発する。また、身体有限要素モデルを用いて事故時に身体内部に働く力を可視化する技術を新たに開発する。浴室内溺れ防止システムを試作する。
- ・人間の心理状態が生理信号や運動を介して表出されるメカニズムをモデル化する研究を行う。日常行動下でのストレス被爆とうつ症状を早期に発見する技術を開発する。日常行動の計測装置の試作、センサによる自律神経活動・音声・息づかい・行動データの収集を行い、ストレス被爆とうつ症状の定量的な評価手法を構築する。また、人間の運動・認知特性を活用したヒューマンエラーの対策技術として、産総研で開発した機器操作特性実験装置を用い、10名以上の運動特性と生理信号データを同時計測し、人間の制御特性モデルを構築する。さらに、危険予知に対する人間の認知特性モデルを開発し、建設現場での労働災害、オフィスワーク、医療過誤等を防止するための安全教育・管理教材を開発する。

#### 1-(3)-② 大量データから予測を行う時空間情報処理技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・人間が生活する実環境に多数配置されたセンサ等によって、音や映像等のデータを長時間にわたって多チャンネルで収集し、大規模な時空間情報データベースを構築するとともに、そこからデータの内容を意味的に表現したテキスト情報や3次元的な空間情報を自動的に抽出する技術を開発する。これによって得られた時

空間情報を、その意味内容に基づいて圧縮・再構成し表現する技術の開発を行うとともに、行動や作業を支援するシステムなどを開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・音響処理については、前年度開発した複数音源追跡アルゴリズムを用いて、公共空間におけるセキュリティシステムを開発する。具体的には、マイクロホンアレイを用い、非日常的な音の発生源の位置と属性を判定し、異常を検出するシステムを作成する。このシステムをビルなどの公共空間に設置し、検証実験を行う。画像処理については、顔方向検出アルゴリズムの実用性を更に向上させるために、個人差への対応を強化する。具体的には、複数人の映像データを用いて、顔方向推定モデルを個人適応させる学習アルゴリズムを開発する。カメラを小型化することで、より利便性が高く安価な収録デバイスを完成させ、学会などでの展示を通して利用者を広く募集し使ってもらうとともに、ソフトウェア等のユーザビリティ評価を行う。顔方向の検出結果を用いることで、より人間にとって理解しやすい会話の文脈に沿った映像編集方式を開発・評価する。
- ・ノイズロバスト音声認識技術に関して、小型化と処理の効率化をさらに進め、分散配置した多数の音声入力装置からの情報を統合する手法の研究を行う。また、音響的な異常検出や多様なセンサの統合など、実環境での音声応用に必要な技術の開発を行う。
- ・ステレオビジョン技術を核にした実時間実環境の時空間認識技術に関し、人の流れを常時センシングする新たな応用等を通してシステム化と理論的な要素技術研究を進め、成果の実用化と普及に努める。そのために、長時間にわたる3次元情報から得られる軌跡情報の時系列データの解析技術や、インテリジェント電動車いすにおけるセンサフュージョンによる性能向上に関する研究などを行う。
- ・断片的な画像情報から大規模コンテンツを創出するためのスナップショット収集技術と構造的特徴量による統合化技術として、画像検索システムの開発を行い、スナップショット収集を行うとともに、特徴量抽出を行う。これをもとに、統合モデルの構築、断片的情報によるモデルの検索等の機能について検討する。自由形状・柔軟物を対象とする視覚情報処理技術について、ロボット操作との相補的処理に関する実験を行う。また、基本的画像処理技術の開発について、特に3次元計測データからの認識処理および検索技術について調査と実験を行う。
- ・1) 実世界に密着したインタラクション技術に関して、装着型位置姿勢推定用小型無線装置を用いたプラント作業支援実証実験を実施する。屋内環境モデリング及び注釈生成のための対話ツールを開発し主観評価を実施する。

2) 市民芸術が創造されるワークショップの場において気軽に積極的に自己表現・協調創造活動を行うための直感的インタフェースを研究する。特に、参加者のおよその位置と向きを取得する技術およびワークショップを振り返るための可視化・構造化システムを構築し、実践に基づいて改良する。

## 2. ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスの創出

個々の生活状況に応じた情報サービスを提供して、生活の質（Quality of Life、QoL）を飛躍的に向上させるために、人間活動を代行、支援及び拡張する生活創造型サービスを実現する。そのために、人間を中心としてロボットと情報家電を有機的かつ協調的に機能させ、統合的で創造的な生活空間の実現を目指し、人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術、人間と情報家電の双方向インタラクションを支援するインタフェース技術及びこれらを構成するハードウェアを高機能化、低消費電力化するデバイス技術を開発する。

### 2-(1) 人間と物理的・心理的に共存・協調するロボット技術の開発

人間と共存・協調して、人間の活動を支援するロボットを実現するために、人間と空間を共有しつつ、人間の行動や状態に適応、協調して機能するロボット技術を開発する。そのために、生活空間をロボット化する技術、人型（ヒューマノイド）ロボットの運動機能を人間と同程度に向上させる技術及び人間と情報を共有するために必要な視覚認識技術を開発する。

#### 2-(1)-① 屋内外で活動できる社会浸透型ロボット技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・ロボットの行う複雑な作業を構成する要素機能を共通仕様に基づいてモジュール化し、異なるロボットシステムで利用可能にする。また、開発したモジュールを生活空間に分散配置して、それらが人も含めて有機的に協調して機能する技術を構築し、生活支援型ロボットシステムのプロトタイプを開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・モジュール化されたロボット機能要素を統合するロボット用ソフトウェア開発環境の研究開発として、ロボット知能ソフトウェアプラットフォーム及び検証用知能モジュールのプロトタイプを開発する。物体操作の技術基盤となる汎用的な把持機能の実現に向けて、視覚のセンシングと把持のマニピュレーションを統合したシステムを検討する。物体操作のための環境構造ユニバーサルデザインの研究開発を行い、神奈川県での実証空間において、在宅介護を題材とした成果実証を行う。RT ミドルウェアの研究開発に関しては、国際的なソフトウェア標準化団体 OMG で発行されたコンポーネントモデル標準仕様（RTC1.0）に準拠する

実装である OpenRTM-aist-1.0 をリリースする。

- ・ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャに基づいて3種のプロトタイプロボットの研究開発を実施する。
- 1) 物流支援ロボットについては、企業が試作する AGV（Automatic Guided Vehicle）を用いて、実証空間において、前年度まで構築したセンサシステム、シミュレータシステムを実証する。
- 2) 対人サービスロボットについては、昨年度開発した機能検証アームの騒音などの問題点を改良して評価実験用の最終プロトタイプアームを開発するとともに、病院施設内でのユーザによる操作の評価実験を行う。
- 3) ヒューマノイドロボットに関しては、脚モジュール（HRP-4L）を用いて、モーションキャプチャデータに基づく人間に近い歩行を実現する。脚モジュールの成果、および人間の運動データ解析をもとに上半身をもつ全身モデル（HRP-4）を設計・開発する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・ロボットシステムを人間の生活空間に安全に導入するために、利用者や周辺の人間の行動を実時間でモニタリングする技術及び類似状況における過去の事故事例等からのリスクアセスメントを効率的に行う手法を開発し、それらをロボット要素モジュールとして利用可能にする。

##### 《平成20年度計画》

- ・ロボット安全管理の技術概念に基づくソフトウェアを開発する。国際安全規格の安全カテゴリー3の1 ms 光通信位置認識システムを実際の生産環境に適用し、最適化して実用化に近づける。UML（Unified Modeling Language）を使用して、より一般の安全概念を表現する。知能化福祉機器の周辺環境及び人への衝突回避を実現するため、外界センサを用いた人間行動モニタリング機能を当該機器に実装する。高齢者の転落検知について、着目する身体部位に応じた分布力覚情報を利用した転落検知手法を構築する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・ロボットの自律的な探索により環境や地形に関する情報収集や異状発見を行う技術及び複数のロボットを協調動作させることによって、より広範囲な状況の認識を行う技術を開発する。これらの技術を用いて、環境を改変して有効に利用する方法を開発し、自律作業ロボットによる100 m<sup>3</sup>程度の砂利堆積の移動や再配置等の実証実験を行う。

##### 《平成20年度計画》

- ・1) 複数台のロボット協調による情報収集システム構築のため、無線ネットワークの形成、アドホックネットワークによる情報の伝送、ロボット間同期、環境認識、自律移動手法等の検討・評価を行う。
- 2) センサネットワークロボットの信頼性向上のため、駆動系、制御系、通信系の技術検討、機能試作、実地評価試験を行う。また、障害物・段差の自動認識と自

動乗越え機能を実現する。

3) 複数台のダンプ積み込みを行うために必要な技術として、作業の進行に伴って変化した環境に応じて作業を継続するための作業計画を生成し実行する方法の開発を行う。

4) 充電期間も含め継続して動作可能な屋外環境移動ロボットの実現を目指して、具体的に設定した環境のモデル構築手法、およびその更新手法を開発する。

#### 2-(1)-② 作業支援を行うヒューマノイドロボット技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- 人間の作業を代替し、人間と共存して働くために、人間の通常の生活空間内を自由に移動する機能と基本的な作業機能を開発する。具体的には、人間と同程度の速度での平面の歩行、滑り易い路面の歩行、移動経路の自律的な計画及びハードウェアの高度化によるIEC規格IP-52程度の防塵防滴処理並びに簡単な教示による指示通りの運搬等の機能を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- 屋外の歩道上を安定に歩行するための不整地歩行制御技術、踏破した路面の形状データを再利用するためのマップ生成技術を開発する。また、運搬等の作業に必要な多指ハンドの把握計画を確立し、実験により有効性を検証する。持ち替えを含む搬送作業の実現、能動観測による行動環境情報の獲得とそれに基づく自己位置推定技術の確立、建物ドアの開閉技術の確立、計画外の状況が発生した際に自律的に新たな作業の教示を求めるメカニズムの確立を目指す。

##### 【中期計画（参考）】

- ヒューマノイドロボットの安全性と可用性を人間と共存できる程度に高めるために、コンピュータ上に構成した人間型構造モデルで人間の動きを合成する技術、人間の運動機能を規範としてロボット全身運動を生成する技術及びロボットが人間を認識し、人間と対話することで協調的に作業するロボット技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ヒューマノイドの凹凸路面における歩行性能向上のため、オンラインで直前に路面形状を計測し、足の運びを探索的に決定し、力学的安定な全身運動を生成するシステムの開発を行う。安定歩行運動生成のためにこれまで開発してきた短周期での歩行軌道生成・修正システムを改良し、高さ20 mm かつ接地面傾きにして5 deg 以内の計測誤差への対応を目標とする（平成19年度現在：高さ計測誤差は5 mm まで対応、傾き計測誤差には未対応）。
- 床や壁などの平面検出だけでなく、人物や人物の移動状況も検出して地図を生成する3次元地図作成技術について研究開発を行う。自律移動ロボットの移動技術を向上させ、屋内での運搬、案内サービスを実現する。その実証として、研究室や展示施設で実験を行い、安

全性やロバスト性の評価を行う。

#### 2-(1)-③ 環境に応じて行動ができるための高機能自律観測技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- 家庭内や屋外環境において人の作業を支援、代行するための共通機能として、人と同等以上の視覚的な認識、理解が可能な3次元視覚観測技術を開発する。この技術に基づき、3 K（きつい、汚い、危険な）作業の代行や医療現場の過失事故を防止する多種物体の自動認識技術、プライバシーを守りながら高齢者や入院患者の異常事態を検知する技術及び番犬や介助犬を代行するパーソナルロボット技術並びに広域環境のリアルタイム立体測量と危険地帯の監視や災害時の状況把握を可能にする自律観測技術等を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- 1) 自律観測技術の広範な利用を促進するため、任意形状の対象物に対し、多視点観測データを統合し3次元形状モデルを自動生成するための視覚機能を開発する。
- 2) 生活環境内を自由に移動する犬型パーソナルロボットを目指して、四脚機構と視覚機能を連動させ、階段昇降を行う機能を開発する。
- 3) 遠距離物体の正確な形状計測を行うため、移動パラメータを利用して3次元距離計測を高精度化する機能を開発する。

#### 2-(2) 情報家電と人間の双方向インタラクションを実現するインターフェース技術の開発

ユビキタスネットワークに接続された情報家電による多様な情報サービスの提供を実現するために、日常的な動作や言葉を用いて情報家電を容易に使いこなすための実感覚インターフェース技術、多くの機能を低消費電力で提供するシステムインテグレーション技術及び高機能でフレキシブルな入出力デバイス技術を開発する。

#### 2-(2)-① 実感覚ユーザインターフェース技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- 利用者の意図に応じて日常的な動作や言葉による対話的な操作を可能にするユーザインターフェース及び複雑な接続設定を必要とせず異なる規格間の機器連携を可能にするプラグアンドプレイ機能を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- 日用品や玩具、あるいはモバイル機器などに内蔵可能な組込みハードウェア上で、センサデータ解釈や音声認識から意味解析、ネットワーク処理までを行うことにより、ユーザの意図を行為の中で直接同定する技術の開発を行う。
- 音声による検索技術に関して、検索速度の向上や処理の効率化のための検索手法の改良と、応用対象の拡大のための研究を行う。また、音声によるハンズフリーの情報家電操作を想定し、音声以外のセンサからの情

報も利用して、ユーザの状況からユーザの意図を推定するインテリジェントな処理や、日常環境のような悪条件下においても対応可能なロバストな音声認識を実現するための研究開発を行う。

- 新たに10 G 光イーサを多数ポート備える新世代の基板を開発し、スーパーハイビジョン（表示8 K×4 K画素）を含めた超高精細映像処理装置の性能を更に向上させると共に、よりコンパクト化、低コスト化を行い、共同研究や技術開示などの形で商品化を推進する。また、色彩再現の基本技術開発として、被写体の光源情報から元の色に復元したり、様々な照明の下での見え方を提供することのできるシステムを、産総研（旧電総研）が JIS Z 8721の策定にあたり測定・提供したデータ（RIO-DB 15番）を利用して開発する。
- 組込み機器向けに、オブジェクト指向の通信プロトコルをハードウェア（FPGA）により加速する「ORBエンジン」の研究開発を行う。具体的には、業界標準の ORB プロトコルである CORBA の動作に必要な機能を FPGA 上に実装する。基本特許の出願を行う。設計した回路・ソフトウェアをザイリンクス社の設計ツール EDK 上の IP コアとして提供可能とし、組込み機器関連企業への技術移転を行う。

## 2-(2)-② システムインテグレーション技術の開発

### 【中期計画（参考）】

- 情報機器とユーザとのインターフェースデバイスあるいは情報機器とネットワークとのインターフェースデバイスの小型化、低消費電力化及び高機能化を両立させる技術を開発する。具体的には、自発光型平面ディスプレイに駆動回路等を内蔵させ、1,000 cd/m<sup>2</sup>以上の高輝度を低消費電力で実現するディスプレイ技術を開発する。また、多機能な集積回路チップを積層し、チップ間を50 Gbps 以上の超広帯域信号で伝送してより高度な機能を実現するシステムオンパッケージを作製するための3次元実装技術を開発する。

### 《平成20年度計画》

- 昨年度試作したフィールドエミッションディスプレイパネルの輝度特性を評価し、各画素の輝度信号保持回路へ入力する信号により、輝度がダイナミックに制御できることを実証する。試作機において平均輝度1,000 cd/m<sup>2</sup>以上を目指す。
- 多チャンネル伝送によりトータル伝送速度50 Gbps 以上を達成するためチップ間高速信号伝送可能な3次元実装技術の開発を進め、システムレベルでの展開を図る。

## 2-(2)-③ フレキシブル光デバイス技術の開発

### 【中期計画（参考）】

- 次世代のコビキタス情報社会に資するために、印刷塗布プロセス等により高機能かつフレキシブルな光デバイスを実現する。具体的には、新規な有機・高分子材料等を用いて、移動度0.5 cm<sup>2</sup>/Vs 以上で動作する p

型及び n 型トランジスタや外部量子効率10%以上で発光する高輝度発光素子を開発するとともに、有機・無機材料を用いた独自のプロセス技術による光回路素子を開発する。また、その高性能化や素子の一体化を促進することにより、モバイル情報端末への応用に向けたフレキシブルなディスプレイや光回路等を開発する。

### 《平成20年度計画》

- プリントブル・フレキシブル回路の形成技術として、無機化合物のインクを用いることにより、150℃以下の低温塗布により動作する無機半導体素子の製造技術を開発し、フレキシブルディスプレイへの展開可能性を検証する。また、プリントブル封止技術として、150℃以下の低温塗布により作製されるコンポジット封止膜を開発する。これらの結果を活かし、大画面ディスプレイの製造技術の開発、特に素子作製時等における素子損傷の影響等を解析し、長寿命、安定動作化の制御要因を解明する。
- 塗布可能な p および n 型有機半導体の開発と素子構造の最適化による電気特性の向上（移動度：0.3 cm<sup>2</sup>/Vs）を図るとともに、CMOS 素子の特性向上を行う。今年度は高分子化合物を用いた薄膜トランジスタにも取り組み、分子量分散（分子量のばらつき）と電気特性の関係を調べ、電荷移動度0.1 cm<sup>2</sup>/Vs を目指す。また、分子の配列・配向を制御することによって、薄膜トランジスタ素子や有機 EL 素子、光電変換素子などの高性能化を図るとともに、これらの有機デバイスの素子構造の最適化を図る。
- 空中3次元描画の表示性能の向上のために、光源、光学系の最適化を進めるとともに、制御系、コンテンツとの調整を図る。また、各種安全装置の設計、導入を行う。さらに、室内型3次元表示装置の開発のため、3次元スクリーンに適した材料の探索を行う。
- モバイル情報端末への応用に向けた高分子光回路の開発として以下の研究を行う。
  - 1) 真空スプレー法を用いて他の手法では作製困難な膜厚方向の構造を持つ有機 EL デバイスを試作する。
  - 2) Low-k 材料等の多孔質材料の Xe NMR による評価について検証し、複数の画素をもち光イメージを検出できるバイオ光受容素子を試作する。
  - 3) 多光子光記録技術として、実用条件に近い青色等短波長領域での二光子吸収材料の開発・評価を行う。
  - 4) 各種の素子分析のために大型放射光 SPring-8 で使用可能な顕微鏡技術である集光素子として理論上最高集光効率が可能キノホルム型多層膜レンズを開発する。
- モバイル情報家電用の撮像系、光メモリディスクピックアップ光学系等への応用を目指して、SiC などの超硬材料への微細加工に加え、その表面への白金系金属やダイヤモンドなどの離型膜の形成、粘弾性シミュレ

ーション等を検討し、成型の繰り返し精度の向上を図る。また、モールドおよび素子形状の最適化を進め、反射防止では、面積30 mm φ以上で反射率0.2%以下を目標とする。一方、バイオセンシング分野応用のため、前年度の青色発光に加えて緑色および赤色発光の無害なナノ粒子含有ガラスビーズを作製し、光効率10%を目指すとともに、ビーズ中のナノ粒子の数を制御するため、ナノ粒子形成における反応機構の解析を行う。

## 2-(3) 電子機器を高機能化・低消費電力化するデバイス技術の開発

モバイル情報機器及びロボットに搭載される CPU や入出力デバイスの機能向上と、バッテリーによる長時間駆動を目指し、集積回路の性能向上に必須な半導体デバイスの集積度及び動作速度を向上させ、国際半導体技術ロードマップで2010年以降の開発目標とされる半導体技術を実現する。また、新デバイス構造を用いた集積回路の性能向上と低消費電力性を両立させる技術及び強磁性体や強誘電体等の半導体以外の材料を用いた新デバイス技術を開発する。

### 2-(3)-① 次世代半導体技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・半導体集積回路用トランジスタを極微細化、高性能化及び超高密度集積化するために必要な技術を開発する。具体的には、高移動度チャンネル材料及び高誘電率絶縁膜等の新材料技術を開発し、それに関連する新プロセス技術と計測解析技術及び要素デバイス技術並びに回路構成技術を基礎現象の解明に基づいて開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・次世代半導体集積回路用極微細デバイスのポテンシャル分布を3次的に原子分解能で計測する技術として、絶縁体で分離されたシリコンのナノデバイス構造に対し、走査トンネル顕微鏡で計測する技術を開発する。
- ・次世代半導体集積回路用の極微細トランジスタにおけるキャリアの散乱要因を最小化するために、平面および立体構造のチャンネル部分のシリコン表面を原子レベルで平坦化する技術を開発する。
- ・次世代半導体集積回路用の極微細トランジスタで有効となる、低抵抗でキャリア注入効率の高いキャリアソースを形成するために、金属電極とシリコンチャンネルの間のエネルギー障壁を、0.1 eV 以下に連続的に低下させる技術を開発する。

### 2-(3)-② 低消費電力システムデバイス技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・ユビキタス情報ネットワークの中核となる、低消費電力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路機能に応じたデバイス特性の動的制御が可能となるダブルゲート構造等を利用した新規半導体デバイス及び強磁性体や強誘電体等の不揮発性を固有の物性として持つ材料を取り込んだ新規不揮発性デバイスを開

発する。併せて、これら低消費電力デバイスをシステム応用するのに不可欠な集積化技術に取り組み、材料技術、集積プロセス技術、計測解析技術及び設計技術並びにアーキテクチャ技術等を総合的に開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・低消費電力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路とレイアウトの改良によりチップ面積を縮小した改良版 Flex Power FPGA 試作チップを新たに開発する。3次元積層技術を用いた Flex Power FPGA アーキテクチャの検討を行なう。X MOS デバイスモデルのモジュール改良による性能改善を行なう。
- ・新型不揮発性デバイスの実現を目指して、垂直磁化型トンネル磁気抵抗素子（TMR 素子）を開発し、低い書き込み電流と高い熱安定性を同時に実現する。また、高性能 MgO 障壁磁気トンネル接合（MTJ）素子に用いる書き込み層の材料と積層構造を最適化することにより、スピン注入書き込みの低電流化と熱安定性の両立の可能性を探る。
- ・強誘電体をゲートとするメモリトランジスタ（FeFET）に基づく新規不揮発論理回路の実現を目指して、2層の金属配線と1層の絶縁体層を含めた FeFET で構成された回路の作製技術を開発する。不揮発論理の基本回路である不揮発 NOT 回路と不揮発インバータラッチ回路を作製し、動作検証する。フラッシュメモリに FeFET を適用した場合の FeFET 単体の特性を測定評価する。
- ・新規半導体デバイスにおける不純物分布測定法等の計測解析技術の高度化のため、超高真空環境下での自己検出型プローブ測定を試行し、最終目標空間分解能（約2 nm）への到達度評価を行うとともに、他の不純物分布測定法との優劣評価を実施する。また、平成19年度までに開発された不純物分布測定法等の評価計測技術に関しては、新規半導体デバイス、デバイスプロセス、電子材料の実評価へ適用し、産総研内外の研究開発推進に寄与する。
- ・情報通信機器用低損失電源のためのスイッチング素子として、600 V 級ノーマリオフ型 AlGaIn/GaN HFET 素子の電流動作を実現し、ダイオードと共にレギュレータ回路実装構造の試作実証を行う。更に、それらの技術を実用的な AC アダプター回路に適用してその性能を検証する。
- ・1) 次世代半導体集積回路の作製技術として、新規メタルゲート技術を始め微細 X MOS CMOS 回路作製技術の開発を進める。試作するフレキシブルパスゲート SRAM (Flex-PG SRAM) TEG の広範囲な評価を行い、高性能化、高バラツキ耐性のための集積化課題を抽出する。また、それらを踏まえ、Flex-PG SRAM 回路設計の詳細化をはかる。
- ・2) 次世代半導体の作製プロセス技術において、低ゲートリークと高駆動力を両立する MOSFET デバイス



プロセスの基盤技術として、高誘電率絶縁膜とシリコン、ゲルマニウム、Ⅲ-V族化合物等との半導体との直接接合界面の低欠陥化技術について研究開発を行う。高誘電率絶縁膜バルク中の欠陥や、高誘電率絶縁膜と半導体との界面構造をナノスケールで評価する技術の高度化を進める。

- ・情報通信機器用低損失電源のためのスイッチング素子として、600 V級ノーマリオフ型 AlGaIn/GaN HFET 素子の大電流動作を実現し、ダイオードと共にレギュレータ回路実装構造の試作実証を行う。更に、それらの技術を実用的な AC アダプター回路に適用してその性能を検証する。

### 3. 信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活の実現

知的生活を安全かつ安心して送ることができる、信頼性の高い情報通信基盤を確立するためには、ネットワーク、ソフトウェア及びハードウェアの各々の要素の信頼性を高めることが重要である。ネットワークに関しては、様々な情報資源に対するセキュリティ技術を開発しネットワークそのものの信頼性を高める。ソフトウェアに関しては、その信頼性の向上に有効な検証技術を確立する。ハードウェアに関しては、増大する情報量に対応するために、大容量かつ高速に処理し得る通信技術及び情報蓄積技術の高度化を図る。さらに、信頼性の高い情報基盤技術を利用して自然災害の予測や被害軽減に資することにより、安全かつ安心な生活の実現に貢献する。

#### 3-(1) 情報セキュリティ技術の開発

信頼性の高いネットワークの構築に向けて、情報セキュリティで最も重要なネットワークの利用における情報漏洩対策及びプライバシー保護に資するために、暗号、認証及びアクセス制御等の情報セキュリティに関する基盤技術及びそこで用いられる運用技術を開発する。

#### 3-(1)-① 情報セキュリティ技術の開発と実用化のための検証

##### 【中期計画（参考）】

- ・情報漏洩対策及びプライバシー保護を目的として、暗号、認証、アクセス制御及びそれらの運用技術を開発する。また、量子情報セキュリティに関する基盤的研究として、情報理論や物理学の知見を用いたモデル解析及びその実証実験を行う。さらに、OS から実装までの様々な技術レベルにおいて総合的に研究を行い、セキュリティホール防止、迅速な被害対応及び製品が安全に実装されているかどうかの検証等の技術を実用化する。

《平成20年度計画》

- ・引き続き、要素技術についてさらなる開発と安全性解析を行い、基盤となる理論の整理をすすめる。セキュリティ評価に関しては、暗号学安全性を保証する検証

手法に加えて構成法の研究をさらに進めるほか、バイオメトリクスセキュリティの評価方法・対策技術の検討を行う。対策手法に関しては、情報セキュリティ投資対効果モデルの一般化を行う。情報漏洩対策に関しては、さらに高い安全性と機能を有する方式の研究を進めるとともに、漏洩後の追跡技術についての研究を行う。プライバシー保護に関しては、各種匿名認証・通信技術についてのさらに高い機能と安全性を満たす方式の研究を行う。

- ・以下の各課題に関する要素技術についてさらなる開発と解析を行う。

1) 物理的攻撃の能力に関する研究では、今年度までに開発した標準サンプルボード等を核とした統合環境の開発を行う。特に、データ処理に必要なソフトウェアの開発を行う。また先進的な物理攻撃の能力評価については、近年のテクノロジーに対応できるよう、発光解析におけるデータの高空間分解能の獲得に向けた開発を行う。

2) 量子情報セキュリティについては、今年度獲得したエンタングルメント度合いの定量的評価手法の安全性証明への適用など、そのセキュリティ分野への応用を開発し、その優位性を確認する。また量子暗号の実用的導入へ向けた暗号学的アプローチについてより具体化・精緻化を行いつつ、必要に応じて外部組織とも連携し、その普及に努めるものとする。

- ・引き続き、ソフトウェアの検証および検査のためのツールの整備を行う。形式検証のために今まで主に利用してきた定理証明支援系 Coq には必ずしも拘らず、関数型言語を用いた形式化も検討する。メモリセーフな C 言語処理系 Fail-Safe C の実用性向上を目指した作業を行う。安全な Web アプリケーション構築のガイドラインについては、策定中心の活動から普及に向けた活動へとシフトを促す。平成20年度は、特に Web における PKI (Public Key Infrastructure) の正しい利用方法の啓発に力を入れる。

#### 3-(2) ソフトウェアの信頼性・生産性を向上する技術の開発

利用者が安全に安心して使用できる信頼性の高いシステムソフトウェアの開発とその生産性向上に資するために、様々な数理科学的技法を活用してシステムソフトウェアの動作検証を総合的に行う技術を開発する。

#### 3-(2)-① 数理科学的技法に基づくシステム検証技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・モデル検査法やテスト技法等のシステム検証の要素技術とその数理的基盤の研究を行い、システム検証ツールの統合的利用を可能にするソフトウェア環境を構築する。また、システム検証の数理的技法をシステム開発現場に適用するための技術を開発する。

《平成20年度計画》

・統合検証環境を改良し、大規模ソフトウェア開発へ組み込む方法を研究する。数理的技法の技術者向けにモデル検査の上級研修コースの研究開発、抽象化技法の実用化やリアルタイム OS の検証への数理的技法の適用の他、機能安全の認証、法定計量組込みソフトウェア認証などの規格活動などを行う。

### 3-(3) 大容量情報の高速通信・蓄積技術の開発

動画コンテンツ等により増大する情報量に対応した通信の大容量化及び高機能化を実現するためには、光の高速性等を最大限に利用した大容量高速通信技術及び情報蓄積技術の確立が必要である。そのために、次世代の光通信ネットワーク用の高速光デバイス及び光信号処理技術、従来のルータ及びスイッチなどを用いない超広帯域通信網の利用技術等の基盤技術を開発する。また、近接場光等の新たな原理に基づいたテラバイト級大容量光ディスクを実用化する。

#### 3-(3)-① 大容量光通信技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

・半導体ナノ構造を用いた160 Gbps 以上で動作する光スイッチデバイスと光信号再生技術を開発する。また、量子ドット、量子細線及びフォトニック結晶等のナノ構造を用いた光集積回路及び超小型光回路を開発する。さらに、光の位相情報等の精密な制御による量子情報通信技術を開発する。

《平成20年度計画》

・シンボルレートの変換を含む全光変調フォーマット変換を実現するため、光電子発振器を用いて、20 Gb/s 光データ信号に対する分周光クロック抽出と直並列変換を単一の装置で同時に実現する技術を開発する。また、光通信波長帯における4光子もつれ状態の評価技術を開発する。

・ナノ構造を用いた光集積回路実現のため、量子構造光デバイスの開発において以下の研究を行う。

1) 前年度までに開発した高密度高均一な量子ドットを用いたレーザ光源に周期構造を集積化した単一モード量子ドット光源の試作を行う。また、異種材料接合技術を用いたシリコン基板上への量子ドット集積化技術の開発を行う。

2) 前年度に開発したアンテナ一体型オンウエハー発振デバイスの高周波動作測定を行う。

・次世代超高速光通信ネットワークにおける光デバイス技術開発について、サブバンド間遷移スイッチの全光位相変調効果を用いた干渉計型超高速全光スイッチの性能向上を図り、160 Gb/s から40 Gb/s への無エラー多重分離動作を実証する。

・次世代超高速光通信ネットワークにおいて重要となる、干渉計型サブバンド間遷移スイッチの超小型化のための要素技術として、シリコン細線導波路を用いた光干渉計構造を開発して、熱光学効果による干渉計動作を実証する。

・シリコン等の半導体材料と異種材料の組み合わせによる、光回路・デバイス等における新機能の実現および低コスト化をめざし、カーボンナノチューブ分散ポリマーとのハイブリッド化に向け、シリコン光導波路の積層化技術を開発する。また、シリコン基板上有機半導体レーザに関しては光励起によるレーザ発振閾値を平成19年度に比べて1桁低減させるとともに、電流注入に向けたデバイス構造の検討を行う。

##### 【中期計画（参考）】

・160 Gbps 以上で動作する大容量光通信の実用化に向けて、波長の動的制御に基づく超高速データ転送を実現するトラフィック制御方式及びミドルウェアからのネットワーク資源動的確保方式を開発する。

《平成20年度計画》

・ネットワークの帯域を予約により確保する標準インタフェースについて、米国および欧州との議論を深め、共通インタフェースの一次案をまとめる。このインタフェースに基づいて動作するソフトウェア群を参照実装として示す。また、帯域予約可能なネットワークの応用について、共同研究機関等と議論を行い、将来の大容量光通信ネットワークの利用シナリオを作成する。

#### 3-(3)-② 光ストレージ技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

・テラバイト級超大容量光ディスクの事業化に向けて、第1期で開発した近接場光、局在光及び薄膜の熱光学非線形特性を用いた光ディスクの信号光を増幅する技術を発展させ、製品化へ向けた問題点の抽出と改良を企業と連携し、技術移転を行う。

《平成20年度計画》

・提案している狭トラックディスクのさらなる評価や、多層ディスク、スーパーレンズディスク用の専用光ピックアップや信号処理方法の検討、より小さな記録・読み出しを可能とする新規材料等の原理に基づいた探索を進め、200 GB 級スーパーレンズディスクディスクの実現へ向けた基盤技術の確立を目指す。

#### 3-(4) 自然災害予測のための情報支援技術の開発

信頼性の高い情報通信基盤を活用した自然災害の予測及び被害低減により安全かつ安心な生活を実現するために、多様な地球観測データの処理、分析対象の適切なモデリング及び地球規模での大規模シミュレーションを統合して、短時間で確実に災害及びその被害状況を予測するための情報支援技術を開発する。

##### 3-(4)-① 防災のための地球観測支援技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

・災害予測及び被害軽減に資するために、地球観測衛星及び地上観測センサ等から得られる多様な観測データを処理する技術と、大規模数値シミュレーション技術を統合した新たな情報処理支援システム技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・高い性能と、柔軟かつ頑健なセキュリティ（アクセス制御）を実現する高性能 Web GIS（Geographic information System）ミドルウェアの研究開発を進める。GEO Grid 上に実装した DEM（数値標高モデル）高精度化のための DEM 検証のためのアプリケーションを改良し、全球土地被覆図など多面的な情報とさらなる連携を取ることで、ASTER（高性能光学センサ）データによる広域 DEM を全球に展開する上での全球規模の精度評価およびデータの制度向上を図る。PALSAR（フェーズドアレイ方式 L バンド合成開口レーダ）データ、ASTER データおよび地盤情報を活用した災害軽減アプリケーションについてその要素技術を検討し、必要となるデータセットの構築および GEO Grid への実装のための基盤整備を行う。

#### 4. 次世代情報産業を創出するためのフロンティア技術の開発

新たな電子技術及び光利用技術を開発することにより次世代の情報サービス産業の創出を目指す。そのために、新機能材料及び新物理現象に基づいた革新的ハードウェアの構築を目的とした電子デバイス技術、バイオや医療と光情報処理との分野融合的な新しい光利用技術及び超伝導を利用した電子デバイス技術を発展させた次世代の電子計測・標準化技術等のフロンティア技術を開発する。

##### 4-(1) 電子・光フロンティア技術の開発

次世代産業創出の核となる情報通信のフロンティア分野を確立するために、新規材料、新物理現象に基づいた革新的電子デバイス技術及び光情報処理技術のバイオや医療分野との融合による光フロンティア技術を開発する。

##### 4-(1)-① 新機能材料や新物理現象に基づく革新的電子デバイス技術の開発

###### 【中期計画（参考）】

- ・量子閉じ込め状態や超伝導状態において顕著となる電子の磁性や波動性に起因して、電氣的または磁気的特性が劇的変化を示す新機能物質を対象として、物理現象の探索、解析及び制御に関する研究を行う。これにより、量子効果や超伝導効果を示す新しい電子材料の開発、コンピュータの演算速度及び消費電力を飛躍的に改善できる革新的な情報処理ハードウェア応用のための要素技術を開発する。
- 《平成20年度計画》
- ・スピントランジスタ実現の鍵を握る狭ギャップ強磁性半導体 (In, Mn) As を用いたトンネル磁気抵抗素子を開発する。また、強磁性体/半導体ハイブリッド光素子の高品質化することにより情報書き込みを実現し、それを用いてメモリとしての基本動作を実証する。
- ・透明酸化半導体薄膜を用いた省エネ高機能ガラスの実現のため、新規材料および膜形成プロセスの改良により日射熱遮蔽性能の向上を図る。10層未満の機能膜

により熱線エネルギー反射率80%以上と可視光エネルギー透過率70%以上を両立する機能ガラス開発を目指す。加えて、プラスチックを基材とする日射熱反射シート技術への展開を図る。

- ・ミリ波走査型顕微鏡の応用分野探索として、開発した顕微鏡を IC カード観察に適用し、カード内部の3次元情報を観察する。また、ミリ波電磁波検出のためのジョセフソン接合素子を試作評価し、顕微鏡の検出器として使用する際の課題を抽出する。テラヘルツ電磁波発振のために機能性超伝導超格子の作製評価を引き続き行い、シミュレーションでは接合数と位相がそろったモードの生成条件の関係を明らかにする。
- ・超伝導転移温度の向上と新物理概念/新物質の創成について、継続して取り組む。開発した頂点フッ素系などの超伝導材料について、臨界電流密度や不可逆磁界特性などの基本的特性を明らかにし、応用の可能性を探る。高温超伝導体の新しい電子相図について、超伝導と磁性の共存付近の詳細について明らかにする。ソリトンの薄膜上での実現のみち筋を探る。また、フラクショナル渦糸が従う統計が分数統計になっているかどうか検討するなど、フラクショナル量子の科学をさらに発展させる。
- ・Bi 系超伝導体を用いたジョセフソン接合作製プロセスに関しては、Bi2201超伝導体の微小素子の高品質化、および超伝導量子干渉素子 (SQUID) を試作し、磁場中の輸送特性を明らかにし、磁束キュービットの実現可能性を確かめる。スイッチング特性に関しては、Bi2201超伝導体のマイクロ波印加による応答を時間領域で観測し、電流バイアス状態における単一ジョセフソン素子のラビ振動の検出を試みる。また p 波超伝導体と考えられる Ru214系超伝導体を用いて、メゾスコピックサイズの素子を作成し、近接効果に伴う奇周波数超伝導状態の検出を試みる。
- ・強相関係の相変化と相互作用との関係解明のため、Bi 系超伝導体における電子構造の酸素同位体効果をキャリア濃度が過小域の試料に関しても調べる。電子格子相互作用の  $\text{CuO}_2$  層間相互作用への影響を明らかにする。強相関係における超伝導相関、反強磁性相関のサイズ依存性を大規模数値計算により明らかにする。低ドープ域での高温超伝導  $\text{CuO}_2$  モデルの相図を明らかにする。極低酸素下結晶育成により、いまだ単結晶試料が得られていないバナジウムを含む複合酸化物の単結晶を育成する。非フェルミ液体現象を示す特異なルテニウム酸化物の磁気構造を明らかにする。
- ・環境に優しく高性能な非鉛圧電セラミックスの実用化を念頭として、キュリー温度、圧電定数  $d_{33}$  の向上および温度特性の平坦化のための母材 (Na, K)  $\text{NbO}_3$  への元素置換、添加による組成設計指針を確立する。酸素ポンプの電気抵抗を下げ、固体電解質を薄膜化することにより、酸素制御技術を向上させる。また、

CO<sub>2</sub>分解、水分量の制御法の確立等の応用研究を行う。アスベスト無害化のため、単結晶育成装置の赤外線反射鏡を最適化する。低酸素分圧下でのアルミニウムなどの新精錬法を開発し、廃棄物アルミナの高付加価値化を行う。

#### 4-(1)-② 光フロンティア技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・フェムト秒パルスの光波内位相制御技術を確立するとともに、アト秒領域での超短パルスの発生、計測及び制御のための技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・基準光との相互相関測定に基づく時間領域レーザー制御の技術を、さらに高精度化するとともに、高効率超短パルスレーザー励起によるフェムト秒パルス増幅の試験装置を試作して、適用範囲を拡大する。これらの技術で、増幅における光パルス制御精度向上の研究を行い、励起光のパルス幅とシステムのタイミングジッターについて100 fs以下の達成を目標とする。また、増幅光パルスを用いて、真空紫外光及び荷電粒子の高次光非線形信号の実測と解析を行い、光波位相との相関と、物質の超高速過程についての分析技術を開発する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・タンパク質やDNA等の配列集積化技術と光計測技術との融合による高感度、高速かつ高密度集積型バイオセンシング素子の開発及び補償光学技術と三次元分光技術を駆使した眼底カメラ等の高分解能3次元機能イメージング技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・臨床使用が可能な可搬型の走査型眼底分光分析装置を作製する。この装置のソフトウェアとして、高速に計測波長を切り替えながら分光画像を取得し、網膜血流の酸素飽和度分布を表示する機能と臨床評価に適したユーザインターフェイスを実装する。この装置の臨床評価を大学病院眼科と共同で実施し、その結果を受けて分光データの解析アルゴリズムやハードウェアの仕様、およびユーザインターフェイスの改良を行う。
- ・ユビキタス医療を目指した、簡便かつ高速・高感度なメンタルヘルスケアチップの開発に向け、基板表面での蛍光誘導体化反応を解析し、反応効率の向上、副生成物の抑制による、検出感度の向上を目指す。また、表面プラズモン等による蛍光強度の増強による感度向上のための基板作製条件や検出系の最適化を行い、バイオチップとその検出装置のプロトタイプを作製する。
- ・平成19年度までに高度化した集積型蛍光検出素子を用いて、実際に（単色）DNAシーケンシングを目指す。同時に、それをPoint-of-care分析に用いるための具体的な応用を探索する。
- ・産総研独自のレーザー誘起背面湿式加工法等のオンデマンド型迅速微細加工技術を駆使し、ナノスケールで

の高精度化を進めることで高機能光学素子を開発する。診療・看護などの医療現場での臨床検査（Point-of-care testing）に利用できるその場分析型バイオ活性化微小球分析デバイスを開発する。酸化亜鉛系透明導電膜について高結晶性低抵抗化薄膜を開発する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・第1期で開発した10 nmオーダーの近接場光微細加工による光ディスク用原盤（マスタリング）の高度化技術及びナノ粒子を応用した光による高感度分子センサのバイオや医療分野への応用技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- 1) ナノ粒子を応用した光による高感度分子センサの開発として、企業と共同でシリコン酸化膜を用いた分子センシング用センサーチップの小型化の研究を行う。また、他の競合する手法に対する本手法の優位点を明確化できるデータ等を蓄積する。表面プラズモン光触媒では、気相分解での評価を行う。バイオDVDでは、高速かつ多品種一括測定という本手法独自の特色をさらに明確化できるデータ等を企業と共同で蓄積していく。
- 2) 提案しているナノ構造形成方法等を駆使し、共同研究先企業との連携も図りながら、大面積反射防止機能素子の実現や、新規光学機能デバイス等の設計・開発を進める。

#### 4-(2) 超伝導現象に基づく次世代電子計測・標準技術の開発

絶対的な高精度性を必要とする先端計測及び標準化に関する技術の実現に資するために、超伝導現象の特性を活用した電子計測デバイス及びそれを用いた標準システムの確立と普及を図る。

#### 4-(2)-① 超伝導現象を利用した電圧標準技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・独自に開発したNb系ジョセフソン素子大規模集積技術を用いて、1~10 V出力の直流電圧標準システムを開発し、ベンチャー企業等に技術移転することにより世界的規模での普及を行うとともに、高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発するため、2出力 NbN/TiN/NbN ジョセフソン・アレーと2入力熱電変換素子を組み合わせた交流電圧実効値の高精度計測システムを開発する。また、冷凍機動作PJ電圧標準システムを小型化するための要素技術の開発を行う。
- ・10ビットD/A変換器チップを10 MHzクロックで駆動し、振幅10 mV、周波数1 kHzの正弦波電圧を合成する。

### III. 産業競争力向上と環境負荷低減を実現するための材

## 料・部材・製造プロセス技術の研究開発

環境との調和を取りながら国際競争力を持つ先端ものづくり産業の創出のためには、製造に必要な資源とエネルギーを最小に抑えながら最高の機能を持つ製品を生産する製造技術を実現するとともに、低環境負荷製品の製造に必要な機能性材料技術及び部材化技術の実現が不可欠である。そのため、製造の低環境負荷と製造コストの削減及び製品の高機能化について統合的に開発する技術が期待されている。また、環境負荷を低減する機能性部材の開発により、製造業だけでなく輸送機器及び住居から排出されるCO<sub>2</sub>の低減に大きく貢献していかなければならない。さらに、先端微細加工設備の共同利用等を進めて先端技術を産業にすみやかに移転し活用を図ることによりものづくり産業を支援するとともに、ナノテクノロジーを情報通信、環境及び医療等の研究開発に横断的に適用することにより産業技術に革新的な進歩をもたらす。

## 1. 低環境負荷型の革新的なものづくり技術の実現

我が国のものづくり技術の国際競争力を強化するために、製造プロセスの省資源化や省エネルギー化と合わせて製品の高機能化・高付加価値化を実現できる革新的な技術の開発が求められている。このため、機能のカスタマイズに即応できる省資源型革新的製造技術の開発を行い、材料資源の無駄を生じさせることなく高機能・高付加価値を持つ製品の多品種少量生産を実現する。また、省エネルギー型製造プロセス技術の開発を行い、従来の製造手法よりも低温のプロセスを利用する技術等により製造に要するエネルギーを削減し、有機材料との複合化等による製品の高機能化を実現する。

## 1-(1) 省資源と高機能化を実現する製造プロセス技術の開発

素材を成形して加工するモデルプラントを構築して製品製造に適用し、資源消費量や排出物量等の総合的な評価を行って、製造プロセスを最適化する手法を開発する。また、機能のカスタム化が必要とされる集積化学センサ等の製造への適用を目指し、スーパーインクジェット技術をコアとして、必要な微細構造を必要な位置に最小の資源材料で形成するオンデマンドナノマニュファクチャリング技術及びナノ構造とマクロ構造とを媒介するメゾスケール技術の開発を行う。さらに、材料の無害化や微細構造の内在化等の高付加価値製品を省資源で製造するためのテーラードリキッド法をコアとしたプロセス技術を開発する。

## 1-(1)-① 製造プロセスの最適化手法の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・射出成形や放電加工を備えたモデルプラント等を用いて、加工条件や設計等を最適化することにより、環境性と経済性に優れたローエミッション型製造プロセスを実現する。

## 《平成20年度計画》

- ・プロセス評価手法に関しては、プロセス改善により製品品質が向上する場合の加工品質の向上を定量化する手法を提案、検証する。また、これまでの手法を拡張し、低環境負荷製造プロセスを実現する生産システムを含めた評価方法を検討する。これにより、ローエミッション型の製品、製造プロセス、生産システムの同時最適化に向けて研究を進める。

## 【中期計画（参考）】

- ・マイクロな構造を内包する材料を使用してその構造をマクロな製品の機能に生かした製品を実現するために、マイクロな構造とマクロな機能との関連に関する大規模計算を小規模のコンピュータシステムを用いて効率よく実現できるマルチスケール数値解析技術を確立する。

## 《平成20年度計画》

- ・マイクロ材料形態を設計変数とする比強度向上設計のためのマルチスケール有限要素解析技術に基づいたマイクロ材料形態最適設計技術を開発し、セラミックフィルター設計に応用する。

## 1-(1)-② オンデマンドナノマニュファクチャリング技術の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・超微細インクジェット技術によるナノデバイスの高密度実装を実現する配線等の実用的なオンデマンドナノマニュファクチャリング技術に関する開発を行う。

## 《平成20年度計画》

- ・オンデマンド技術の小型化、汎用化の研究を進める。また、資源リサイクルの観点から、インク付着物からの有用資源回収プロセスの検討を開始する。微細パターンニング技術を用いた認証システム研究に関しては、プロトタイプ構築とシステムの小型化を目指す。

## 1-(1)-③ 製品の高付加価値化を実現するフレキシブル製造技術の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・表面積の飛躍的増大等の高機能化を目指して、空孔と微細構造とが入れ子に構成されている新セラミックス材料を無害元素から作製するテーラードリキッドソース法のプロセス技術の開発と、上記の新セラミックス材料を3次元的に集積することにより、1 kW/L 級の高出力セラミックスリアクタ等の開発を行う。

## 《平成20年度計画》

- ・溶液内化学反応を利用した機能集積体のナノ～マイクロ領域の構造形成に関する基盤的知見を基に、環境センサや有機光デバイスなどの機能部材を開発し、その化学的機能や電子機能の向上を図る。また、機能-構造部材融合プロセスの開発等を行い、マイクロ部材集積化技術との融合により、数10 cm<sup>3</sup>サイズの電気化学リアクターとして数10 W レベルの発電を可能とする等、3次元機能集積プロセスの優位性実証を進める。

## 【中期計画（参考）】

- セラミックスの大型部材化やミクロンレベルの微細3次元構造の成形及び両者を併せもつ構造を特性劣化を起こさずに実現する成形技術を開発する。また、自己潤滑層等を有するヘテロ構造部材化技術を開発する。

《平成20年度計画》

- 複数のセラミックスユニットを接合して大型部材を構成するステレオファブリック造形による巨大精密部材化プロセスを確立するために不可欠となる、外部投入エネルギーの少ない接合技術を開発する。具体的にはセラミックスや複合材料でなるブロックの接合において、材料の持つ固有エネルギーや化学反応利用、あるいは局所加熱による接合技術の検討を実施する。

#### 1-(2) 省エネルギー型製造プロセス技術の開発

製造プロセスにおける飛躍的な省エネルギーを実現することを目的にして、従来高温でしかできなかった薄膜製造を低温で実現する技術及び機械加工機のコンパクト化を実現する技術を開発する。具体的には、微粒子の噴射コーティング技術をコアとして、低温で高性能セラミックス材料を積層する省エネルギー薄膜製造プロセスを開発する。また、機械加工及び微細加工の製造効率を高め省エネルギー化を実現する小型製造装置を開発する。

##### 1-(2)-① 省エネルギー・高効率製造技術の開発

【中期計画（参考）】

- 微粒子の基板表面での衝突による非熱平衡過程に基づいた噴射コーティング法を用いて、低温で高性能セラミックス材料等を積層する省エネルギー薄膜製造プロセスを開発し、単位時間当たりの成膜速度を第1期で達成した性能の5倍以上に高速化する。

《平成20年度計画》

- エアロゾルデポジション法により、面積  $20\text{ cm} \times 20\text{ cm}$  に対して成膜速度を  $5\text{ mm}^3/\text{min}$  以上に高速化する。紫外光を援用した化学溶液製膜法において、プロセスの低温、高速化を可能とする新しい光照射法を開発し、超電導膜、蛍光体膜や透明導電膜などの製造プロセスを高効率化する。低温コーティングに用いる原料微粒子の合成技術においては、合成温度の低温化を行うと共に、粒子サイズ制御技術および結晶構造制御技術を開発する。

【中期計画（参考）】

- セラミックスや特殊合金部材等の製造プロセスの効率を飛躍的に向上させるため、湿式ジェットミル等によるスラリー調整から成形に至る工程の最適化技術と統合化技術を開発する。

《平成20年度計画》

- スラリー調整から成形に至る製造プロセスの効率化を進めるために、湿式ジェットミル、マイクロ波加熱をベースにしたセラミックス製造自動化プロセスを検討する。具体的には、マイクロ波加熱に適したスラリー・分散剤の検討及びスラリー状態を連続的に評価可

能な計測方法の検討を行う。

【中期計画（参考）】

- 微細加工の省エネルギー化を実現するため、デスクトップサイズの微小電気機械システム（Micro Electro Mechanical System, MEMS）の製造装置を試作する。そのため、マスクレスのパターンニング技術やマイクロチャンバー間の試料移動時の位置決め技術等を開発する。

《平成20年度計画》

- 試作装置では省エネ性のほか、材料・資源の無駄を省く等の環境側面での有効性も検討できるようになってきた。これらの環境負荷低減についてもさらに開発を進め、加えて実製造現場での実用性も検討し、産業現場において使われる加工技術への展開を図る。各個別要素や統合システムとしての実用課題解決（金型寿命、スループット向上、装置間連携や統合手法）を進める等、低環境負荷製造・設計技術の課題解決を進める。特に、微小型の寿命に関しては、現在の  $150\text{ }\mu\text{m}$  直径パンチについては今の実験条件で10,000ショット以上を実現する。

【中期計画（参考）】

- 高剛性・高減衰部材や高機能摺動面の開発により、切削や研削等の加工効率を高める高度機械加工システムの実現に資する。

《平成20年度計画》

- 機械加工における摩擦力変動を低減させた高機能案内面技術の成果実用化に向けて、平成19年度までに開発したマイクロパターンニングによる案内面しゅう動技術については、これをどの程度の面積・しゅう動条件まで適用できるかを検証するとともに、案内面以外のしゅう動部品への展開の可能性についても検討する。また、設計支援手法に関しては、概念設計支援ソフトウェアを web 等で公開する。

#### 2. ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出

国際競争力を強化するためには、製造コストの低減はもとより、ナノ現象に基づいた革新的な機能を有するデバイス技術の創出が求められている。このため、分子及び超微粒子等の相互作用による自己組織化プロセスに基づく製造技術の開発及び化学合成された機能性有機分子等をナノ部品とするデバイス技術等の開発を行う。また、デバイスの新機能を実現するために、新材料技術及び量子効果等に起因する現象に基づくデバイス技術の開発、さらにはナノスケールで発現する多様な現象の理論的解明とそのシミュレーション技術等の開発を行う。

##### 2-(1) ナノ構造を作り出す自己組織化制御技術の開発

生体内の有機分子に見られるような高度な自己組織化に倣って、材料固有の物性を利用して自己組織的にナノ構造を作り出す技術が求められている。そのた

めに、人工的に設計・合成した有機分子による熱平衡下での自己集合化を利用してチューブ構造等を作り出し、超高感度分析手法等への応用を図る。また、基礎的な視点から非平衡下の自己組織化のメカニズムを解明し、構造生成の新たな制御を可能にする。

#### 2-(1)-① ボトムアップ法の高度制御技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・生体分子やガス状分子等の極微量の分子を分析するために、第1期で開発したナノチューブ制御技術やナノ粒子調製法を利用して、バイオチップやガラスキャピラリー等からなる超高感度分析技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・有機ナノチューブの内表面に極微量の生体分子を検出できる化学官能基を部分的かつ合目的に配置させるための、ナノチューブ形成分子の構造最適化およびセンシング用ナノチューブを開発する。
- ・バイオチップ作成のためのマイクロプラズマ法では、パルス高周波印加によりアルミなどの配線材料の微小領域デポジションが可能な材料プロセスであることを検証する。また、超高感度分析や医療応用に適したナノ粒子の合成とその場複合化技術を液相レーザーアブレション法を利用して開発する。
- ・強蛍光（蛍光量子収率が50%以上）かつ長寿命（蛍光寿命が0.5 ms 以上）の金属錯体を開発し、波長変換機能を利用して極微量の生体分子を分析できる技術を開発する。

#### 2-(1)-② 自己組織化メカニズムの解明とその応用技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・非平衡下での自己組織化メカニズムの解明とシミュレーション技術の構築及びそれらを利用した自己組織化モデリングツールを開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・キラル液晶の3次元秩序構造を調べるための数値スキームを構築し、その熱力学的性質等を解析する。自己組織化的に形成される階層間の熱的原理を数理モデルに基づいて検討する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・自己組織化現象の解明に基づいて、光、電磁場、化学物質及び機械応力等の外部刺激に対する応答をプログラムされたスマート分子システムや記憶機能を持つナノ構造液晶デバイス等を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・外部刺激に対してプログラムされた応答を示すスマート分子システムに関し、アゾベンゼン系人工ロドプシンの光駆動分子機械（光物質移動）特性を評価し、生体分子モーターキネシンの運動を光で誘起できることを確認し、溶液プロセスで作製できる有機半導体薄膜の分子構造と分子集合状態と半導体特性の関係を明らかにする。

#### 2-(2) ナノスケールデバイスを構成する微小部品の作製及び操作技術の開発

均一なナノカーボン構造体を作製する技術を開発し、カーボンナノチューブ等を部品として利用したナノデバイスの実現を目指す。また、有機分子や磁性半導体等の新材料を開発し、それらをトップダウン手法によって作られたナノ構造に組み込んで機能を発現させ、分子エレクトロニクス等へ展開するための技術を開発する。

#### 2-(2)-① ナノカーボン構造体の構造制御技術と機能制御技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・カーボンナノチューブの実用を目指して、用途に応じて直径、長さ及び成長面積等の制御が可能な単層ナノチューブ合成技術を確認し、それを用いたナノチューブデバイスの基礎技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・小型バッチ連続合成装置を導入・立ち上げ、スーパーグロース法に基づく金属基板上での連続合成を達成する。成長の収量をプロセス改善より、従来比3倍を達成する。電子放出特性の優れたカーボンナノチューブ（CNT）膜を合成し、電子放出電圧1 V/ $\mu\text{m}$  を達成する。CNT を集積化する技術を開発し、集積化されたCNT を成型加工して、カンチレバー、リレーなどのMEMS デバイスを試作する。
- ・電気化学反応による単層カーボンナノチューブ（SWCNT）の短尺化技術を検討し、DDS や電子デバイスへの応用研究を加速させるために短尺SWCNT を開発する。超高品質 SWCNT 薄膜を利用した透明導電性電極や長距離電子伝達系デバイスへの応用研究を進める。企業との共同研究によってSWCNT を（直噴熱分解合成）DIPS 合成後に気相中で直接紡糸する技術開発を行う。SWCNT 評価に関する ISO 国際標準化において光吸収分光法によるSWCNT 評価法を開発する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・ナノカーボン構造体及びそれに含有される金属元素等を単原子レベルで高精度に分析できる高性能透過型電子顕微鏡及びナノカーボン構造体等の高精度な分光学的評価法を開発する。また、ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイアの成膜技術を開発するとともに、機械的、電気化学的及び光学的機能等を発現させる技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・単分子・単原子の動的観察をより高精度をもって実現する低加速電子顕微鏡法の開発にむけて、収差補正に関する新技術の仕様・方式などを検討する。また生体分子など電子線損傷を受けやすい有機分子について、孤立分子における電子線損傷のメカニズムを検証することにより、各種機能性分子のその場観察手法の確立

を目指す。カーボンナノチューブ中の欠陥の同定・動的観察などを通して、マクロな性質に及ぼす欠陥の影響を検証すると同時に、産業化に向けてのカーボンナノチューブ製品の品質管理についての知見を得る。

- ・ナノカーボン分光評価装置の開発においては、これまでに開発してきた分光装置を用い、分子内包によるカーボンナノチューブバンドギャップ変化の一般原理を導く。そこで得られた知見を利用し、高機能化したカーボンナノチューブ構造体を創製する。また、フラーレンおよび金属内包フラーレンの水溶化方法を開発し、光線力学的治療法や抗酸化剤としてのバイオ応用を目指す。さらに、発光法によるカーボンナノチューブ評価法を確立し、ISOにおけるTSおよびISの成立を目指す。
- ・ナノダイヤコーティングのシリコン・オン・ダイヤモンド(SOD)応用を目標に、成膜装置の準備、基礎特性の評価を実施する。CNT/ナノダイヤ機能性材料開発及びSOD応用開発で重要なナノダイヤ膜の熱伝導特性の測定法を確立し、熱伝導特性の向上技術を開発する。鉄系基材へのナノダイヤコーティングによる摺動応用のついて実用レベル試験(LFW試験)に耐える密着強度、および低摩擦係数を実現する。

#### 2-(2)-② ナノ現象を活用した革新的エレクトロニクス技術の開発

##### 【中期計画(参考)】

- ・カーボンナノチューブの主要パラメータを厳密に制御するための精密合成技術をさらに発展させることにより、カーボンナノチューブの真正物性を明らかにするとともに、種々の元素や化合物を内包したカーボンナノチューブの持つ特異物性を見出して、分子デバイスを中心とした新たな応用を展開する。

##### 《平成20年度計画》

- ・金属型CNTと半導体型CNTを分離精製する技術を進展させ、低コストで大量に分離可能な技術開発を行い、分離純度99.9%、分離能力10 mg/dayを目指す。金属型CNTを用いて、シート抵抗の小さな透明導電膜を開発し、透過率85%、シート抵抗100  $\Omega$ /sqを目指す。半導体型CNTを用いて、簡便なプロセスで作製可能な電界効果型トランジスタの試作を行う。半導体型CNTから成る薄膜ネットワーク構造を構築し、光伝導特性やガス検出特性を評価する。光電流のスペクトル依存・電場依存を調べるとともに、チューブの凝集による電子状態変化、異種分子との電子授受過程等を解明し、半導体型CNTを新規光電材料に応用するために重要な基礎データを蓄積する。

##### 【中期計画(参考)】

- ・単一分子デバイスや分子エレクトロニクスに応用するため、電子・スピン物性に優れた半導体や金属的物性を示す合成有機分子等の新物質探索と物性解明及びナノ配線を実現するための分子と電極との新たな結合手

法の探索を行う。

##### 《平成20年度計画》

- ・さまざまな単一分子性金属の薄膜を作製し、その特性を評価する。磁性金属を導入した分子の合成も試みる。プルシアンブルー型ナノ粒子材料では、発色を制御するデバイスを作製し、固体電解質の検討を行う。オリゴシラン分子の新たな機能及び応用を探索するため一次元分子単結晶の実現を目指す。有機テルル分子の金属表面への結合に関し基礎研究を深めると共に、類似した分子の特性を活かした応用研究を行う。センサー分子の膜表面などが示す表面反応の基礎研究と、その知見に基づいたイオンセンサーやガスセンサーの製品化開発を企業と共同で行う。有機電界発光型の分子センサーでは素子構造を貼り合わせで作製し、プロセス中に検出する分子を挟み込むことで生じる発光特性の変化を検出する。レアメタルを使用しない透明電極材料である酸化亜鉛上に、有機分子の高品質な超薄膜を作製する技術を開発する。ナノスケール電極のスイッチング現象のメカニズムを明らかにするため、さまざまな環境中で動作させ、その特性を解析する。応用に向けて集積化に有利な積層構造型のナノスケール電極を作製する。

##### 【中期計画(参考)】

- ・化合物半導体、金属、酸化物等のヘテロナノ構造で発現する電荷とスピンの関わる量子現象を解明し、その現象を利用した超高効率ナノデバイスを開発する。また、そのためのナノスケール微細加工・形成技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・サブミクロンサイズの遷移金属酸化物を用いた不揮発性メモリにおいて、実用化指標として必要な信頼性評価、より具体的にはメモリ動作の書換回数、データ保持耐性評価を実施する。

#### 2-(3) 飛躍的性能向上をもたらす新機能材料及びそのデバイス化技術の開発

スイッチング速度、発光及び耐電圧等でシリコンの性能を凌駕し得る優れた特性を有しながら、材料化やプロセス技術が十分に確立されていない新材料をデバイス化するためには、材料特性の評価、材料の高度化及びプロセス技術の開発が必要である。さまざまな高機能材料のうち、革新的な電子技術を創成する独創的成果が期待される強相関電子材料及び加工の難しさから要素技術の開発が不十分なダイヤモンド材料に関する技術を開発する。

#### 2-(3)-① 強相関電子技術の開発

##### 【中期計画(参考)】

- ・強相関電子が引き起こす相転移の制御技術、強相関デバイスプロセス技術及び量子位相制御理論等の基礎を確立するとともに、プロトタイプを作製して超巨大磁気抵抗センサ、テラヘルツ全光型スイッチング素子等



の強相関デバイスの機能を実証する。

《平成20年度計画》

- ・強相関電子系に顕著な巨大応答・高速応答・多自由度などの特性を活かして、相転移を利用した相制御材料を探索するとともに、相制御機能の定量設計のためのデータベースを整理する。具体的には、熱磁気材料や構造相転移型変形材料などを研究の対象とする。
- ・電界効果トランジスタ技術・高圧技術などを駆使して、量子臨界点近傍で増強される異常物性を探索するとともに、その物性を評価する。具体的には、遷移金属酸化物の2次元界面や、臨界点近傍の超伝導などを研究の対象とする。同時に、産総研のプラットフォームとして、超高圧力実験の共同研究を積極的に受け入れる。
- ・酸-塩基系や互変異性π分子など、多様な水素結合形態をもつ有機強誘電体物質開発を継続し、誘電特性や圧電性に優れた材料の創製を目指し、機能/物性探索を行う。また、軌道放射光 X 線や中性子線を用いた構造解析により水素結合の電子、陽子の微視的分布を評価し、機能向上のための物質設計に資する知見を得る。
- ・高性能チャンネル材料の開発、半導体界面のキャリア輸送の物理の開拓、サブスレッショルド特性の制御、キャリア注入の制御などにより有機エレクトロニクス素子を高度化する研究に取り組む。
- ・汎用溶媒に可溶性物質を用いた有機薄膜電界効果トランジスタを開発し、その動作特性を明らかにする。
- ・ペロブスカイト型マンガン酸化物薄膜、および、そのチタン酸化物とのヘテロ接合において、フェムト秒パルス照射による高速の伝導性制御と磁化制御を試みる。さらに、光誘起絶縁体-強磁性金属転移の外部磁場による制御の可能性を検討する。磁場下過渡反射分光測定によって、転移の時間特性を詳細に評価し、電荷とスピンのダイナミクスの機構を明らかにする。
- ・強磁性体を電極とするマルチフェロイック物質の積層型キャパシタにおいて、強誘電分極の電界反転に伴う強磁性電極の磁区構造変調の可能性を、スピン SEM を用いた実空間観察により検証する。また、強相関酸化物のヘテロ接合界面における磁化と分極の相関効果を光学的手法及び磁気輸送測定により検証する。
- ・抵抗変化メモリ効果について、界面近傍における酸素欠陥の生成・消滅と抵抗状態の関係を明らかにし、その動作機構解明へとつなげる。
- ・電子ビーム直接描画技術およびフォトリソグラフィ技術を組み合わせた、遷移金属酸化物のサブミクロンアレイが作製可能な微細加工プロセスを開発する。また、強相関酸化物のスピン侵入長を評価するために、強相関スピントネル接合による強相関スピン注入素子を設計・試作する。

2-(3)-② 新機能ダイヤモンドデバイスの開発

【中期計画（参考）】

- ・各種の応用を目指したダイヤモンドデバイスを実現するために、材料加工技術、表面修飾技術及び界面準位の面密度を $10^{12} \text{ cm}^{-2}$ 以下に抑制する界面制御技術の開発を行う。

《平成20年度計画》

- ・高配向基板上ダイヤモンド p-i-n 構造からの発光効率の向上を図り、単結晶基板上ダイヤモンド p-i-n デバイスの高温動作を確認する。また、低エネルギー電子放出デバイスを作製する。n 型ダイヤモンド薄膜のさらなる性能向上を図る。100ミクロン程度の広い範囲にわたる完全平坦ダイヤモンドを合成する。

【中期計画（参考）】

- ・ダイヤモンドの持つ優位性を生かした10 kV 耐圧デバイス、ナノモルレベルの感度を持ち100回繰り返し検知可能なバイオセンサ及び紫外線発光デバイス等のダイヤモンドデバイスを開発する。

《平成20年度計画》

- ・ダイヤモンドを用いたパワーデバイスの高温動作を実現するために、電極の耐熱性の評価と改良を進める。平成20年度では、耐熱ショットキー電極実現のため、電極に高融点金属を使用する為の材料探索と、スタティックバーンインテストによる250°C10万時間相当の耐熱性実証を目指す。

- ・ダイヤモンドを電極とした電気化学センサーで、1 μm 程度のセンサーサイズを実現し、超高感度を実証すると共に集積化による高スループットスクリーニング手段としての可能性を確認する。

【中期計画（参考）】

- ・ダイヤモンドのデバイス化に不可欠な大型基板作製のための基盤技術を開発し、1インチ以上の種結晶を合成する。

《平成20年度計画》

- ・シミュレーションと実験の併用によって合成面積を1インチφまで拡大し、20 mm φ 単結晶ダイヤモンドを合成する。

2-(4) ナノ現象解明のためのシミュレーション技術の開発

ナノスケールデバイスの動作原理の解明とその設計・製作には、数 nm から数100 nm のスケールをカバーする高精度かつ高速なナノシミュレーション技術が不可欠である。そのため、ナノシミュレーション技術の開発を行い、分子デバイスや有機デバイス等の作製を支援する。また、より広範なナノ物質の構造、物性、反応やナノ現象等について広範な理論研究を行う。

2-(4)-① ナノ物質の構造と機能に関する理論とシミュレーション技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・量子力学及び統計力学に基づくシミュレーション技術を高機能化及び統合化して、ナノデバイス設計のための統合シミュレーションシステムを開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・シミュレーション技術の高機能化及びその適用として、以下を研究する。

- 1) 平成19年度に引き続き、ナノ構造体の構造安定性と動的性質を予測・解析する分子シミュレーション技術を開発する。具体的には、一般化粗視化法、次世代ポテンシャル関数、高速高精度自由エネルギー計算法の開発を進め、脂質二重膜・リポソームの安定性と形成過程、糖鎖と蛋白質の相互作用の解析、新構造シリコンナノ構造体、イオン性液体、水素貯蔵合金などに適用する。
- 2) 第一原理電子状態計算コードについて、平成19年度整備を始めた交差相関研究のためのツールをより充実させる。界面・ナノスケール格子欠陥に着目した研究を継続し、新世代デバイス材料の開発に貢献する。平成19年度開発したオーダーN法を、実材料に適用する。
- 3) 燃料電池技術の高度化・設計に向けて新たな電解質膜に資する第一原理計算を行う。  
新規タイプのフロン代替物の環境影響評価に資する大気反応の解析等を行う。
- 4) GWプログラムの整備を継続すると同時に、GW近似で十分に表現できない強相関効果に対応するために平成18年度よりプログラムを開発してきた動的平均場理論+GW近似の多元系に対する適用を開始する。はじめのターゲットとして3d遷移金属酸化物を調べる。

## 【中期計画（参考）】

- ・単一分子を介した電子輸送や単一分子に起因する化学等の問題に適用できる新しいシミュレーション理論を構築する。

## 《平成20年度計画》

- ・単一分子を介した電子輸送に適用できる新しいシミュレーション理論を更に精密化する為に、分子内部を流れる電流と非平衡分子内フォノンを介した熱流の間の相関を正しく取り扱うための理論を定式化する。この理論を、高い効率係数が期待されている単一分子架橋系における熱電特性の研究に応用する。

## 【中期計画（参考）】

- ・ナノ材料やナノ流体等の構造及び機能に関する理論を進展させ、実用的なナノ材料設計及びナノデバイス・プロセスモデリングを行うソフトウェアプラットフォームを構築する。

## 《平成20年度計画》

- ・2成分流体のマイクロ流動挙動の、流路形状、流速などのパラメータに対する依存性を解明する。液晶の表面配向について、液晶層厚み等のデバイス構造パラメータを考慮した実デバイスにより近い系のモデリングを行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・ナノスケールの理論研究により、量子コンピューティングを実現する新たな構造及び相転移を高速化する光誘起相転移材料の最適組み合わせ構造等の提案を行い、最先端デバイスの開発を先導する。

## 《平成20年度計画》

- ・ナノスケール高温超伝導ジョセフソン接合における巨視的量子ダイナミクスを理論的に解析し、その機能性を活用した量子コンピュータの理論提案を目指す。ナノ狭窄領域を有する強磁性薄膜における磁壁構造の電流に対する応答を明らかにし、半導体ナノ構造中の電子スピンの量子力学的な状態を検出する手法の開発を行う。強磁性ナノ構造における電流誘起スピンドダイナミクスの理論を進展させ、高感度磁気センサーおよびマイクロ波発振素子の開発を行う。

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

製造業以外で大きな排出源である輸送機器と住居からのCO<sub>2</sub>排出の削減に材料技術から取り組むため、軽量合金部材の耐熱性向上と大型化する技術を開発し、エンジンと車体の軽量化を実現し、また、高断熱等の機能化建築部材に関する研究開発を行うことにより、建築物の居住性を損なわずにエネルギーの消費低減に貢献する。

- 3-(1) 耐熱特性を付与した軽量合金部材の開発

輸送機器の重量を軽減することを目的として、実用的な耐久性を持つ鋳鍛造性と耐クリープ性に優れた耐熱軽量合金及びその加工技術の開発を行い、エンジン部材等への使用を可能にする。

- 3-(1)-① 耐熱性軽量合金の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・軽量金属材料のエンジン部品を実現するため、鋳鍛造部材の製造技術に必要な耐熱合金設計、連続鋳造技術、セミソリッドプロセスによる高品質部材化技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・鋳鍛造部材の製造技術に必要な合金設計技術として、Mg合金の凝固機構に基づくAlとCa、およびSiの最適添加によって、Mg合金の耐熱性能の向上を目指す。さらに、耐熱Mg合金の高品位ビレットを製造するために、連続鋳造において問題となる表面酸化層の成長を抑制する技術を開発する。耐熱Mg合金の高品質部材化技術として、射出成形法を応用したセミソリッドプロセスの開発を行う。

- 3-(2) 軽量合金材料の大型化と冷間塑性加工を可能とする部材化技術の開発

輸送機器の車体等を軽量化するため、冷間塑性加工が可能な軽量合金の薄板材とその加工技術を開発し、低コストの軽量合金素形材の生産技術を実現する。

- 3-(2)-① 高加工性軽量合金素形材の開発

## 【中期計画（参考）】

- 車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために必要な連続鋳造技術、冷間塑性加工プロセスによる部材化技術、集合組織制御による面内異方性を低減する圧延薄板製造技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

## 《平成20年度計画》

- 連続鋳造機で高品質合金ピレットを製造するための組織制御技術を高度化する。Mg合金と鉄系材料の摩擦攪拌異種接合材の最適接合条件を探索する。Mg合金圧延板の成形性に対する異周速圧延条件や組成の影響を明らかにし、成形性の改善を目指す。クロスロール圧延法により効果的に面内異方性を低減させるための圧延条件や合金組成を探索し成形性を検証する。高い耐食性を示すSi含有DLCコーティングを未研磨のMg合金に行い、その効果を評価すると共に高速成膜技術の一層の高度化を図る。

## 3-(3) 快適性及び省エネルギー性を両立させる高機能建築部材の開発

住環境の冷暖房の効率を向上させる高断熱部材の開発、我が国の高温多湿な気候風土に適した「調湿材料」等の居住者の快適性を確保する知能化建築部材の開発及びそれらの低コスト化技術の開発を行う。

## 3-(3)-① 省エネルギー型建築部材の開発

## 【中期計画（参考）】

- 建築物の空調エネルギーを10%削減するための調光ガラス、木質サッシ、調湿壁、透明断熱材、セラミック壁及び照明材料等の各種部材の開発及び低コスト化を行う。また、熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。

## 《平成20年度計画》

- 平成19年度に実験住宅に実装した調光ミラー窓ガラスについて、透明状態での透過率を損ねることなくミラー状態での反射率を向上させる試みを行い、空調エネルギー削減効果を検証する。サーモクロミックガラスでは、作製プロセスの低コスト化を目指し湿式成膜法を検討する。木質材料では、細胞軟化条件と細胞座屈の関係性を明らかにし、それにより薬液含浸や圧縮変形における加工不良の改善させることを目指す。調湿材料系では、平成19年度にイモゴライト合成前駆体より高性能な吸着剤を新たに開発したが、平成20年度は新規及び従来のイモゴライト系吸着剤の評価と各種用途に応じた吸着性能最適化の検討を行う。廃棄物リサイクル保水建材では、実験住宅における実証試験を継続して省エネルギー効果の評価、及び保水力増加・耐寒性等製品としての機能向上を図る。
- 蛍光ガラスと紫外LEDを組み合わせた平面光源のエネルギー変換効率を検討し、実用デバイスとしての具体的な用途、開発目標を明らかにする。蓄光材料については強い蓄光性能を示すガラスを作成するための組

成探索を行う。

## 4. ものづくりを支援するナノテク・材料共通基盤の整備

我が国のものづくり産業の国際競争力強化を支援するためには、ものづくりの共通基盤ともいえる先端的な計測・加工技術を開発し、これを国内事業者に普及することが重要となる。そのため、ナノレベルでの精密な計測や加工を可能とする技術や設計した機能をそのまま実現する部材などの開発を行う。さらに、これらの技術を産業に移転するための先端微細加工用共用設備の整備と公開運用を行うほか、加工技術の継承と活用を図るためのデータベース等を作成して、公開する。

## 4-(1) 先端計測及びデータベース等の共通基盤技術の開発

機能性材料及び先端計測・加工技術の社会への受容を促進するため、共通的また政策的な基盤の整備を行い、ものづくり産業を支援し、国際競争力の強化に資する。また、加工技術の継承と活用を推進することにより、少子高齢化による熟練技術者の不足問題への対策を行う。さらに、製造環境や作業者の状態等を総合的にモニタリングする技術等を開発し、製造産業の安全と製品の信頼性の向上に貢献する。

## 4-(1)-① 高度ナノ操作・計測技術とナノ構造マテリアルの創成技術の開発

## 【中期計画（参考）】

- 加工と計測との連携を強化するための、プローブ顕微鏡等を応用した複合的計測技術を開発する。また、計測データの解析を支援するナノ構造体のシミュレーション・モデリング法、高精度計測下での生体分子のその場観察と操作技術等の新手法を開発する。

## 《平成20年度計画》

- 平成19年度までに開発された走査型近接場光学顕微鏡を用いて、高効率半導体発光素子や量子輸送計測用ホール素子など、ミリメートルオーダーのサイズを有する試料に対して、100 nm程度の空間分解能を有しながら試料全面の発光空間分布が測定できることを確認する。
- エネルギー損失電子顕微鏡によるソフトマテリアルの解析のために重要な問題である装置のコンタミネーションを解決するプロセスを開発し、高分子材料等における分子レベルの化学状態分析の精度、信頼性を向上させる。企業との共同研究を通じて本手法の産業界への貢献、装置開発の支援を進める。

## 【中期計画（参考）】

- 金属ナノ粒子、ナノコンポジット材料やコポリマー等のナノスケールの微細構造を持ち、特異な物性を発現する新規ナノ材料の開発及び探索を行う。また、ナノ構造材料の形成プロセスと機能的利用を進めるモデリング技術を開発する。

## 《平成20年度計画》

- 平成19年度に見いだされた担持タングステンナノクラスター上での窒素分子の還元反応は、マイルドな条件下での窒素分子からのアンモニア合成に発展する可能性がある。平成20年度は室温での窒素分子の還元によってアンモニアが生成することを検証するとともに、それに最適な諸条件を明らかにする。
- 多層カーボンナノチューブ (MWCNT) の特性を最大限に生かすためポリマーブレンド/MWCNT 系の高せん断成形加工を行い、“one step”での精緻な構造制御を図る。また、光触媒の機能を有する二酸化チタン (TiO<sub>2</sub>) を MWCNT にグラフト化 (MWCNT-g-TiO<sub>2</sub>) し、樹脂への分散を図り、新規な複合材料創製を図る。ナノコンポジット化に向けた新規機能性無機微粒子を開発する。酸化チタンや酸化タングステン等の形状や結晶方位を制御し、高度な光触媒機能等を有する無機微粒子の創製を図る。

## 4-(1)-② 新機能部材開発のための基盤技術の開発

## 【中期計画 (参考)】

- ナノ結晶粒や準安定相の利用等による高性能なエネルギー変換型金属部材及び鉛を用いない新規圧電体等の低環境負荷型セラミックス系材料に関して、材料設計、作製プロセス及び特性評価方法等を開発する。

## 《平成20年度計画》

- ナノ結晶ホイスラー熱電材料の更なる特性向上のために、薄膜化技術を開発し、ナノ結晶ホイスラー薄膜を用いた熱電素子の特性を明らかにする。また、酸化チタン系などの資源生産性に優れた熱電材料に対しては、粉末冶金法を利用した材料合成・素子成形技術により非平衡相化あるいはナノ結晶化、複合化を行い、熱電特性の向上を目指す。希土類磁石の更なる高性能化のために、メカニカルアロイングなどの非平衡化プロセスとパルス通電焼結などの高エネルギー成形技術プロセスを組み合わせて、緻密な焼結体を作製する技術を開発する。
- 従来の超硬材料の希少資源省使用化技術として、希少資源である W の使用量を超硬工具で低減するため、TiCN 系サーメット合金の合成技術の開発を行い、組織微細化あるいは複相化によるサーメット合金の機械的特性の改善を図る。また、Fe をベースとした結合相を利用した新しい硬質材料を開発し、従来の超硬合金 (WC) に比して耐熱性の改善を目指す。新機能部材開発のための基盤技術として、微細結晶粒 Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub> 焼結体の開発を行っている。平成20年度は組成と焼結条件が形成相に及ぼす影響を明らかにし、形成相の高純度化を図る。飲料水配管に用いられる従来の青銅合金の有害資源代替技術として、鉛を Bi に代替した青銅合金の鑄造技術の開発を行い、低 Bi 含有青銅合金を凍結鑄造にて実用形状に鑄造する技術を開発する。また、得られた鑄造材の機械的特性と組織の関係

を明らかにする。

- 希土類磁石のリサイクルに関し、溶解、抽出操作における各種操作条件の最適化を行う。また、蛍光体リサイクル・再利用のための湿式処理・再合成に関しては、最適粒径化 (粒子成長) を目標として、前駆体合成及びその後の焼成過程の各条件間の関係及び制御方法を明確にする。さらに、再利用に関しては、廃蛍光体の性能回復に関する特性評価を進め、適正な処理方法を明らかにする。(IV.1-(4)-②より再掲)
- レアメタルの資源量・埋蔵量及び地域偏在性に関するデータ収集を行う。

## 【中期計画 (参考)】

- 高次構造制御等により、優れた電磁氣的、機械的、熱的及び化学的特性を示す有機部材及び有機無機ハイブリッド部材を開発する。

## 《平成20年度計画》

- モノマーの構造や重合条件等の改良を図り、大面積化が可能な耐熱性有機無機ハイブリッドの作製条件を検討する。
- 水酸基含有ポリプロピレンを用いた複合材料の開発を行う。また、耐熱性ポリオレフィン材料として期待されるシンジオタクチックスチレン系共重合体合成用触媒系の開発を行う。

## 4-(1)-③ 加工技能の技術化と情報化支援技術の開発

## 【中期計画 (参考)】

- 加工条件や異常診断等に係わる熟練技術者の技能をデジタル化する手法を開発し、その結果をもとに加工技術データベースを構築する。これらの成果を企業に公開することで、要素作業の習得に要する期間の半減等の企業における人材育成への貢献を実務例で実証する。

## 《平成20年度計画》

- 加工技術データベースについてはほかの機関と連携した普及活動により企業利用者の拡大に努め、新たに1,200ユーザを獲得する。加工テンプレートについては、企業20社での試用により実用性評価を70件以上行うとともに、設計・製造ソフトウェアの開発基盤である MZ プラットフォームとの融合などによるインターフェイスの改良により普及発展に努める。
- 作業中にタイムリーに情報を提供する対話的支援の基本技術を研究開発する。平成19年度まで行ってきた熱加工作業に対する試作システムを、インタラクティブな要素を強化して発展させるとともに、新たに組み立て作業を例題にした作業支援試作システムを作製する。
- 平成19年度に試作した熟練者作業計測装置類については、適切な企業との共同研究による実用化・商品化を目指すために、改良を引き続き推進する。具体的には、これらの装置類を用いて製造事業者の現場において熟練技能計測を行い、作業技術継承への有効性を実証する。

## 【中期計画 (参考)】

- ・製造業が自社業務に合った設計・製造ソフトウェアを容易に作成することを可能とするプラットフォームを開発して、1000社以上への導入を目指す。さらに、企業の業務形態に合わせて設計・製造プロセスをシステム化・デジタル化する技術を開発して公開し、現場での運用により効果を確認する。また、設計・製造プロセスにおける性能・品質の多面的評価等を行う技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度に試作した熟練者作業計測装置類については、適切な企業との共同研究による実用化・商品化を目指すために、改良を引き続き推進する。具体的には、これらの装置類を用いて製造事業者の現場において熟練技能計測を行い、作業技術継承への有効性を実証する。

#### 4-(1)-④ 安全・信頼性基盤技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・製造環境等のモニタリング用として、 $H_2$ やVOC等の雰囲気ガスや温度を高感度かつ選択的に検出するセンサを開発する。また、作業者の状態を総合的にモニタリングし、作業の安全性と信頼性を保つための予測技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・マイクロ熱電式センサに用いる触媒等の性能を高め検知性能を高度化する。VOCセンサの安定性と信頼性の向上を図りプロトタイプを作製する。セラミックス系COセンサの応答速度と選択性の向上を図る。汗中乳酸などの測定を簡便にできるマイクロ流体集積デバイスのプロトタイプを作成する。心電図からの疲労計測のデータの蓄積を行うことで信頼性の向上を測るとともに、リアルタイムで心電図からの疲労度判定計測可能なシステムを開発する。呼気、汗などのデータも合わせた判定を試行する。

【中期計画（参考）】

- ・MEMS技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証する。

《平成20年度計画》

- ・シリコン微細加工を利用した振動型センサの複数の集積化により分析機能を付加し、濃縮機構と組み合わせ小型におい検出システムを試作する。また、超低消費電力型の圧電加速度センサおよびバイメタル温度センサの試作・評価を行うとともに、平均消費電力0.1 mW以下レベルのイベントドリブン型無線センサ端末を実現する。

【中期計画（参考）】

- ・プローブ特性やデータ処理方法を改良した計測システムの構築により、大面積部材の非破壊検査が現状の10%以内の時間で可能となる技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・渦流探傷法等電磁気的手法を用いた非破壊検査データから欠陥を再構成するプログラムの高度化を継続するとともに、電磁プローブの改良を進める。これらを統合し、大面積部材の計測時間が既存の計測法の10%以内となるような非破壊検査システムの構築を図る。また、内部欠陥を含む様々な欠陥についても、その欠陥検出精度を向上させる。さらに、電磁気的手法を用いて稼働中の実機の欠陥モニタリングを可能とするため、荷重負荷中での非破壊検査を試行する。

#### 4-(1)-⑤ ナノテクノロジーの社会影響の評価

【中期計画（参考）】

- ・ナノテクノロジーの社会影響について、意識調査も含めた総合的な調査を実施して、その結果を広く公表して施策の提言等に資する。ナノテクノロジーの技術的側面と社会的意義及び潜在リスクをバランス良く整理したナノテクについての教材を開発して普及を図る。

《平成20年度計画》

- ・ナノテクノロジーの社会影響に関して、具体的な技術課題に即してリスク管理、倫理、コミュニケーションの観点から議論を行う。特にコミュニケーションにおいて重要なナノテクノロジー用語の国際標準化に取り組み、ISOのナノテクノロジーに関する技術委員会において炭素ナノ材料用語規格案の国際合意を目指す。

#### 4-(2) 先端微細加工用共用設備の整備と公開運用

ナノテクノロジーやMEMS作製に必要な最先端の微細加工施設を整備し、産業界及び大学の研究者と技術者が利用可能な仕組みを整え、微細加工のファウンドリ・サービス等を実施して、横断的かつ総合的支援制度を推進し、産業界の競争力強化と新産業創出に貢献する。

#### 4-(2)-① ナノプロセッシングファウンドリ・サービスの実施

【中期計画（参考）】

- ・共用ナノプロセッシング施設をさらに拡充・整備し、支援プログラムを通じて産総研内外に公開することで、ナノテクノロジー研究者・技術者の研究開発支援を充実させる。

《平成20年度計画》

- ・ナノテクノロジーの社会的基盤プラットフォームとして、産総研ナノプロセッシング施設(AIST-NPF)の拡充・整備を継続し、産総研における研究支援・人材育成に係わる拠点とネットワークを形成する。そして、その研究支援インフラを産総研内外に公開することで、ナノテク研究者・技術者への研究開発プロモーションを実施する。また、そのプラットフォームを活用し、産総研内外へのナノテクノロジー産業人材の輩出と若手研究者のキャリアパス多様化促進を目指す。

#### 4-(2)-② MEMSファウンドリ・サービスの実施

【中期計画（参考）】

- ・共用MEMSプロセッシング施設をさらに拡充・整備

し、産総研内外に公開することで、プロトタイピングを迅速に行うなどにより、研究者・技術者への研究開発支援を行う。

《平成20年度計画》

- 高度情報化社会の技術基盤となる高機能 MEMS 製品の開発促進を目指し、MEMS やナノインプリント技術を異分野産業に提供し、各種アイデアの迅速な実証によるビジネス化の促進を図る。MEMS 技術に参入を考えている企業技術者等を対象に、MEMS の基礎知識、設計手法（設計シミュレーション）、プロセス実習・講習（マスク作成からエッチング技術、計測・評価技術の体得）を通して、MEMS 技術を学んでもらい、MEMS 技術の普及に努める。MEMS 人材育成事業のための実習教材（人間計測、光デバイス等）の充実を図り、実習および研究会をそれぞれ4回以上行う。

#### 5. ナノテクノロジーの応用範囲の拡大のための横断的研究の推進

ナノテクノロジーの基盤技術をバイオテクノロジーへ応用展開し、医療技術等に革新的な進歩をもたらすための融合的な研究開発を行う。そのため、ナノスケールの計測・分析技術等を駆使して、生体分子間の相互作用等の解析を行い、その人工的な制御を可能とする。また、計算機の利用技術の開発によってナノスケールの生体分子のシミュレーションを実用化し、創薬等に寄与する。

#### 5-(1) バイオテクノロジーとの融合による新たな技術分野の開拓

生体と材料表面とのナノスケールの相互作用を利用したバイオインターフェース技術の開発を行い、創薬、診断及び治療に関わる技術の高度化に貢献する。また、創薬における探索的研究プロセスを大幅に短縮するタンパク質等の複雑な生体分子のシミュレーション技術を開発する。

#### 5-(1)-① バイオインターフェース技術の開発

【中期計画（参考）】

- 標的指向ドラッグデリバリシステムの効果を前臨床段階で確認し、製薬企業への技術移転を図る。

《平成20年度計画》

- 脳虚血疾患の診断、治療へのアクティブターゲティング DDS 応用を考える。脳梗塞周囲の血流低下領域の検出診断方法への応用に関して検討する。

【中期計画（参考）】

- 生体適合セラミックスのナノ構造を制御する新規形成プロセスの開発を行い、人工骨や経皮デバイス等へ応用する。

《平成20年度計画》

- これまでに開発してきたアパタイト複合化手法を応用して、遺伝子及びタンパク担持アパタイト-高分子複合体を作製し、得られた複合体表面における遺伝子導

入効率を評価する。ナノ構造を持つ材料上での細胞培養によるマテリアルゲノミクス、プロテオミクスを更に発展させるべく、コラーゲンスポンジ、ナノピラーなどの材料上での間葉系細胞のゲノミクス、プロテオミクス解析を行う。間葉系幹細胞への quantum-dot 導入方法を確立し、間葉系幹細胞を用いた骨、軟骨、脂肪組織再生における前臨床評価方法を確立する。複数種の細胞からなる緻密な細胞パターンの作製法を確立する。また、ナノスケールの孔を有する半透膜材料や生体分子等を利用して脳神経疾患に対する細胞移植治療において有用な新規の医療用材料の開発を行う。

【中期計画（参考）】

- 微小流路における流体現象を活用した診断用チップの実用化を図る。また、超臨界流体の特異性を利用した局所的化学プロセスを開発し、高効率流体化学チップを実現する。

《平成20年度計画》

- 微小流路における流体現象を活用した定比吸引手法を流体の物性値測定へ拡張し、試薬による診断に加え物理物性値による診断にも利用可能な、新たな付加価値を持つ流体操作技術の確立を行う。また、マイクロ空間での連続多段反応技術を開発し、プロスタグランジン類などの生理活性物質を高効率に合成する技術を開発する。

#### 5-(1)-② 原子・分子レベルのバイオシミュレーション・モデリング技術の開発

【中期計画（参考）】

- これまで開発してきたフラグメント分子軌道法等のシミュレーション手法を発展させ、2万個程度の原子からなるタンパク質のような巨大分子の電子状態計算を可能にする。さらに、他のシミュレーション手法と組み合わせ、タンパク質工学や創薬における分子設計への適用を実現する。

《平成20年度計画》

- FMO に基づいた時間依存密度汎関数（FMO-TDDFT）法を応用して、タンパク質や分子集合系の励起状態の研究を行う。平成18年度より開発を継続している量子・古典融合（FMO/MM）法を開発を継続する。タンパク質とリガンドの相互作用エネルギー計算の一層の高精度化に向けて、基底関数重ね合せ誤差（BSSE）の補正法を開発する。

#### IV. 環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を実現するための研究開発

環境・エネルギー問題を克服し豊かで快適な生活を将来にわたって維持していくためには、産業活動に伴い発生する環境負荷を極力低減させつつ、エネルギーの安定供給を確保することにより、社会、経済の持続可能な発展を実現させていくことが求められる。このため、産業活動や社会生活に伴う環境負荷低減を図る

観点から、環境予測、評価及び保全技術を融合させた技術により、環境対策を最適化する。また、地圏・水圏循環システムの体系的理解に基づいて、環境に調和した国土の有効利用を実現するとともに、エネルギーと資源の効率的利用によって、化学産業の環境負荷低減を促進する。エネルギーの安定供給確保を図る観点から、燃料電池及び水素等の分散エネルギー源の効率的なネットワークを構築するとともに、再生可能エネルギーであるバイオマスエネルギーを導入し、エネルギー自給率を向上させ、CO<sub>2</sub>排出量を削減する。加えて、産業、運輸及び民生部門の省エネルギー技術開発により、CO<sub>2</sub>排出をさらに抑制する。

#### 1. 環境予測・評価・保全技術の融合による環境対策の最適解の提供

環境対策の最適解を提供する新しい技術を創造するためには、評価技術及び対策技術の双方を高度化しなければならない。このうち、評価技術においては、化学物質リスクの評価に基づいた環境対策を提案する技術と環境負荷の評価に基づいた環境対策を提案する技術の両方を確立する必要がある。前者に対しては、最適なリスク管理を実現するための技術を、後者に対しては、生産・消費活動の最適解を提案できる技術を開発する。また、対策技術においては、環境汚染の拡大を未然に防止する技術が必要である。このため、汚染の早期検出及び経時変化を予測できる環境診断・予測技術及び汚染を効率的に除去するリスク削減技術を開発する。

##### 1-(1) 化学物質の最適ナリスク管理を実現するマルチプルリスク評価手法の開発

化学物質の最適ナリスク管理を実現するため、リスク評価の概念を普及させるとともに、評価と対策の融合を含む総合的なリスク評価技術とそれを用いた管理手法を開発する必要がある。リスク評価の概念普及のためには、既存物質について詳細なリスク評価を実施して公開するとともに、代替物質や新技術による生産物等のリスク評価も実施する。総合的なリスク評価のためには、従来困難であった多面的な評価に基づくマルチプルリスク評価技術を開発する。化学物質のうち、火薬類や高圧可燃性気体等については、利用時における安全性の確保も重要な課題である。このため、安全性評価基準等の国際的統一化に向けた研究開発を実施するとともに、構造物等の影響を考慮した評価技術を開発し、燃焼・爆発被害を最小化する技術を開発する。

##### 1-(1)-① マルチプルリスク評価手法の開発

###### 【中期計画（参考）】

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

###### 《平成20年度計画》

- ・化学物質暴露に関連するヒト健康エンドポイントのデータベースを作成し、それらに対して、主に既存の推計値を利用し、症状の重みに応じて QOL（生活の質）の値を付与し、異なる種類の健康リスクを比較可能な形にすることを旨とする。
- ・時間軸（将来世代）および距離の軸（国内から途上国まで）の双方に関する利他的な関心や支払意思額が存在を、いくつかのアンケート調査等を通して調査するとともに、そうした利他的な動機付けが強まる条件や強化するための手段を明らかにする。
- ・室内濃度推定モデルについては、部材の放散速度と吸着係数から製品の放散速度を推定する式を構築し、実測値との比較により妥当性を検証する。さらに、部材の放散速度と吸着係数が未知である化学物質を対象とした推定方法についても検討する。

###### 【中期計画（参考）】

- ・30種類以上の化学物質について詳細リスク評価書を完成させ、公表するとともに、社会とのリスクコミュニケーションの中でリスク評価手法を改善し定着させ、行政、産業界での活用を促進する。また、これまで開発してきたリスク評価・解析用ツールを公開し、行政、産業及び教育の場で広く普及させる。

###### 《平成20年度計画》

- ・オゾン等9物質の詳細リスク評価書を、書籍として出版する。さらに、新たな物質として、水銀とヒ素を取り上げ、それらの使用・排出実態から、環境中の動態や存在量や形態、ヒト・生態への暴露、リスクレベル、対策オプションについて、最新のリスク評価手法を駆使し、詳細に検討する。
- ・次世代 ADMER を用いて関東地方を対象に実環境でのシミュレーションを実施し、オゾンや関連物質の環境中濃度分布と排出削減による効果を予測する。水系暴露解析モデルについては、日本全国の主要河川を対象に、洗浄剤用途の化学物質の河川水中の化学物質濃度を推計し、既報の実測濃度との比較により検証を実施する。海域モデルについては、海洋生物への化学物質蓄積モデルを完成させ、東京湾を対象とした環境濃度予測モデルに組み込む。
- ・平成19年度までに開発してきた LCA 用ソフトウェア（日本語版・英語版）の更なる普及を目指し、また、「化学物質リスク評価書」の出版を始めとした研究成果、並びに火薬類の安全性に係わる成果をとりまとめ、研究成果の解釈の提示や普及から一歩踏み込み、研究者と社会・産業界との相互関係を密接にモニタリングし、相互のコミュニケーションを確立するための活動として、外部に開かれた窓口を設置する。

###### 【中期計画（参考）】

- ・互いに関連しあう複数のリスクのトレードオフ構造の中で、社会が許容可能なリスクを選択できるマルチプ

リスク管理のためのリスク評価手法を確立するため、複合製品のリスク評価手法、定量的構造活性相関（QSAR）を用いた未知の化学物質の毒性予測手法及び多物質を対象にした包括的評価手法を開発するとともに、すでに実施されてきたリスク管理対策事例から政策効果等のデータベースを構築する。

《平成20年度計画》

- ・ヒト健康影響については、有害性情報の収集を継続し、データマイニングによる影響相互の関係の抽出を行い、毒性専門家の既知見も加えて、ヒト健康影響の種類と相対強度を推論するアルゴリズムの基本骨格を構築する。生態影響についても、基本データセットの作成を継続するとともに、基本データセットを基に、QSAR手法とデータマイニング（ニューラルネットワーク等）を用いて、欠如した有害性情報を補完する推論手法の基本骨格を構築する。
- ・構築した GIS データベースの値を用いて生産地での農・畜産物中の化学物質濃度を地域特異的に推定する植物モデルと家畜モデルを構築する。また、植物及び家畜モデルで対象とする農・畜産物の生産地から消費地への定量的な物流を推定する手法を空間的相互作用モデルを用いて検討する。
- ・工業用洗浄剤用途の物質について、排出原単位を洗浄特性により分類・整理し、工程特性と排出量（排出係数）を関連付けて排出量推計式を導出する。また、プラスチック添加剤用途の物質については、製造段階のみならず、消費、廃棄段階も含めて排出寄与が大きいライフサイクル段階を特定し、物性等と関連付けて排出量推計式を導出する。
- ・平成19年度までに実施した LCA 手法開発、化学物質のリスク評価手法開発を基礎として、製品事故リスク・健康リスク・生態リスク評価に基づく管理を基本理念とした地球レベルでのサブスタンスシミュレータを開発に着手する。中でも、有害性と資源性を持つ鉛に着目し、地球的視点と持続性の観点から金属資源の消費と廃棄に伴うリスクを、地球レベルにおいて評価するためのシミュレーション手法について検討を開始する。具体的には、シミュレータ構築のための基礎的知見の収集・整備、鉛のグローバルスケールでの動態予測モデルの開発、およびシミュレータを用いた影響予測と対策の評価・提案、の3点について、研究を実施する。

【中期計画（参考）】

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

《平成20年度計画》

- ・工業用洗浄剤とプラスチック添加剤の用途の化学物質を対象に、欠如している暴露情報と有害性情報を補完

しつつ、非代替物質と代替物質のリスクを共通指標で評価、比較する。これにより、ヒト健康リスクや生態リスクを削減する方向で、適切に物質が代替されるか否かを判断する手法の枠組みを構築する。

【中期計画（参考）】

- ・環境中でのナノサイズ物質の反応・輸送特性を解析できる粒子計測・質量分析技術を開発するとともに、ナノテクノロジー等の新規技術+B532術体系により作られる物質に対し、社会への導入以前にそれらの物質に内包されるリスクを事前評価する手法を開発する。

《平成20年度計画》

- ・排出／暴露評価としては、排出模擬試験や実際のプロセスでの計測を通じて、主要な5種類の排出/暴露シナリオを作成する。有害性評価としては、試験を継続して行い、前年度までの結果や文献情報を併せて、ナノ材料による生体影響の粒子サイズによる違いについて見解をまとめる。社会科学的研究としては、これまで実施してきた法規制、一般市民の認知、自主的報告制度に関する調査等を踏まえて、社会的なリスク管理のありかたについてまとめる。また、カーボンナノチューブ、フラーレン、酸化チタンについて、暫定的なリスク評価書を作成し、外部有識者によるピアレビューを実施する。
  - ・ナノ粒子のフローチャンバー内の挙動の経時変化に与える化学的性質（分子間相互作用）と物理的性質（粒径、形状、密度）の効果に関する観測データを系統的に集積し、挙動モデルを構築する。カスケード篩法によるサブミクロン領域でのカーボンナノチューブ（CNT）分級について検討し、分級装置化を目指す。
- 1-(1)-② 爆発の安全管理技術の開発(IV. 1-(2)-①を一部再掲)

【中期計画（参考）】

- ・火薬類や高圧可燃性気体等の燃焼・爆発性危険物については、評価基準等の国際的統一化(GHS)が急速に進んでいることから、国連試験法を改定するとともに、我が国の実情に則した小型かつ高精度で国際的にも利用可能な試験法を開発する。これら新規試験法により取扱技術基準の資料となる各種保安データを蓄積する。

《平成20年度計画》

- ・カナダの国立爆発物研究所（CERL）との間で、引き続き、爆薬中間体の危険性評価と新規試験法開発を行う。その成果を OECD の専門家会議で公表し、国連 GHS 会議への試験法の提案を目指す。
- ・煙火等の火薬類の実験室規模ならびに野外での大規模実験を継続実施し、火薬類の取扱いにおける安全確保のために必要となる保安データを取得して、取扱技術基準作成ならびに規則改正へ向けて取り組む。

【中期計画（参考）】

- ・火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、構造物や地形等を考慮した周囲への影響



を予測する手法を開発し、燃焼・爆発被害を最小化するための条件を明らかにする。また、海外事例を盛り込んだ燃焼・爆発事故災害データベース及び信頼性の高い煙火原料用火薬類等の物性データベースを整備・公開する。

《平成20年度計画》

- 産総研で開発した爆発現象シミュレーションシステムにおいて、2-3次元爆風挙動数値解析技術を高度化し、谷間や山の背後等の複雑な地形や構造物に適用する。また、爆発源近傍の構造物の変形や破壊をより正確に評価するため、流体力学計算と構造計算の連成コードを開発する。
- 火薬類をはじめ化学災害事例を収集・公開し、事故進展フロー図による解析を行うとともに、教訓データおよび火薬類の物性データを拡充する。産業保安への貢献に向けて、保安力の評価ツールとしてのデータベースの環境整備を進める。海外の会議等に参加し、国内外の専門家とデータベースの連携について意見交換を行う。
- 煙火原料および煙火組成物について、火薬学的諸特性情報を整備し、RIO-DBの拡充を図る。また、不足している情報や信頼性の低いデータについては、文献情報の再検索や必要に応じて再実験により評価して、データ整備を行う。
- 平成19年度までに開発してきた LCA 用ソフトウェア（日本語版・英語版）のさらなる普及を目指し、また、「化学物質リスク評価書」の出版を始めとした研究成果、並びに火薬類の安全性に係わる成果をとりまとめ、研究成果の解釈の提示や普及から一歩踏み込み、研究者と社会・産業との相互関係を密接にモニタリングし、相互のコミュニケーションを確立するための活動として、外部に開かれた窓口を設置する。

#### 1-(2) 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

生産と消費に係わる諸活動の環境、経済及び社会への影響の統合的な評価手法として、ライフサイクルアセスメント（LCA）技術を開発し、広く普及させるとともに、LCA の方法論の適用対象を拡大する必要がある。このため、独自に開発した LCA 実施用ソフトウェアを国内外に普及させるとともに、LCA 研究の国際的なネットワークを構築する。適用対象の拡大については、企業や自治体等の組織の活動及び地域施策を LCA の方法論に基づき評価する手法を開発し、組織の活動計画の立案過程にその評価を導入する。

#### 1-(2)-① 生産・消費活動の最適解を提案するライフサイクルアセスメント技術の開発

【中期計画（参考）】

- 最新の成果である LCA 実施用ソフトウェア（NIRE-LCA, ver.4）の、我が国及びアジア諸国への普及を加速するとともに、ソフトウェアの改良のため、素

材・エネルギーに関する100品目以上のインベントリ（環境負荷項目）データの更新・拡充及び1,000人規模の調査等による社会的合意に基づいたインパクト評価手法を確立する。

《平成20年度計画》

- 平成19年度までに開発してきた LCA 用ソフトウェア（日本語版・英語版）のさらなる普及を目指し、また、「化学物質リスク評価書」の出版を始めとした研究成果、並びに火薬類の安全性に係わる成果をとりまとめ、研究成果の解釈の提示や普及から一歩踏み込み、研究者と社会・産業との相互関係を密接にモニタリングし、相互のコミュニケーションを確立するための活動として、外部に開かれた窓口を設置する。
- 平成19年度までに実施した LCA 手法開発、化学物質のリスク評価手法開発を基礎として、製品事故リスク・健康リスク・生態リスク評価に基づく管理を基本理念とした地球レベルでのサブスタンスシミュレータを開発に着手する。中でも、有害性と資源性を持つ鉛に着目し、地球的視点と持続性の観点から金属資源の消費と廃棄に伴うリスクを、地球レベルにおいて評価するためのシミュレーション手法について検討を開始する。具体的には、シミュレータ構築のための基礎的知見の収集・整備、鉛のグローバルスケールでの動態予測モデルの開発、およびシミュレータを用いた影響予測と対策の評価・提案、の3点について、研究を実施する。

【中期計画（参考）】

- 従来の製品評価型 LCA をベースに、企業活動、地域施策及びエネルギーシステムのインベントリとその影響並びに環境効率（価値/環境負荷）を組み入れた新しい LCA 評価法を開発する。また、この評価法を企業、地方自治体等の活動計画や政策立案に複数導入する。

《平成20年度計画》

- 平成19年度までに開発した企業の環境効率指標の新たな活用を検討する。その検討の一環として、企業の SRI（社会的責任投資）における投資の選択基準への活用について研究を開始する。
- 持続的発展可能な社会実現に向けて2050年の CO<sub>2</sub>排出半減、コンパクトシティ、循環型都市構築などが求められているが、都市規模や有効利用可能な地域再生エネルギーの違いによって、環境配慮型都市の実現化に異なるシステム化が要求されることが予想される。そこで、地域施策の評価・設計手法の新たな発展として、都市規模の違う都市をいくつか選定し、エネルギー、環境、経済、社会面を考慮した循環型都市システムの違いについて検討する。
- 1) 運輸部門の温室効果ガスおよび大気汚染物質の排出について、将来推移を検討する手法を開発し、アジア各国の自動車起因の環境影響の総合評価を行う。国

際資源循環について、特に日本とアジア諸国との間の物質フローに着目して環境と経済の両側面から検討を行う。

2) エネルギー技術開発について、費用対効果、社会的位置づけを考慮した多側面から評価する基本的手法の検討を推進する。

- ・バイオマス燃料のライフサイクルを考慮したリスク評価に向けた研究として、既存の燃料を基準にした爆発安全性評価研究、地球温暖化や生態系をはじめとする環境影響評価のためのデータや評価手法についての調査研究を実施する。
- ・素材産業の環境調和と持続可能性を追求するための意志決定ツールとして、世界の経済成長や人口増加等のシナリオを基に素材の使用量とそれに伴う環境負荷の発生量を計算するシミュレーションモデルの開発に着手する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・日本と密接な関係を有する国々との LCA 研究に関するネットワークを強化し、当該分野での国際的拠点として先導的な役割を果たすため、APEC 地域を中心としたワークショップを開催するとともに、UNEP/SETAC ライフサイクルイニシアチブ、GALAC（世界 LCA センター連合）及び LCA 関連の ISO において主体的に活動する。

#### 《平成20年度計画》

- ・UNEP/SETAC ライフサイクルイニシアチブの第2期計画であるアジアのキャパシテイビルディングの中心となるよう活動する。ISO では、環境効率並びにカーボンフットプリントに関する新たな作業への議論へ参加する。さらに、第8回エコバランス国際会議を主導し、LCA 研究を先導する。
- ・東アジアサミット関係プロジェクトでバイオマス利用評価に関するワーキンググループを組織、先導し、地域の研究拠点として機能させる。また、アジア地域の LCA 制度構築に向けた支援を継続する。

#### 1-(3) 環境問題の発生を未然に防止する診断・予測技術の開発

環境問題の発生を未然に防止するには、環境汚染を早期に検出するとともに、汚染防止対策の効果を確認して次の対策へのフィードバックを可能とする環境診断技術が必要である。また、得られたデータに基づき、環境の変化を予測し、対策の有効性を推定できる技術が必要である。このうち、前者に対しては、第1期に確立した計測要素技術をベースにして、高感度な水質監視や大気監視が可能なモニタリング技術を開発するとともに、微生物を利用した環境モニタリング技術を開発する。後者の予測技術に対しては、産業活動に起因する温暖化関連物質の排出源対策が緊急の課題であるため、CO<sub>2</sub>やフッ素系化合物の環境影響評価手法及び温暖化対策技術の効果を評価する手法を開発する。

#### 1-(3)-① 環境診断のための高感度モニタリング技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・水中の毒性量を評価する水質監視技術確立のため、毒物応答速度や再現性が悪い魚等を利用した既存システムに代わり、応答速度30分と分析誤差10%を有する微生物等の分子認識系を抽出・固定化した毒物センサを開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・化学物質応答性能の高い微生物およびそこから抽出したクロマトフォアについて、より高い応答安定性および感度を得るためにその固定化法の改良を図る。また、センサの現場水試料への適用から、共存物質のセンサ応答への影響評価等により実用化にむけた課題の抽出を行う。水銀を使用しない電極については、測定対象の拡大を行うと共に、分析システムのダウンサイジングにより水銀フリー電極の小型化を行い測定試料と必要試薬量を半減させる。光前処理法については、上記電極を用いた有害金属のモニタリング測定で必要な有害金属の化学形態の統一化を迅速に行える前処理法を確立する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・レジオネラ等の有害微生物を迅速に検出するため、従来、培養法で数日間、DNA 利用法でも数時間を要する分析を、数十分以内で分析可能な電気泳動とマトリックス支援レーザー脱離イオン化法質量分析装置（MALDI-MS）を利用した分析技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・環境中のレジオネラ等検出対象菌を選択的に濃縮する基盤技術の開発を行う。共存微生物存在下で検出対象菌を高感度選択的に検出するため、微細管内での電気泳動挙動の観察から分離条件の改良を図る。MALDI-MS を利用した株レベルでの微生物の迅速識別は、試料の前処理法やデータベースの整備をすすめ、より汎用性の高い手法へと発展させる。

##### 【中期計画（参考）】

- ・細胞内の分子形態や遺伝子発現を利用して、化学物質の有害性を評価するトキシコゲノミクスの分析法の確立のため、電気泳動及びプラズマ質量分析法による細胞中元素の分子形態が識別可能な分析装置の開発及び微量試料のマイクロ流体システムに電気化学活性マーカーを有するプローブによる遺伝子検出チップ等を組込んだ細胞中遺伝子の網羅的解析システムを開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・遺伝子を配列選択的に検出するための遺伝子プローブの高機能化と高密度集積化を図る。そのため、超分子化学に基づく高性能遺伝子プローブを開発するとともに、平成19年度開発したアレイスポットのさらなる高密度化を図る。CE/ICP-MS については、検出感度の

向上とともに2倍以上の検出安定性を得られるように、ネブライザーのさらなる改良や誘導結合プラズマ条件の最適化を図る。また、VCD 分光法による立体構造解析手法の開発をさらに推進し、医薬品等の産業への応用を図る。

【中期計画（参考）】

- ・高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、応答速度を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

《平成20年度計画》

- ・抗体固定化反応のプロセスを短縮するため、酵素処理による抗体分子サイズの縮小や抗体のチオール化による化学的な抗体分子修飾法とプラズマ重合法により合成したプラズマ重合膜被覆水晶振動子上への物理吸着または化学的結合による抗体固定化法を検討する。

1-(3)-② 地球温暖化関連物質の環境挙動解明と CO<sub>2</sub> 等対策技術の評価

【中期計画（参考）】

- ・CO<sub>2</sub>海洋隔離の環境影響に対する定量的評価法確立のため、海洋炭素循環プロセスを解明するとともに、CO<sub>2</sub>海洋隔離時の環境モニタリング手法及び国際標準となる海洋環境調査手法を確立する。また、CO<sub>2</sub>の海洋中挙動を予測するため、海洋の中規模渦を再現可能とした数10 km の分解能を持つ海洋循環モデルを構築し、現実地形の境界条件、CO<sub>2</sub>放出シナリオや生物・化学との関連等を統合した予測シミュレーション技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・二酸化炭素の海洋隔離に伴う海水の高二酸化炭素濃度化、低 pH 化による有機態炭素の循環過程への影響を評価するために、加水分解酵素活性と微生物群集による有機物分解活性の pH 依存性を室内実験等により検証し、具体的な隔離シナリオに基づいた定量的評価を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・クリーン開発メカニズムにおける植生の炭素固定量を評価するため、地上観測データと衛星データを統合的に解析する技術の開発により、現状50-100%である炭素収支推定誤差を半減させ、アジアの陸域植生の炭素収支・固定能の定量的マッピングを行う。また、CO<sub>2</sub>排出対策効果の監視の基本的ツールを提供するため、地域・国別 CO<sub>2</sub>排出量変動の識別に必要な数100 km の空間分解能を持つ CO<sub>2</sub>排出量推定手法（逆問題解法）を開発する。

《平成20年度計画》

- ・マイクロスケールの数値シミュレーションを使用し、森林キャノピー内で起こっている輸送について解析を進める。平成19年度に行った定点映像の解析をタイの

乾燥フタバガキ林および乾燥常緑樹林に適用し、混合落葉樹林と同様にフェノロジーを検出する試みを行う。全球航空機観測濃度データを用いた逆問題を解く。

【中期計画（参考）】

- ・都市高温化（ヒートアイランド現象）と地球温暖化の相互関係を評価する手法を構築するため、都市気象モデルと都市廃熱モデルの連成モデルを開発する。また、モデルにより都市廃熱の都市高温化を評価する手法を構築するとともに、廃熱利用や省エネルギー対策の都市高温化緩和に対する効果を定量的に評価する。

《平成20年度計画》

- ・温暖化に伴い、都市が受ける地域的気候変化について分析を行う。

【中期計画（参考）】

- ・フッ素化合物の適切な使用指針を示すため、第1期で開発したフッ素系化合物の温暖化影響評価・予測手法を改良し、省資源性、毒性、燃焼特性等の要素を考慮した総合的評価・予測手法を開発する。

《平成20年度計画》

- ・温暖化指標評価手法の完成を目指し、正確度と表示方法を改善する。つまり、濃度上昇の激しい二酸化炭素を基準とした現在の基準を改訂し、二酸化炭素を基準から排除した評価手法の検討を行う。また、実際の評価にこの手法を用いることで評価法の普及を図る。温暖化以外の評価として資源を加え、総合評価に近づける。
- ・燃焼限界に対する温度変化の影響についての測定を行い、予測手法を検討する。ISO の冷媒化合物の燃焼速度の測定を行うと共に、予測手法の高精度化を図る。工業洗浄剤の有力候補化合物について、トータルプロセスでの製造の効率化を検討するとともに、環境影響、燃焼性、特性等の評価から市販の工業洗浄剤との優位性を明らかにする。発泡剤開発に向けて、候補化合物の合成法の検討、環境影響、燃焼性評価を進める。

1-(4) 有害化学物質リスク対策技術の開発

リスク評価や環境負荷評価に基づいた事前対策によって、有害化学物質のリスク削減を実現するためには、従来の環境浄化・修復技術に加えて、潜在的な問題性が認識されているながら有効な対策がとられていない小規模発生源による汚染、発生源が特定困難な汚染及び二次的に生成する有害化学物質による汚染に対処可能な技術の開発が必要である。このため、空気、水及び土壌の効率的な浄化技術を開発する。また、小型電子機器など、都市において大量に使用されながら、効果的なりサイクル技術が確立していないために、廃棄物による潜在的な環境汚染の可能性のある製品等の分散型リサイクル技術を開発する。

1-(4)-① 環境汚染物質処理技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・揮発性有機化合物（VOC）の小規模発生源を対象と

し、有害な2次副生物を発生することなく従来比2倍以上の電力効率で数100 ppm 濃度の VOC の分解が可能な触媒法や低温プラズマ法を開発するとともに、高沸点や水溶性の VOC を吸着回収することが可能な新規吸着法等の処理プロセスを開発する。

《平成20年度計画》

- ・低温プラズマとオゾン分解触媒の複合化においては、これまでに高性能触媒として酸化マンガン系触媒を見出してきたが、さらにこれ以外の金属酸化物をベースとした触媒の探索を行う。また、吸着-濃縮-プラズマ分解に優れた各種ゼオライト担持触媒の開発を行う。吸着回収では、より高濃度 VOC に適した吸着剤を用いて真空スイング吸着法に基づく装置の開発をめざすとともに、より低濃度の現場で求められている濃縮等の経済的な周辺技術開発に着手する。

【中期計画（参考）】

- ・水中の難分解性化学物質等の処理において、オゾン分解併用型生物処理法など、従来法に比べて40%の省エネルギーを達成する省エネ型水処理技術を開発する。また、再生水の有効利用のため、分離膜を組み入れた小規模浄化プロセスを開発する。

《平成20年度計画》

- ・オゾン分解併用型生物処理法の普及では、普及予定先のベトナム染色工場でのオゾン処理と生物処理の併用装置の設計・製作・稼働を行い、長期間の現場実験からシステム全体の処理性評価を行う。シクロデキストリン吸着剤の高分子担体への新たな結合手法の開発では、さらに実施例を増やし、システムの効率化についてさらに検討を進める。

【中期計画（参考）】

- ・環境修復技術として、空気浄化については、ホルムアルデヒド等空気汚染物質の浄化が室内においても可能な光利用効率10倍の光触媒を開発する。また、発生源に比べ1桁以上低い有害物質濃度に対応するため、水質浄化については、超微細気泡及び嫌気性アンモニア酸化反応を利用し、土壌浄化については、腐植物質や植物等を利用することにより、各々処理能力を従来比3倍とする浄化技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・光触媒による環境修復・浄化を実現するため、未対策排出源からの低濃度 VOC 処理を運用コストまで考慮したパッシブ型システム及びそのための材料開発を行う。また、新規光触媒の開発では異元素ドーピング型可視光応答性光触媒だけではなく構造制御を伴う高機能化複合酸化物光触媒も合成する。気相だけではなく水中での農薬を含む化学物質や細菌類などの汚染物質除去を可能とする光触媒システムの開発とその光触媒動作機構の解明を行う。光触媒性能の標準化についてもさらに進めるべく基礎データの蓄積を行う。
- ・マイクロバブルを利用した閉鎖性水域の環境改善に開

して、実験池を利用した浄化メカニズムの検討と上水用溜池を利用した実証実験を行う。また、上水処理については、マイクロバブルの圧壊による実用化を念頭に置いて、霞ヶ浦湖水を利用した臭素酸抑制処理実験をスタートさせる。

- ・嫌気アンモニア酸化活性に影響する物理化学要因を検討する。各要因の最適条件を推定することで技術開発の基盤を形成する。

- ・単位面積当たりで最大の吸収を示す植栽密度を検討するとともに、品種登録に要するデータの取得を行う。DNA を利用した土壌洗浄技術の開発と、疎水性有機汚染物質の微生物分解に及ぼす効果を明らかにする。

【中期計画（参考）】

- ・フッ素系の界面活性剤として多方面で使用されているパーフルオロオクタン酸（PFOA）等難分解性化合物の環境中での動態を解明するとともに、光触媒等を利用した2次生成物フリーの安全な分解処理技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・PFOA 等の長鎖パーフルオロカルボン酸類のヘンリー一定数を、イオン強度依存性等の詳細データを実験室的手法で得ることで最終決定する。また、有機フッ素化合物の分解・無害化方法の開発については、近年需給が逼迫しているフッ素資源の循環利用の観点も視野に入れて、研究対象物質を使用が増加しつつあるPFOA、PFOS 代替の有機フッ素化合物等にまで拡大する。さらに光化学大気反応に関連してこれまでの環境モデルでは十分考慮されていなかった大気中二次生成物等の沈着過程を明らかにするための物性測定を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・季節や天候の影響を考慮した効果的な発生源対策を導くことを目的として、浮遊粒子状物質やオキシダントの予測モデルを構築するため、誤差要因や未知のメカニズムを探索するフィールド観測を実施するとともに、拡散モデルを高精度化し、雲物理過程、植生モデル、ヒートアイランド現象等を導入したシミュレーション手法を開発する。

《平成20年度計画》

- ・大気汚染物質の大気から地表面への移動過程について従来の手法を天候の影響を含めて再検討する。

1-(4)-② 都市域における分散型リサイクル技術の開発  
【中期計画（参考）】

- ・都市において多量に発生する廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として、再生金属純度を1桁向上しつつ50%以上省エネルギー化する金属再生技術を開発するとともに、20%以上の省エネルギー化と50%以上の再利用率を達成するプラスチック再生技術を開発する。同時に、分散型リサイクル技術の社会的受容性を評価する技術を開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・粉砕機ライナー内壁形状と選択粉砕性の関係についてさらに検討するとともに、これまでに確立した廃電子基板の粉砕方法を用いた場合における微量金属成分(Au等)の挙動について調査し、選択粉砕性を向上させる。また、廃電子機器等の中間処理における3次元形状計測技術の活用について検討を開始する。また、粉砕後の選択分離技術として、多成分同時分離の精度を向上させるため、回転系において水を静止させるための装置条件を明らかにする。
- ・塩酸溶液中のロジウムに対し、80%以上の抽出率を示す抽出剤の開発を行う。平成19年度に検討した簡易型プロセスにおいて、実廃棄物を用いた連続試験を行い、不純物挙動およびプロセスの有効性を検証する。希土類の分離回収の新プロセスについて、基礎的な実験を開始してプロセスの実現性および有効性を検証する。
- ・プラスチック系廃棄物に関して、
  - 1) 既存の小型脱塩化水素装置の長所短所をもとに実証装置の設計、製作を行う。
  - 2) 油化については、事業化の可能性を考慮し、廃トナーなど資源化が必要なプラスチック試料の熱分解を行い、物質収支等商業運転に必要なデータを取得する。
  - 3) プラスチック系廃棄物収集運搬・中間処理事業者などの環境負荷を定量化しつつ、廃棄物事業者の環境行動のあるべき姿、特に省エネ輸送に留意した環境負荷の最小化と資源化手法の複合化による資源化率の向上を具体的に提言する。また、エポキシ樹脂を穏和な条件下で可溶化し、基板中に含まれる臭素系難燃剤が二次的な分解を受けずに抽出できる条件を見いだす。さらに、廃棄物系バイオマスからエポキシ樹脂の可溶化に有効な成分を高収率で得られる条件を把握する。また、固体残渣からの水素製造では、実際の廃棄物から生成した残渣を用い、残渣中の炭素構造および含有する無機物の影響を明確にする。
- ・平成19年度の成果を踏まえて、具体的な分散型リサイクルシステムの提案のために、民間企業との研究協力プロジェクトを策定・開始する。同時に、そのプロジェクトの中で、分散型リサイクルシステムの社会受容性についてもより具体的な立場から評価する。
- ・希土類磁石のリサイクルに関し、溶解、抽出操作における各種操作条件の最適化を行う。また、蛍光体リサイクル・再利用のための湿式処理・再合成に関しては、最適粒径化(粒子成長)を目標として、前駆体合成及びその後の焼成過程の各条件間の関係及び制御方法を明確にする。さらに、再利用に関しては、廃蛍光体の性能回復に関する特性評価を進め、適正な処理方法を明らかにする。

## 2. 地圏・水圏循環システムの理解に基づく国土の有効利用の実現

地圏・水圏における物質循環の理解に基づいた、大深度地下利用などの国土利用の促進と、資源開発における環境負荷の低減が求められている。このため、自然と経済活動の共生を目指して、環境問題及び資源問題を解決することを目的として、地圏における循環システムの解明と流体モデリング技術の開発を実施する。また、沿岸域の海洋環境の疲弊を防ぎ持続的な低環境負荷利用を可能にするため、環境評価技術の開発を行う。

## 2-(1) 地圏における流体モデリング技術の開発

環境への負荷を最小にした国土の利用や資源開発を実現するために、地圏内部における地下水及び物質の流動や岩盤の性状をモニタリングすることが必要である。そのために、地圏内部の水循環シミュレーション技術を開発し、これらの技術に基づき、地下水環境の解明、地熱貯留層における物質挙動の予測及び鉱物資源探査に関する技術を開発する。また、土壌汚染等に関する地質環境リスク評価及び地層処分環境評価に関する技術を開発する。

## 2-(1)-① 地圏流体挙動の解明による環境保全及び資源探査技術の開発

## 【中期計画(参考)】

- ・独自に開発したマルチトレーサー手法を適用して、関東平野や濃尾平野等の大規模堆積平野の水文環境を明らかにし、こうした知見を利用して地球温暖化及び急速な都市化が地下水環境に及ぼす影響を評価する。また、地下水資源を持続的かつ有効に利用するため、地下水の分布、水質、成分及び温度の解析技術並びに地中熱分布に関する解析技術を開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・衛星画像による地表温度データを熱移流シミュレーションの上部境界条件とし、地表面温度変化と地下温度分布の変化の過程、および観測データを利用して地域的な変化特性を明らかにする。また、タイのカンパネットでの実証試験との比較のため、夏季と冬季での熱収支バランスが保たれ、かつ地下水資源の持続的で有効な利用についてよりよいシステム成績係数が期待されるタイ北部に、地中熱ヒートポンプシステムを移動し、冷暖房の双方を使う場合について、実証試験を行う。

## 【中期計画(参考)】

- ・地熱資源を有効利用するため、地下流体挙動のシミュレーション技術を開発し、将来予測技術を確立するとともに、環境負荷の少ない中小地熱資源の開発に関する技術指針を産業界に提供する。

## 《平成20年度計画》

- ・『全国地熱ポテンシャルマップ』の熱水系成分濃度表示や地化学温度計表示等の地熱ポテンシャル可視化機能に加えて、地熱資源量の見積り機能の表示方法を追加し、CD-ROMまたはDVDの出版を行う。

- ・地熱貯留層管理のためのモニタリング技術について補足的な現地観測を行うとともに、ハイブリッド重力測定、自然電位モニタリング技術などについてまとめを行う。共同研究やソフトウェアユーザー会などを通じて得られた成果の普及を図る。
- ・東南アジア各国の岩石の風化帯において希土類ポテンシャルの調査を継続するとともに、世界の燐灰石の重希土類ポテンシャル評価を継続する。

【中期計画（参考）】

- ・地圏流体の挙動の理解に基づき、産業の基礎となる銅や希少金属鉱物資源に関する探査技術を開発し、探査指針を産業界へ提示する。

《平成20年度計画》

- ・熱水変質鉱物の安定同位体組成に基づき、熱水の起源（天水、マグマ水等）による金・銅鉱化の有無を検討する。

2-(1)-② 土壌汚染リスク評価手法の開発

【中期計画（参考）】

- ・土壌汚染の暴露量を定量的に評価し、健康リスク及び経済リスクを低減するために、汚染地の土壌及び地下水の特徴を組み込んだモデルに加え、微生物や鉱物等による自然浄化機能を考慮に入れたモデルを確立する。これらのモデルを利用した地圏環境修復手法を開発し、工場等の土壌に関するサイトアセスメントへの適用を可能にする。

《平成20年度計画》

- ・地圏環境評価システムの詳細モデルに使用する3次元解析用プログラムを完成させ、計算時間や容量などの機能向上をはかることによりサイトモデルを含む評価システムに統合化する。また、わが国の土壌・地質調査における掘削データなどの3次元情報をデータベース化し、評価システムに反映させる。土壌・地質情報のうち、微生物と鉱物による浄化作用データベースを開発し、地圏環境リスク評価システム（GERAS）に組み込む。
- ・油汚染の顕著なサイトにおける電気・電磁探査法の補足現地調査を実施し、昨年度取得データと合わせた解析を行い、得られた比抵抗構造、電磁波反射面分布と地盤構造及び油汚染との相関を検討する。模擬汚染土壌を用いる原位置実験により油汚染と電磁気物性の関係について調べ、汚染評価のための基礎情報を取得する。また、河川堤防等における地下水環境や漏水評価のための技術開発として、地中レーダ等を用いた探査実験を行う。
- ・マルチ送信比抵抗探査装置のファームウェアおよび一部のハードウェアの改良を継続し、より高精度かつ安定性の高いシステムとして完成させる。また、高密度3次元比抵抗計測をより容易に実施できるように、多芯ケーブルおよび電極の最適な設置手法について検討する。NMR 計測装置について、計測所要時間の短縮

を目指し、磁気回路デザインやパルス系列等について検討し、計測システムの改良を進める。

2-(1)-③ 地層処分環境評価技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・地層処分の際のサイト評価に役立てるため、岩石物性等の地質環境に関する評価技術の開発を行う。沿岸部では地下水観測データに基づいた塩淡境界面変動メカニズムの解明を行い、数値モデルを利用した超長期変動予測技術の開発を行う。また、沿岸部の地下1,000 m 程度までの地下構造探査手法について既存の調査事例を分析することにより、選定される調査地に最適な探査指針を提示するための知見を整備する。

《平成20年度計画》

- ・沿岸域深部地下水性状を明らかにするため、幌延沿岸部を実証フィールドとした野外研究を継続する。平成20年度は、広域地質・水文構造ならびに地下水構造を把握するため、地下水調査においては掘削調査を進める。

- ・「web 版沿岸域基礎データシステム（メタデータ）」をユーザインターフェースを改良し、web 公開版を完成させる。

- ・幌延実証フィールドにおいて、昨年度取得した電磁探査データおよび既存調査データの詳細な解析、解釈を行って実証フィールドの地質構造モデルを作成する。また、実証フィールドにおける現地調査及びデータ解析手法の整備を継続するとともに、海底電磁探査測定システムの測定実験を行い、問題点を抽出し改良を加える。

2-(2) CO<sub>2</sub>地中貯留に関するモニタリング技術及び評価技術の開発

大気中の CO<sub>2</sub>削減のため、発生源に近い沿岸域において CO<sub>2</sub>を地下深部に圧入する技術が期待されている。そのため、地下深部の帯水層の CO<sub>2</sub>貯留ポテンシャルの推定及び CO<sub>2</sub>の移動に対する帯水層の隔離性能評価に必要なモデリング技術を開発する。また、CO<sub>2</sub>を帯水層に圧入した際の環境影響評価のための CO<sub>2</sub>挙動に関するモニタリング技術を開発する。

2-(2)-① CO<sub>2</sub>地中貯留技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・CO<sub>2</sub>発生源に近い沿岸域において、帯水層の持つ CO<sub>2</sub>隔離性能及び貯留ポテンシャルの評価を実施するために、地下深部の帯水層に圧入された CO<sub>2</sub>の挙動を予測するモデリング技術の開発等を行う。また、帯水層に圧入された CO<sub>2</sub>の挙動がもたらす環境影響を評価するため、精密傾斜計による地表変形観測等の物理モニタリング技術及び水質・ガス等の地化学モニタリング技術の開発を行う。

《平成20年度計画》

- ・1) 帯水層の持つ CO<sub>2</sub>隔離性能評価のため、貯留層内での CO<sub>2</sub>挙動の精緻化を図り、貯留層上部のキャッ

ブロックを通じての上昇過程を対象に、物理的・地化学的過程の検討を行う。このため、室内実験にて上昇過程の検討を行うとともに圧入実験サイトやモデル地域にて調査と計測実験を実施する。

- 2) 地下深部の帯水層に圧入された CO<sub>2</sub>の挙動を予測するための基礎的な地化学反応に関する実験や岩石の超長期変形実験などを進めるとともに、シミュレーションなどにより超長期の挙動を把握する技術を開発する。
- 3) CO<sub>2</sub>の挙動がもたらす環境影響の評価のため、圧入実験サイトでの観測などにより物理的なモニタリング手法の開発を進める。
- 4) 浅海での物理および地化学モニタリング手法について基礎的な実験を開始して機器の開発などを行う。

### 2-(3) 沿岸域の環境評価技術の開発

自然が本来持っている治癒力を利用して、人類の利用により疲弊した海洋環境を回復させることが求められている。そのため、沿岸域において、海水流動、水質などの調査手法の開発や環境負荷物質挙動の解明により、環境評価技術の高度化を図る。

#### 2-(3)-① 沿岸域の環境評価技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・沿岸域の環境への産業活動や人間生活に起因する影響を評価するため、沿岸域における海水流動調査、水質・底質の調査及び生物調査の手法を開発するとともに、環境負荷物質の挙動をモニタリングする技術を開発する。
- 《平成20年度計画》
- ・平成19年度に構築したモデルを、瀬戸内海全域における流況場の季節変動を再現できるよう、さらなる高度化を図るとともに、一部海域に関して水質モデルの開発に着手する。
  - ・生物調査手法について、超音波モニタリング手法による現地の海藻分布の解析手法を開発する。海岸生物や人工護岸付着生物調査については、1990年代半ばからの回復種の動態に着目した生物調査を継続することで、種の回復傾向の意味を考察し、海岸生態系の変遷の要因について明らかにする。
  - ・都市型閉鎖水域の複雑な成層・流動構造と貧酸素水塊などの解析・調査手法を開発するとともに、その修復改善技術を開発する。
  - ・青森県八甲田地熱系から河川を經由して青森市の沿岸域に移行する重金属のうち、特にヒ素の挙動に着目して物質循環の解明を行う。

### 3. エネルギー技術及び高効率資源利用による低環境負荷型化学産業の創出

低環境負荷型の化学産業を実現するため、長期的には枯渇資源である石油に依存したプロセスから脱却するとともに、短中期的には、既存プロセスの省エネルギー化や副生廃棄物の削減が必要である。前者につい

ては、バイオマスを原料とする化学製品の普及を図り、バイオマス由来の機能性を生かした化学製品の製造技術を開発する。後者については、特に資源の利用効率が低くて副生廃棄物も多いファインケミカル製造プロセスの廃棄物低減と、今後の需要増が予想される水素等の製造プロセスの省エネルギー化が望まれる。このため、副生廃棄物を極小化するファインケミカルの化学反応システムと、気体分離膜による省エネルギー型気体製造プロセスを開発する。

#### 3-(1) バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

バイオマスを原料とする化学製品は現状では高価であるため、製品の普及を目指すためにはコストに見合った機能性を付与すると同時に、製造コストを低減しなければならない。機能性の付与のために、生物由来原料の利点である生分解性等を最大限活用するとともに、石油由来材料に近い耐熱性を有する部材の製造技術を開発し、また、バイオマス由来の界面活性剤（バイオサーファクタント）を大量に製造する技術を開発する。製造コストの低減のために、成分を効率的に分離及び濃縮できる技術を開発するとともに、成分を目的産物に効率的に転換できる技術を開発する。

#### 3-(1)-① バイオマスを原料とする化学製品の製造技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・バイオマス原料から、融点200℃前後で加工温度230℃前後のエンジニアリングプラスチック及び融点130℃前後で軟化温度80℃以上の食品容器用プラスチック等、生分解性と耐熱性に優れた化学製品の製造技術を開発する。また、容器包装材料として普及している PET フィルムと同等の酸素透過度500 mL・25.4 μm/m<sup>2</sup>/day/MPa 以下を満たすフィルムを合成する技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・γ-アミノ酪酸製造の最適化を目指して条件を検討する。また、γ-アミノ酪酸からのピロリドンへの製造条件も検討する。
- ・ポリアミド4の融点と成形加工温度の差を保ちつつ、成形加工温度を200℃前後に上昇させる改質法を開発する。
- ・耐熱性を更に高めた（軟化温度70℃以上）材料の開発を目指し、アミド成分の多い材料の開発及び加工の検討を行う。融点130℃前後のポリエステルを達成するために、環状骨格をもつモノマー原料をバイオマス原料から合成し、その共重合体の開発や複合化について検討を行う。クレーの量が少なくても、目標とする酸素透過度が得られるように、クレー充填エポキシ樹脂フィルムのガスバリアー性を定量的に評価し、クレーの充填度等の最適条件を検討する。
- ・バイオマス由来成分から、効率的な新規セルロースア

セテート誘導体の合成方法を検討する。その耐熱性や耐薬品性を検討する。

【中期計画（参考）】

- ・環境適合性を持つバイオサーファクタントの実用化を目的として、低コスト大量生産技術を開発するとともに、ナノデバイスなどの先端機能部材への適用を行う。

《平成20年度計画》

- ・バイオサーファクタントの合成系遺伝子について詳細な解析を進め、遺伝子技術を利用した収率の向上に加え、生産物の構造制御等についても技術開発を展開する。また、先端機能部材（液晶、機能性化粧品等）への製品化を目指して、これらの界面物性の解析を行い、機能に適合した用途開拓にも取り組む。

【中期計画（参考）】

- ・バイオマスからアルコール、酢酸等の基礎化学品を製造するプロセスの効率化のため、生成産物等を高効率で分離するプロセス技術及び生成産物を機能部材に高効率で変換するプロセス技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・ゼオライト膜を反応過程における脱水に用いることを目標とし、さらに2種類以上の耐酸性ゼオライト膜の開発を行い、脱水性能として分離係数5000以上、透過流束1 kg/m<sup>2</sup>・h の新規ゼオライト膜の製膜法を確立する。ガスバリア膜と膨張黒鉛を複合化したガスケットを改良・試作し、製造技術の確立をする。また、600℃までの高温水素ガスバリア性に優れたガスケットの開発を行う。
- ・発酵アルコールを分離するシリカライト膜の高性能化、および膜性能を低下させる発酵副産物の探索を行い、膜分離法の実発酵液への適用性を検討する。
- ・発酵アルコールからエチレン、プロピレン等の低級オレフィンを選択的合成できる新規触媒の開発を行うとともにベンチプラント設計に必要な動力学データの取得を行う。さらに、エタノールの脱水反応により生成するエチレンを効率よくプロピレンに変換できる新規触媒の開発も行う。

3-(2) 副生廃棄物の極小化を実現する化学反応システム技術の開発

高付加価値ファインケミカルズの製造プロセスの環境負荷を低減するためには、副生廃棄物量が多い選択反応における廃棄物量の削減が必要である。このため、市場導入が有望視されている高付加価値エポキシ化合物の選択酸化反応については、重金属や塩素などの酸化剤を用いないことで、それらが廃棄物として排出されないプロセスを開発し、選択水素化等のその他の選択反応については、超臨界等の反応場を用いて反応効率を向上させることで、副生廃棄物を削減する技術を開発する。

3-(2)-① 環境負荷の小さい酸化剤を用いる反応技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・重金属酸化物の代わりに過酸化水素を酸化剤とする選択酸化反応技術として、転化率50%、モノエポキシ化選択率90%、過酸化水素効率80%以上で二官能性モノマーから非フェノール系エポキシ樹脂モノマーを合成する技術等を開発する。

《平成20年度計画》

- ・二官能性モノマーの選択的エポキシ化反応で培った技術を基に、さらに高難度な三官能性モノマーの選択的エポキシ化を行う。具体的にはトリアジン骨格三官能性オレフィンから転化率50%、選択率50%、過酸化水素効率70%以上で透明封止剤用エポキシ樹脂モノマーを合成する。

【中期計画（参考）】

- ・塩素の代わりに酸素と水素を用いる選択酸化反応技術として、基質転化率10%、エポキシ化選択率90%、水素利用効率50%以上でプロピレンからプロピレンオキシドを合成する技術等を開発する。

《平成20年度計画》

- ・気相一段プロセスによる PO 合成の完成を目指し、組成およびナノ細孔構造を制御した金ナノ粒子チタノシリケート触媒を用い水素利用効率の向上を目指す。また、民間への技術移転についても継続する。

3-(2)-② 反応効率を高めるプロセス技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・有機溶媒に代えて超臨界流体場を利用して廃棄物を50%以上低減する選択的水素化反応プロセスを開発するとともに、協働型ハイブリッド触媒を用いて触媒効率を200%以上向上させる電池電解液製造プロセスを開発する。

《平成20年度計画》

- ・有機溶媒中での立体選択的水素化反応により香料原料を製造しているプロセスに超臨界水素化法を応用し、従来法よりも高い立体選択性（90%以上）を発現させる触媒反応プロセスを開発する。
- ・高性能型電池電解液製造プロセスの開発において、協働型ハイブリッド触媒を用いて、既存触媒に比べ反応効率を2倍以上向上させる。触媒の分離・回収が容易となるよう、分子触媒を無機酸化担体に固定化する。

【中期計画（参考）】

- ・マイクロリアクタ、マイクロ波及び複合機能膜等の反応場技術と触媒を組み合わせ、廃棄物生成量を50%以上低減するファインケミカルズの合成技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・高温高圧マイクロ反応の例として超臨界水ニトロ化を継続して検討し、腐食性の強いニトロ化反応を行なうため、昨年度試作した耐食型マイクロデバイスを用いて工業化レベルのニトロ化収率（80%以上）の達成を目指す。高温高圧マイクロデバイスに関しては500℃/50 MPa で使用可能な耐食型デバイスを開発する。



- ・丸形断面のマイクロチャンネルを有するマイクロリアクターを試作し、流体シミュレーションの検証を行う。
- ・水、マイクロ波、触媒からなる複合反応場を利用した環状アミン類の合成において、水の代わりに重水を使用した同位体標識環状アミン類合成へと展開する。標準物質として利用可能な高同位体標識率を達成する（重水素含量90%以上）。
- ・有機 EL 材料として期待されるフェイシャル体構造のトリスージベンゾキノリン系イリジウム錯体を迅速に効率よく合成する方法を開発する。
- ・マイクロ波照射と固体酸触媒を利用して、従来の加熱法に比べ2倍以上迅速でクリーンな機能性物質合成法を開発する。また、置換ポリフルオレン及びフルオレンと他の共役系との共重合体について、ポリマーの構成単位の種類・重合等の条件に関して、マイクロ波加熱等のプロセス革新も含め検討を行う。
- ・民間企業3社と共同でナノ空孔反応場を利用した触媒技術開発を行い、触媒のリサイクル効率の向上に加え、廃棄物生成量を50%以下にする半導体デバイスプロセス処理剤の製造技術を開発する。
- ・イオン性液体を用いた二酸化炭素によるヒドロホルミル化反応において、高価なルテニウムを代替するのに最適な金属を検討し、その系におけるイオン液体の構造を最適化する。
- ・窒素と硫黄を含む化合物合成において、これらの出発原料となる酸素と硫黄を含む複素環化合物の新規製造法を開発する。ビスマス化合物に関する検討において、ビスマス系ラジカル反応剤を利用したラジカル反応および反応剤の回収・再利用法を開発する。有機リン化合物の合成において、触媒の最適化およびリン材料の開発を行う。

### 3-(3) 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

今後の需要の増大が予想される水素と酸素を省エネルギーで製造する技術が求められている。そこで、省エネルギー型の水素製造プロセスを実現するため、高純度の水素を効率よく分離できるパラジウム系膜の適用温度領域を拡大して幅広い用途に利用可能とするとともに、低コスト化を目指して非パラジウム系膜の開発を行う。また、省エネルギー型酸素製造プロセスの実現のために、空気から酸素を高効率で分離する膜を開発してその実用化に向けた技術開発を行う。

### 3-(3)-① 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・99.9%以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から600℃までの広い温度領域で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発する。また、安価な無機材料や非貴金属材料を用いた水素分

離用非パラジウム膜の開発及びプロトタイプモジュールを作製する。

#### 《平成20年度計画》

- ・内径10 mm のジルコニア基材により pore-filling 型パラジウム膜を作製し、600℃、1,000時間の耐久性を試験する。パラジウム-銀-金の三元合金による水素分離膜を作製する。
- ・非パラジウムアモルファス合金膜の素材、表面処理法を検討することで水素透過速度の低下の原因を究明し、500℃での加速試験における低下が10時間で40%以下の膜を開発する。
- ・平成19年度までに膜反応器用に開発したモジュール化技術を活かして、パラジウム系フィルム状自立薄膜を複数枚組み込んだオールメタル膜モジュールを試作して基本特性を把握する。また、膜モジュール性能向上のための改善すべき要因を調査する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・空気からの高効率型の酸素製造プロセス用として、現状の市販高分子膜の2倍のプロダクト率（酸素透過率×酸素濃度）を達成できる膜を開発してプロトタイプモジュールを作製する。

#### 《平成20年度計画》

- ・中空糸炭素膜の大量生産手法を確立し、数 L/min の空気分離が可能な中型膜モジュールを作製する。また、並行してモジュールのシール技術や長期安定性について検討を行い、実用化に向けた基盤技術を構築する。

### 4. 分散型エネルギーネットワーク技術の開発によるCO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上

CO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上のためには、再生可能エネルギーを大量に導入して化石エネルギーへの依存度を低下させるとともに、化石起源を含めたエネルギーの利用効率を向上させることが必須である。

再生可能エネルギーの多くが分散的なエネルギー源であること、また電力自由化により新たに導入される技術の多くも分散型であることから、今後は分散型システムの重要性が増すと予想される。このため、再生可能エネルギーの時間的・空間的変動と需要の調整を図るために、分散型エネルギーネットワークの効率的かつ安定な運用技術に関する研究開発を実施する。また、分散型エネルギーネットワークシステムの自立性とシステム効率を高めるために、再生可能エネルギーの大量導入を実現する技術及びエネルギー利用効率の大幅な向上をもたらす個別技術を開発する。

#### 4-(1) 分散型エネルギーの効率的な運用技術の開発

分散型エネルギーネットワークシステムでは、自立性とシステム効率を高めるために、供給と需要の時間的・空間的な不整合を調整する機能が不可欠である。このため、需要データベースに基づき、異種エネルギー源を統合して最適な予測・制御を行う安定運用技術

を開発する。また、エネルギー源間の相互融通と需要及び供給の急激な変動を吸収するためのエネルギー輸送、貯蔵技術、事故時対策技術及び高いエネルギー密度を有する可搬型エネルギー源に関する研究開発を実施する。またセキュリティと容量の観点から、完全な自立システムの構築は困難なため、他システムおよび基幹電力系統との協調運用技術を開発する。

#### 4-(1)-① 分散型エネルギー技術とエネルギーマネジメント技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- エネルギーネットワークにおいて不可欠な負荷平準化技術として、エネルギー貯蔵密度20 Wh/L以上のキャパシタ及び事故時の過剰電流からシステムを守る低損失で高速応答の超電導限流器を開発するとともに、排熱利用技術として実用レベルの変換効率10%以上を有する熱電変換素子等を開発する。さらに、将来性の高い新エネルギー技術の評価を行う。

##### 《平成20年度計画》

- ナノ結晶電極のコンセプトをさらに大型電池まで拡張し、ハイブリッド車用高出力電池の基盤技術開発を行う。低コスト・安全性に優れた次世代活物質材料であるリン酸鉄リチウム ( $\text{LiFePO}_4$ ) のナノ構造作製プロセスを開発し、高容量・高出力電極特性の実証と大型電池への適応性を検討する。カーボンナノチューブキャパシタの開発においては、20 Wh/Lを超えるキャパシタセルを実現するための電極材料改質技術を開発する。
- 多数の超電導薄膜限流素子の直並列によって6.6 kV/200 A級限流器プロトタイプを製作し、定格通電・高電圧限流試験を行って、独自方式高電界限流素子の有効性を実証する。
- セグメント型熱電素子で変換効率10%を実証するため、新型高出力因子材料の組み込みと形状最適化を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- 効率的なネットワーク運用技術として、多数の分散エネルギー源からのエネルギー供給技術や貯蔵技術、さらに需要側での負荷調整などネットワークの総合的制御技術、また基幹電力系統との協調運用のための技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- 実験室レベルの検証と並行して、実負荷に対するエネルギー供給試験等のデータの収集・分析を進め、広域エネルギーシステム側の機器と分散型エネルギー機器および負荷を協調制御・運用する手法をより高度化するとともに、制御対象となる機器種の拡大やエネルギー需給条件変化へのより高い柔軟性の確保を図る。これらの検討を通じ、提案する制御・運用法の早期実用化につなげる。

#### 4-(1)-② ユビキタスエネルギー技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- 二次電池や燃料電池の飛躍的な性能向上をもたらす電極・電解質の材料関連技術を開発し、携帯情報機器等のユビキタスデバイスのエネルギー源として求められるエネルギー密度600 Wh/L以上の電源デバイスを実現する。

##### 《平成20年度計画》

- 合金系負極では、高容量化と高出力化の両立をめざすために、マイクロ三次元電極などを開発して、電池システムにおいて性能実証を図る。正極については、鉄・マンガン系正極材料のさらなる高容量化に取り組むとともに、格段の高容量化を実現する新規系として金属イオウ複合物について検討を開始する。イオン液体電解質については、広い温度範囲でのイオン伝導度の向上とともにLi金属負極のデンドライト生成の抑制について検討する。
- アンモニアボランの触媒的加水分解に関しては、分解メカニズムの検討と共に、非貴金属触媒の活性を貴金属レベルまで向上させる。また、直接アンモニアボラン燃料電池の実現可能性について、単セルレベルで実証する。さらに、室温付近において水素貯蔵能を有する新規水素化物の探索を継続すると共に、水素吸蔵合金とCOとの相互作用と被毒メカニズムについてTiCrV系等ほかの実用合金系についても理論と実験の両面から解明する。また、エタノールのほか、DME等ほかの安全な媒体の改質により効率的に水素を得るシステムのため、触媒のナノ構造の効果を解明すると共に、低温シフト反応触媒を探索する。

#### 4-(2) 小型高性能燃料電池の開発

分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高める上で、高効率発電と熱供給が可能な燃料電池は重要なエネルギー源である。固体高分子形燃料電池の技術開発は近年急激な進展を見せているが、実用化のためには長寿命化と低コスト化が必要である。そこで、性能劣化現象の原因解明と対策技術の開発、低コスト化のための材料開発を行う。また、固体酸化物燃料電池に関しては、実用化を図るために信頼性の向上技術及び性能を公正に評価する技術を開発するとともに、普及促進のための規格・標準化を推進する。

#### 4-(2)-① 小型固体高分子形燃料電池の開発

##### 【中期計画（参考）】

- 定置型固体高分子形燃料電池の普及促進のため、実用化に必要な4万時間の耐久性の実現を目標として、短時間で性能劣化を効果的に評価する技術を開発するとともに、劣化の物理的機構を解明する。これに基づき、劣化の抑制と低コスト化のための材料開発及び構造の最適化を行う。

##### 《平成20年度計画》

- 固体高分子形燃料電池 (PEFC) の耐久性を高める新規耐酸化性触媒担体において、さらなる高比表面積化により貴金属触媒の分散性を向上させ高活性化を図る

とともに、実セル環境での高耐久性の実証を目指す。触媒被毒物質として種々の燃料酸化反応の律速となっている一酸化炭素を低電位で酸化するアノード触媒の開発に取り組み、100 mV vs. 可逆水素電極電位 (RHE) 以下での電極酸化を目指す。

- ・マイクロ燃料電池の実用化・普及に資するための性能試験方法、安全性評価試験方法について検討する。性能試験方法では、制定された国際規格の改定作業に向けた試験項目、試験方法概要を検討するとともに、メタノール型マイクロ燃料電池の燃料不純物影響評価試験方法を取りまとめる。安全性評価試験方法では、メタノール型マイクロ燃料電池が人間のごく近傍で使用される場合のメタノール漏洩評価の考え方及び試験方法を取りまとめる。

#### 4-(2)-② 固体高分子形燃料電池の本格普及のための基盤研究

##### 【中期計画（参考）】

- ・先端科学技術を利用して固体高分子形燃料電池の基幹要素材料である電解質及び電極触媒の性能の革新的向上に繋がる基盤情報を得て、革新材料の創製に繋げる。また、燃料電池の基本機能を担う各種構成部材間の多様な界面における物質移動現象の機構を究明しその物理限界を突破する技術の開発に繋げる。

##### 《平成20年度計画》

- ・平成19年度に引き続き、固体高分子形燃料電池内で起きている重要な現象を先端科学的手法から追跡し、反応ならびに物質移動のメカニズムを詳細に解析する。その成果を直ちに実際のエンジニアリングの世界に活用できるような内容として発信を行う。さらに、国際的な研究交流促進のためにワークショップ・セミナーを開催する。
- ・白金プラズモニック構造を最適化し、表面増強ラマン分光法による反応追跡技術を確立するとともに、マイクロ流路を用いて時間分解能を付与することを試み、合わせて、触媒表面での電気化学反応のメカニズム解明を試みる。

また、担体粒子間空間制御技術の開発とメソポーラスカーボン担体、さらには助触媒・担体との強い相互作用を利用した触媒の検討などを深化させる。

- ・平成19年度に引き続き各種の電解質材料について、高次構造とプロトン伝導性との相関性解明、ならびにガス透過挙動と含水構造との関連性等を明らかにする。

また、化学的耐久性、機械的耐久性に関する知見を蓄積する。更には100℃以上での物質挙動の解明を目指し装置改造などを実施する。

- ・燃料電池内の各種ガスならびに水の移動現象解析を実施する。とりわけ、触媒層のミクロ的解析に注力し、合わせてシミュレーションと実計測とを補完させて正確なイメージ把握を試みる。

一方、新たに100℃を越える温度域での物質移動管

理を目指しての計算モデリングを実施するとともに、検証をかねての実計測を行うべく計測装置の高温対応への改造を実施する。

#### 4-(2)-③ 固体酸化物形燃料電池の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・固体酸化物形燃料電池 (SOFC) の早期商用化を目指して、液体燃料やジメチルエーテル (DME) などの多様な燃料の利用を可能にする技術及び10万時間程度の長期寿命予測技術を開発する。また、普及を促進するために、実用サイズのセル及び1~100 kW 級システムを対象とした、不確かさ1%程度の効率測定を含む性能評価技術を確立するとともに、規格・標準化に必要な技術を開発する。さらに、SOFC から排出される CO<sub>2</sub>の回収及び固定に関する基盤技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・SOFC の信頼性向上技術、寿命予測技術の開発を目指し、実機レベルのスタック・モジュールの長期耐久試験を開始する。劣化対策と寿命予測を可能にするための基礎データの集積をおこない、共通基盤化する。
- ・実用サイズの SOFC について単位セル本体とセル周辺部を合わせて単位セルアッセンブリーとしてとらえ、その性能評価技術を開発する。さらに、SOFC から排出される CO<sub>2</sub>の回収及び固定に関する基盤技術開発を開始する。

#### 4-(3) 太陽光発電の大量導入を促進するための技術開発

分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を高める上で、資源制約のない再生可能エネルギーである太陽光発電は極めて重要である。太陽光発電の大量導入を実現するためには低コスト化が最大の課題であり、発電効率／(製造コスト+実装コスト)を大幅に向上させる必要がある。このため、シリコン系太陽電池については発電効率の向上を図るとともに、製造コストの低減につながる技術を開発する。また、高効率化もしくは低コスト化の点で有望な非シリコン系太陽電池の技術開発を行う。さらに、大量導入を促進するために、生産規模拡大を支える性能評価技術を確立する。

#### 4-(3)-① 太陽光発電の高効率化と大量導入支援技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・異なるバンドギャップを有する薄膜を組み合わせる積層デバイス技術を開発し、効率15%を達成する。またシリコンの使用量を低減するために、厚さ50 μm の基板を用いる極薄太陽電池の製造技術を開発し、効率20%を実現する。

##### 《平成20年度計画》

- ・開発した微結晶 SiGe ボトムセルを用いて2接合型および3接合型太陽電池を作製し、高い変換効率を有する多接合型太陽電池の作製を実証する。2 m のマイク

ロ波プラズマ源を用い、2.5 nm/s 以上の高速製膜条件において微結晶 Si の膜厚均一性10%以下を達成する。

- ・プラズマレスガスエッチングと低温 BSF (Back-Surface-Field) 技術を取り入れた太陽電池作成プロセスを用いて、プロセス条件とセル構造の一層の最適化を行い、多結晶シリコンを用いた薄型太陽電池で変換効率18%を達成する。
- ・フレキシブル基材へ付与する新規凹凸構造のシミュレーション、凹凸構造の精密転写技術の開発を行い、ガラス基板を用いた場合と同等の特性を有するフレキシブル太陽電池を開発する。

#### 【中期計画 (参考)】

- ・出力の高電圧化によりシステム効率を高める化合物系太陽電池技術を開発して理論限界に近い効率19%を達成する。また印刷プロセス等の簡易な製造方法の導入により低価格化が期待できる有機材料等の新材料太陽電池を開発する。

《平成20年度計画》

- ・10 cm 角集積型 CIGS モジュールで変換効率16%の達成を目指す。また、CIGS 太陽電池の機能性の向上を目指し、軽量フレキシブル基板上で変換効率16%以上の CIGS 太陽電池を実現する。
- ・有機系太陽電池において、新有機材料の設計・合成および光利用効率改善のための新構造セルの開発を行い、変換効率と耐久性を向上させる。

#### 【中期計画 (参考)】

- ・大量導入の基盤となる工業標準化のため、新型太陽電池の研究開発の進展に応じて、太陽光スペクトル、温度及び時間特性等を考慮した高度な性能・信頼性評価技術を開発し、基準セル・モジュールを製造メーカー等に供給する。

《平成20年度計画》

- ・太陽電池モジュールの性能評価に重要な基準モジュール校正技術を開発する。また、太陽電池の屋外における発電量評価技術を開発する。

#### 4-(3)-② 革新的太陽エネルギー利用技術の開発

##### 【中期計画 (参考)】

- ・低コストな太陽電池として期待される色素増感太陽電池について、増感色素、半導体電極及び電解液などの改良による高性能化を図り、2010年に変換効率12%を実現し、2020年の目標である変換効率15%を目指す。

《平成20年度計画》

- ・タンデム構造色素増感太陽電池について、その電極、電解液、透明対極の改良を行う。また、これまで利用が十分でなかった近赤外光を利用できる色素、電極等についても開発を行う。

#### 4-(4) 水素エネルギー利用基盤技術と化石燃料のクリーン化技術の開発

分散型エネルギーネットワークシステムの自立性を

高めるためには、再生可能エネルギー供給と需要の時間的・空間的な不整合を補完するエネルギー技術が不可欠であり、燃料電池等の分散電源や化石エネルギーの高効率利用技術をシステムに組み込む必要がある。特に、燃料電池等による水素エネルギー利用を促進するために、高効率な水素製造技術及び水素貯蔵技術を開発する。また、当面の一次エネルギー供給の主役として期待される化石起源の燃料を有効に利用するとともに、使用時の CO<sub>2</sub>発生量を低減させるため、燃料の低炭素化技術、各種転換プロセスの高効率化技術及び硫黄分や灰分を極小化したクリーン燃料の製造・利用技術を開発する。

#### 4-(4)-① 水素製造及び貯蔵技術の開発

##### 【中期計画 (参考)】

- ・燃料電池自動車用タンクに必要とされる貯蔵密度5.5重量%を目標とした水素貯蔵材料を開発する。

《平成20年度計画》

- ・Mg および Al に加えて、Li あるいは Ca を含む合金も対象に材料を開発し水素貯蔵性を評価する。高圧ハイブリッドタンクに適した Ti-V-Mn 系合金の開発を継続して進める。X 線および中性子回折法、陽電子消滅法、TEM 法などを用いて当所で創製した材料の評価に着手する。

##### 【中期計画 (参考)】

- ・CO<sub>2</sub>排出が無い高効率な水素製造法として、固体酸化物を用いた高温水蒸気 (700~850℃) の電解技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度までに開発したスタッキング技術を用いて電気入力100 W (水素発生量500 sccm) 程度の電解セルスタックを作成する。また、スタック試験装置を整備し試作スタックの性能を解析評価する。得られた結果を用いて電解スタックの性能予測モデルを作成する。

##### 【中期計画 (参考)】

- ・水を直接分解して水素を製造する光触媒・光電極プロセスの効率向上に向けた光電気化学反応に関する基盤技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・高性能な光触媒や光電極システム構築のため、電荷分離効率の良い新規半導体の探索をさらに進める。いくつか有望な半導体について、特に基板や半導体間の界面接合状態の最適化を行い、同時に助触媒や吸着イオンの影響等について詳しく検討する。

##### 【中期計画 (参考)】

- ・水素貯蔵材料及び高圧水素等の爆発に対する安全データの整備を行うとともに、安全確保技術の開発を行い、安全関連法規類の制定・改正に資する。

《平成20年度計画》

- ・(平成18年度までに終了)

## 4-(4)-② メタンハイドレート資源技術の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・メタンハイドレート資源の有効利用のため、日本近海のメタンハイドレート分布の詳細調査と資源量の評価を行う。

## 《平成20年度計画》

- ・海底堆積物試料のラジオトレーサー法によるメタン生成速度と生成経路の評価を進め、平成19年度の評価結果も含めて、その分布の実態と支配要因について解析する。また長期恒温培養試験前後の堆積物の有機化学分析を継続し、脂質など特定の有機物が微生物によるメタン生成に利用されている可能性を検討する。
- ・南海トラフのハイドレート分布域の2D、3D 地震探査、熱学調査データの地質解析を進め、本地域における地質構造、熱的構造を明らかにし、燃料資源ポテンシャル評価のための情報として地質構造・地史を復元する。直江津沖では、海底表層部のハイドレートの地質特性を明らかにし、資源ポテンシャル評価のための情報を提供する。

## 【中期計画（参考）】

- ・採取プロセスを室内で再現する実験技術を開発するとともに、出砂率評価法、水生産率評価法及び圧密・浸透率同時解析法等の生産挙動を評価する新たな基盤技術を開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・経済産業省「メタンハイドレート開発促進事業」のフェーズⅠ最終年度にあたり、メタンハイドレートが胚胎する砂層の浸透率、熱伝導率、強度などの基礎物性をまとめ、地層性状と基礎物性の関係について統一的な評価を行う。併せて、泥層の基礎物性評価を通じ、砂泥互層全体の三次元的な貯留層特性を与えるパラメータの整備を行う。
- ・砂泥互層状態をなす貯留層に対し、減圧法を主体とした生産手法を適用した場合に地層内において生起する各種物性変化及び出砂、出水、圧密・変形、ガス移動などの物質移動・熱移動現象についてコア試験などによって統一的な評価を行い、生産時に想定される諸現象をモデル化し総合的に評価する。
- ・第2冬陸上産出試験の結果解析を行い、エネルギー効率、出砂挙動などを解析し、コア試験結果との比較検証を行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・メタンハイドレートの分解・採取手法について、温度・圧力条件が生産速度や回収率等に与える効果を評価するとともに、生産予測のためのシミュレーションソフトウェアを開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・第2冬陸上産出試験の結果解析を行い、減圧法の実産手法としての有効性を詳細に評価すると共に、生産シミュレータの検証を行い、その精度を評価する。

- ・経済産業省「メタンハイドレート開発促進事業」のフェーズⅠ最終年度にあたり、これまでの圧密評価計算モジュール、浸透率評価計算モジュールを砂泥互層の減圧時生産挙動を総合的に解析可能なように整備し、第Ⅱフェーズで実施予定の海洋産出試験の生産性・生産挙動を予測する。

- ・実施予定の中期陸上産出試験結果から、ガス生産に伴う地層圧力と温度分布の推移を予測し、これまで開発した地層圧密変形シミュレータを用いて地層変形挙動および坑井に掛かる応力分布などの評価を行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・液化天然ガス輸送に比較し10%近い省エネルギー化が見込める、ガスハイドレートの高密度ガス包蔵性及びガス選択性を利用した新たな輸送方法の基盤技術を開発するため、ガスハイドレート結晶におけるガス貯蔵密度の増大及びガス分離効率の増大等のメカニズムを解明し、これを制御する技術を開発する。また、ガスハイドレートの生成・分解機構を解明し、低圧化での生成技術を開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・『ガスハイドレート産業創出イノベーション』の参加企業との共同研究、セミナーを通じて、天然ガスのハイドレート輸送・貯蔵システムの企業化を促進するほか、自己保存効果について、その発現温度の実証、可視化計測による自己保存メカニズムを解明する。

## 4-(4)-③ クリーン燃料製造技術の開発

## 【中期計画（参考）】

- ・従来の1200～1500℃より低温の500～700℃で炭化水素から水素を製造する技術を開発し、CO<sub>2</sub>回収エネルギーを含めた転換効率を従来の65%から75%以上へ向上させる。またガソリンから水素製造を行うための長寿命、低温改質触媒を開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・開発触媒をバイオマスのガス化により得られるガスの改質に適用する。

## 【中期計画（参考）】

- ・石炭火力発電システムの課題である灰処理設備を不要化できる無灰炭を、従来不可能であった低品位炭から製造する技術を開発する。特に多くの炭種に対応できる溶剤抽出技術について、抽出率を向上させる技術の開発を行い、経済性効果とCO<sub>2</sub>排出削減効果が顕在化する60%以上の抽出率を達成する。

## 《平成20年度計画》

- ・平成19年度に選定した3つの候補炭（カリチカ瀝青炭、パシール炭瀝青炭、グニョンバヤン瀝青炭）に対して、抽出温度、溶剤種、抽出時間を変化させた無灰炭製造を実施し、それぞれの候補炭に対する最適抽出条件を決定する。
- ・無灰炭添加の効果を流動性向上および強度向上の両面から調べ、その効果のメカニズムを明らかにする。そ

れを利用して他の石炭との配合理論を構築し、実用化のための基盤データを得る。

- ・半連続式触媒ガス化装置を用いたガス化試験を行い、タールの完全ガス化、触媒寿命を調べ、生成ガス中の水素と二酸化炭素が選択的に生成する最適条件を決定する。また、その結果をもとに、次のステップである連続式ガス化装置を組み立てる。

#### 【中期計画（参考）】

- ・未利用重質油から軽質油を製造する効率を、従来の80%から90%以上に向上させる製造プロセスを開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・超重質油であるオイルサンドピチューメンの構造解析と物性評価を行い、未利用重質油の構造と特性を明らかにする。また、触媒を用いた450-550℃での水熱改質反応を行い、得られた分解生成物の構造解析を行う。それら未利用重質油原料と反応生成物との比較から、水熱改質で起きている反応機構を明らかにする。

#### 【中期計画（参考）】

- ・石油系輸送用燃料の硫黄濃度を、今後施行される規制値10 ppm 以下に低減する触媒技術の実用化開発を行うと共に、さらに進んだ1 ppm 以下に低減するゼロサルファー化や低アロマ化のための触媒技術を開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・軽油の超低硫黄化用 CoMo 系脱硫触媒（S<10 ppm）では、パイロットプラントを用いた長期寿命評価試験を通し、開発触媒の商品化を目指す。軽油の S<1 ppm に向けては、触媒の高温安定性強化が不可欠となるため、活性相の凝集抑制に繋がる触媒担体等の改良を行う。高い硫黄耐久性と低アロマ化性能が確認された貴金属系触媒では、バイオディーゼルの部分水素化処理への適用を図り、現行のバイオディーゼルの問題となる酸化安定性を著しく改善する新規な方法を提案し、実用化に向けた取り組みを行う。

#### 4-(4)-④ クリーン燃料利用技術の開発

#### 【中期計画（参考）】

- ・石油代替燃料であるジメチルエーテル（DME）を利用して公道走行が可能な自動車を10台規模で製作し、自治体を中心としたフリート走行試験により普及に向けた実証を進める。また、天然ガス液状化油（GTL）を燃料とするエンジンについて、排気ガスデータ等の特性を取得し、更なる低公害化のための燃料組成の指針を定め、市場への導入普及を進める。さらに、バイオディーゼル燃料（BDF）の軽油に関する品質確保法の改正に資するデータの取得・提供を行う。

#### 《平成20年度計画》

- ・粒子状物質排出に及ぼす不純物の影響等、引き続き自動車用 DME 燃料標準化に向けた不純物の影響を評価

する。ISO/TC28/SC4、5の議論に引き続き参加していく。

- ・小型 DME トラックの走行試験を継続し、更なる耐久性の評価を行う。
- ・バイオ混合 DME 発電システムの実証試験プロジェクト立ち上げを目指し、各種検証実験を行う。
- ・バイオマス由来の新燃料について、製造、利用、普及の観点から現状および将来展望を引き続き調査し、ライフサイクル CO<sub>2</sub>排出量や、環境破壊に対するインパクト等に及ぼす影響を把握する。また、東アジアサミットのバイオ燃料の規格化推進に対して、EAS-ERIA BDF Benchmark Standard を取りまとめ東アジア地域での BDF 規格の共通化活動を行う。
- ・産業機械における高濃度 BDF 利用を目指した検証実験を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・新長期規制後に導入が見込まれる新たなディーゼル車排ガス規制に対応したエンジン燃焼技術を開発するとともに、窒素酸化物及び粒子状物質を除去するための触媒システムを開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・単気筒試験エンジンによる新燃焼方式の探求、多気筒エンジンによる燃焼チューニングを実施し、次世代エンジン性能および燃料影響を評価する。
- ・従来型のアンモニア選択還元法と CO 選択還元法を組合せた複合型触媒システムの実ディーゼルエンジン排気ガスによる性能評価の実施と改良を行なう。
- ・排気量10 L のディーゼルエンジン排ガス処理が可能な大型車用排熱回収型コンバータを試作し、これを用いた NOx 除去触媒システムを提案するとともに、実用性能試験を行う。

#### 5. バイオマスエネルギーの開発による地球温暖化防止への貢献

CO<sub>2</sub>排出の大半が化石エネルギー起源であることから、地球温暖化を防止する上では再生可能エネルギーの大量導入により、化石エネルギーへの依存度を低下させることが必須である。こうしたなかで、バイオマスのエネルギー利用は京都議定書上 CO<sub>2</sub>排出量がゼロと評価されていることから、その積極的導入が求められている。このため、国内の木質系バイオマスを高効率でエネルギー転換する技術を開発するとともに、バイオマスの市場導入を促進するために必要となる多種多様なバイオマス種に最適な利用システム構築のための評価技術を開発する。

#### 5-(1) 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

CO<sub>2</sub>固定能の高い木質系バイオマスのエネルギー利用においては、先行している直接燃焼による発電や熱利用では規模が小さいため熱効率が低く、バイオマスが有する化学エネルギーを有効に利用できない。そこで木質系バイオマスを付加価値の高い化学エネルギー

である液体燃料等に転換するため、高効率かつ低環境負荷を実現するガス化技術、発酵技術及び液体燃料製造技術を開発する。

#### 5-(1)-① 木質系バイオマスからの液体燃料製造技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・製材あるいは間伐材等の木質系バイオマスで95%以上、農業廃棄物や建築廃材等の廃棄物系バイオマスで90%以上のガス化率で、合成ガス（一酸化炭素＋水素等）を製造するプロセスを開発する。また、生成ガスの精製やガス比調整により得られるサルファーフリーの合成ガスから軽油等の運輸用燃料を製造するための触媒技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・木材では目標を達成したので、それ以外の未利用・廃棄物系バイオマスをガス化し、ガス化率向上とフィッシュャートロブシュ（FT）合成に適した組成ガス生成を目指す。
- ・開発した改質触媒は、メタン改質作用（生成ガス中のメタンをCOとH<sub>2</sub>に改質）を有することがわかったが、硫黄に弱いことも判明したので、今後は、メタン改質機能長時間保持のための硫黄対策(脱硫等)を検討する。
- ・バイオマス反応後に排出される灰分の特性を測定し、灰分をはじめとするバイオマス原料の性状の評価法の確立を目指す。
- ・フィッシュャートロブシュ（FT）反应用ルテニウム系触媒について、
  - 1) マンガン修飾触媒を用いて、圧力効果を検討する。
  - 2) 炭素系担体の可能性を検討する。
  - 3) バイオガスをを用いるFT反応における硫黄不純物の影響を解明する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・含水率の高い生ごみ等の廃棄物系バイオマスから水素とメタンを得る発酵技術において、微生物の担体保持方法や配合調整法等の開発を行い、エネルギー回収率が実用化レベルである55%以上の発酵プロセスを開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・（平成19年度で終了）

#### 5-(2) バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

多種多様なバイオマス資源の利用を推進し、市場導入を促進するために、バイオマスの賦存状況や材料特性に関するデータベースを構築するとともに、バイオマス利用統合プロセスシミュレーション技術を開発する。

#### 5-(2)-① バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・バイオマス利用技術の経済性と環境負荷を評価するために、システムシミュレーションに基づく総合的なプロセス評価技術及び最適化支援を行う技術を開発する。また、バイオマスの利用促進を図るため、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースを構築する。

##### 《平成20年度計画》

- ・平成19年度に引き続きバイオマス LCA の開発を行い、温室効果ガス削減等の影響を明らかにする。また、バイオマスの総合的な利活用を目指し、各種バイオマス利活用に対する評価手法の拡大を行う。

#### 6. 省エネルギー技術開発によるCO<sub>2</sub>排出の抑制

CO<sub>2</sub>排出の大半がエネルギー起源であることから、CO<sub>2</sub>排出量の削減のために各需要部門における省エネルギー技術の開発が強く求められている。このため、民生部門では、種々のパワーエレクトロニクス機器の電力損失を大幅に低減できる省電力型パワーデバイス技術、分散型エネルギーネットワークの高効率運用によりエネルギー使用を最適化する技術、住環境を快適に保ちつつ省エネルギーを図る建築部材の開発及び電子機器の省電力技術を開発する。産業部門では、省エネルギー化学プロセス及び省エネルギー型環境浄化技術を開発する。運輸部門では、輸送機器の軽量化による省エネルギー技術を開発する。

#### 6-(1) 省電力型パワーデバイスの開発

エネルギー消費が電力の形で使用される割合が益々増加していることから、多くの場所で電力変換器に使用されているパワーエレクトロニクス機器の低損失化が不可欠である。現状のパワー素子では、シリコンの半導体特性から損失の低減には限界がある。このため、物理特性から大幅な低損失化が見込める、炭化ケイ素や窒化ガリウムなどの材料を用いた省電力型パワーデバイスの基盤技術を開発する。

#### 6-(1)-① 省電力型パワーデバイスの開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・炭化ケイ素や窒化ガリウムなどの材料を用いたパワーデバイスに関して、これまでに開発した世界最高水準の素子技術を発展させ、現状のシリコンを用いた素子に比べて損失を1/3に低減した電力変換器のプロトタイプを開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・炭化ケイ素や窒化ガリウムなどの材料を用いたパワーデバイスに関して、実用レベルのインバータシステムにおける性能実証を進める。また、実用デバイスに必要な大容量性、高信頼性を得るための条件を明確化し、高性能デバイスを用いた50 W/cc 級高パワー密度インバータの見通しを明らかにする。

#### 6-(2) 省エネルギー化学プロセス技術及び環境浄化技術の開発

産業部門のエネルギー消費の約30%を占める化学産

業の省エネルギー化は CO<sub>2</sub>排出削減に大きな効果が期待される。このため、各種化学プロセスの省エネルギー化を実現するとともに、環境浄化やリサイクルなどの静脈産業における省エネルギー化を実現する。化学プロセスの省エネルギー化については、高効率な熱交換技術、蒸留技術、熱利用技術及び漂白技術を開発する。また、環境浄化及びリサイクルについては、投入エネルギーの低減を図るため、高効率大気浄化技術及び省エネルギー型の水処理技術を開発するとともに、金属の回収及び高純度化再生の省エネルギー化技術を開発する。

#### 6-(2)-① 産業部門消費エネルギー低減のための化学技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・産業用空調機器の消費エネルギー低減のため、水蒸気脱着温度を従来の100℃以上から50℃程度に引き下げることを可能とするデシカント空調機用ナノポア材料を量産する技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・(平成18年度までに終了)

##### 【中期計画（参考）】

- ・省エネルギー型蒸留プロセスのために、従来比30%以上の消費エネルギー削減が可能な内部熱交換式蒸留塔(HIDiC)を実用化する技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・本格的な HIDiC 技術普及促進体制を、新規事業者の設立等により確立すると共に、次世代型 HIDiC システム技術構築に着手する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・物質生産とエネルギー変換を同時に行うコプロダクション技術を導入した高効率な化学製造プロセスを解析・評価するソフトウェアを開発する。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度に引き続き、NEDO プロジェクトにおいてコプロダクションシステム設計手法の確立を目指す。また、企業との共同研究において、実際の化学コンビナート省エネ化案を検討し、その効果を明らかにする。

##### 【中期計画（参考）】

- ・漂白プロセスの消費エネルギーを20%以上低減できる綿布の光漂白技術を開発するとともに、他の材質の布及びパルプ等に適用範囲を拡大する技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・クラフトパルプの光酸化漂白をより経済的に行う方法について検討する。また、混紡分離技術の省エネ化について検討する。

#### 6-(2)-② 気体分離膜を利用した省エネルギー型気体製造プロセス技術の開発 (IV. 3-(3)-①を再掲)

##### 【中期計画（参考）】

- ・99.9%以上の高純度水素の高効率な製造プロセスの開発を目的として、常温から600℃までの広い温度領域

で安定性を持つパラジウム系薄膜を開発し、これを用いて水素分離システムの実用型モジュールを開発する。また、安価な無機材料や非貴金属材料を用いた水素分離用非パラジウム膜の開発及びプロトタイプモジュールを作製する。

《平成20年度計画》

- ・内径10 mm のジルコニア基材により pore-filling 型パラジウム膜を作製し、600℃、1,000時間の耐久性を試験する。パラジウム-銀-金の三元合金による水素分離膜を作製する。
- ・非パラジウムアモルファス合金膜の素材、表面処理法を検討することで水素透過速度の低下の原因を究明し、500℃での加速試験における低下が10時間で40%以下の膜を開発する。
- ・平成19年度までに膜反応器用に開発したモジュール化技術を活かして、パラジウム系フィルム状自立薄膜を複数枚組み込んだオールメタル膜モジュールを試作して基本特性を把握する。また、膜モジュール性能向上のための改善すべき要因を調査する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・空気からの高効率型の酸素製造プロセス用として、現状の市販高分子膜の2倍のプロダクト率（酸素透過率×酸素濃度）を達成できる膜を開発してプロトタイプモジュールを作製する。

《平成20年度計画》

- ・中空糸炭素膜の大量生産手法を確立し、数 L/min の空気分離が可能な中型膜モジュールを作製する。また、並行してモジュールのシール技術や長期安定性について検討を行い、実用化に向けた基盤技術を構築する。

#### 6-(2)-③ 環境汚染物質処理技術の開発 (IV. 1-(4)-①を一部再掲)

##### 【中期計画（参考）】

- ・揮発性有機化合物 (VOC) の小規模発生源を対象とし、有害な2次副生物を発生することなく従来比2倍以上の電力効率で数100 ppm 濃度の VOC の分解が可能な触媒法や低温プラズマ法を開発するとともに、高沸点や水溶性の VOC を吸着回収することが可能な新規吸着法等の処理プロセスを開発する。

《平成20年度計画》

- ・低温プラズマとオゾン分解触媒の複合化においては、これまでに高性能触媒として酸化マンガン系触媒を見出してきたが、さらにこれ以外の金属酸化物をベースとした触媒の探索を行う。また、吸着-濃縮-プラズマ分解に優れた各種ゼオライト担持触媒の開発を行う。吸着回収では、より高濃度 VOC に適した吸着剤を用いて真空スイング吸着法に基づく装置の開発をめざすとともに、より低濃度の現場で求められている濃縮等の経済的な周辺技術開発に着手する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・水中の難分解性化学物質等の処理において、オゾン分



解併用型生物処理法など、従来法に比べて40%の省エネルギーを達成する省エネ型水処理技術を開発する。また、再生水の有効利用のため、分離膜を組み入れた小規模浄化プロセスを開発する。

《平成20年度計画》

- ・オゾン分解併用型生物処理法の普及では、普及予定先のベトナム染色工場でのオゾン処理と生物処理の併用装置の設計・製作・稼働を行い、長期間の現場実験からシステム全体の処理性評価を行う。シクロデキストリン吸着剤の高分子担体への新たな結合手法の開発では、さらに実施例を増やし、システムの効率化についてさらに検討を進める。

#### 6-(2)-④ 都市域における分散型リサイクル技術の開発 (IV. 1-(4)-②を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・都市において多量に発生する廃小型電子機器等の分散型リサイクル技術として、再生金属純度を1桁向上しつつ50%以上省エネルギー化する金属再生技術を開発するとともに、20%以上の省エネルギー化と50%以上の再利用率を達成するプラスチック再生技術を開発する。同時に、分散型リサイクル技術の社会的受容性を評価する技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・粉碎機ライナー内壁形状と選択粉碎性の関係についてさらに検討するとともに、これまでに確立した廃電子基板の粉碎方法を用いた場合における微量金属成分(Au等)の挙動について調査し、選択粉碎性を向上させる。また、廃電子機器等の中間処理における3次元形状計測技術の活用について検討を開始する。
- ・塩酸溶液中のロジウムに対し、80%以上の抽出率を示す抽出剤の開発を行う。平成19年度に検討した簡易型プロセスにおいて、実廃棄物を用いた連続試験を行い、不純物挙動およびプロセスの有効性を検証する。希土類の分離回収の新プロセスについて、基礎的な実験を開始してプロセスの実現性および有効性を検証する。
- ・プラスチック系廃棄物に関して、
  - 1) 既存の小型脱塩化水素装置の長所短所をもとに実証装置の設計、製作を行う。
  - 2) 油化については、事業化の可能性を考慮し、廃トナーなど資源化が必要なプラスチック試料の熱分解を行い、物質収支等商業運転に必要なデータを取得する。
  - 3) プラスチック系廃棄物収集運搬・中間処理事業者などの環境負荷を定量化しつつ、廃棄物事業者の環境行動のあるべき姿、特に省エネ輸送に留意した環境負荷の最小化と資源化手法の複合化による資源化率の向上を具体的に提言する。また、エポキシ樹脂を穏和な条件下で可溶化し、基板中に含まれる臭素系難燃剤が二次的な分解を受けずに抽出できる条件を見いだす。さらに、廃棄物系バイオマスからエポキシ樹脂の可溶化に有効な成分を高収率で得られる条件を把握する。ま

た、固体残渣からの水素製造では、実際の廃棄物から生成した残渣を用い、残渣中の炭素構造および含有する無機物の影響を明確にする。

- ・平成19年度の成果を踏まえて、具体的な分散型リサイクルシステムの提案のために、民間企業との研究協力プロジェクトを策定・開始する。同時に、そのプロジェクトの中で、分散型リサイクルシステムの社会受容性についてもより具体的な立場から評価する。
- ・希土類磁石のリサイクルに関し、溶解、抽出操作における各種操作条件の最適化を行う。また、蛍光体リサイクル・再利用のための湿式処理・再合成に関しては、最適粒径化(粒子成長)を目標として、前駆体合成及びその後の焼成過程の各条件間の関係及び制御方法を明確にする。さらに、再利用に関しては、廃蛍光体の性能回復に関する特性評価を進め、適正な処理方法を明らかにする。

#### 6-(3) 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発 (IV. 4-(1)を一部再掲)

分散型エネルギーネットワークシステムでは、自立性とシステム効率を高めるために、供給と需要の時間的・空間的な不整合を調整する機能が不可欠である。このため、需要データベースに基づき、異種エネルギー源を統合して最適な予測・制御を行う安定運用技術を開発する。

#### 6-(3)-① 分散型エネルギーネットワークにおける省エネルギーシステムの開発 (IV. 4-(1)-①を一部再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・排熱利用技術として実用レベルの変換効率10%以上を有する熱電変換素子等を開発する。

《平成20年度計画》

- ・セグメント型熱電素子で変換効率10%を実証するため、新型高出力因子材料の組み込みと形状最適化を行う。単結晶材料で組成制御技術の向上と結晶の大型化を目指す。層状構造を有効利用した新しい硫化物系熱電材料の開発を行う。薄膜材料の熱電性能向上とデバイス化技術の検討を行う。引き続き、モジュール性能評価技術等の測定技術の普及を図る。

【中期計画 (参考)】

- ・効率的なネットワーク運用技術として、多数の分散エネルギー源からのエネルギー供給技術や貯蔵技術、さらに需要側での負荷調整などネットワークの総合的制御技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・実験室レベルの検証と並行して、実負荷に対するエネルギー供給試験等のデータの収集・分析を進め、広域エネルギーシステム側の機器と分散型エネルギー機器および負荷を協調制御・運用する手法をより高度化するとともに、制御対象となる機器種の拡大やエネルギー需給条件変化へのより高い柔軟性の確保を図る。これらの検討を通じ、提案する制御・運用法の早期実用

化につなげる。

6-(4) 輸送機器及び住居から発生する CO<sub>2</sub>の削減のための機能部材の開発 (Ⅲ. 3を再掲)

製造業以外で大きな排出源である輸送機器と住居からの CO<sub>2</sub>排出の削減に材料技術から取り組むため、軽量合金部材の耐熱性向上と大型化する技術を開発しエンジンと車体の軽量化を実現し、また、高断熱等の機能化建築部材に関する研究開発を行うことにより、建築物の居住性を損なわずにエネルギーの消費低減に貢献する。

6-(4)-① 耐熱性軽量合金の開発 (Ⅲ. 3-(1)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・軽量金属材料のエンジン部品を実現するため、鋳鍛造部材の製造技術に必要な耐熱合金設計、連続鋳造技術、セミソリッドプロセスによる高品質部材化技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・鋳鍛造部材の製造技術に必要な合金設計技術として、Mg合金の凝固機構に基づくAlとCa、およびSiの最適添加によって、Mg合金の耐熱性能の向上を目指す。さらに、耐熱Mg合金の高品位ビレットを製造するために、連続鋳造において問題となる表面酸化層の成長を抑制する技術を開発する。耐熱Mg合金の高品質部材化技術として、射出成形法を応用したセミソリッドプロセスの開発を行う。

6-(4)-② 高加工性軽量合金素形材の開発 (Ⅲ. 3-(2)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・車体用の軽量金属材料を用いた大型構造部材を製造するために必要な連続鋳造技術、冷間塑性加工プロセスによる部材化技術、集合組織制御による面内異方性を低減する圧延薄板製造技術、接合技術及び耐食性向上のためのコーティング技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・連続鋳造機で高品質合金ビレットを製造するための組織制御技術を高度化する。Mg合金と鉄系材料の摩擦攪拌異種接合材の最適接合条件を探索する。Mg合金圧延板の成形性に対する異周速圧延条件や組成の影響を明らかにし、成形性の改善を目指す。クロスロール圧延法により効果的に面内異方性を低減させるための圧延条件や合金組成を探索し成形性を検証する。高い耐食性を示すSi含有DLCコーティングを未研磨のMg合金に行い、その効果を評価すると共に高速成膜技術の一層の高度化を図る。

6-(4)-③ 省エネルギー型建築部材の開発 (Ⅲ. 3-(3)-①を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・建築物の空調エネルギーを10%削減するための調光ガ

ラス、木質サッシ、調湿壁、透明断熱材、セラミック壁及び照明材料等の各種部材の開発及び低コスト化を行う。また、熱収支シミュレーション等を駆使してその省エネルギー効果を検証する。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度に実験住宅に実装した調光ミラー窓ガラスについて、透明状態での透過率を損ねることなくミラー状態での反射率を向上させる試みを行い、空調エネルギー削減効果を検証する。サーモクロミックガラスでは、作製プロセスの低コスト化を目指し湿式成膜法を検討する。木質材料では、細胞軟化条件と細胞屈曲の関係性を明らかにし、それにより薬液含浸や圧縮変形における加工不良の改善させることを目指す。調湿材料系では、平成19年度にイモゴライト合成前駆体より高性能な吸着剤を新たに開発したが、平成20年度は新規及び従来のイモゴライト系吸着剤の評価と各種用途に応じた吸着性能最適化の検討を行う。廃棄物リサイクル保水建材では、実験住宅における実証試験を継続して省エネルギー効果の評価、及び保水力増加・耐寒性等製品としての機能向上を図る。
- ・蛍光ガラスと紫外LEDを組み合わせた平面光源のエネルギー変換効率を検討し、実用デバイスとしての具体的な用途、開発目標を明らかにする。蓄光材料については強い蓄光性能を示すガラスを作成するための組成探索を行う。

6-(5) 電子機器を低消費電力化するデバイス技術の開発 (Ⅱ. 2-(3)を一部再掲)

モバイル情報機器及びロボットに搭載されるCPUや入出力デバイスの機能向上とバッテリーによる長時間駆動を目指し、新デバイス構造を用いた集積回路の性能向上と低消費電力性を両立させる技術及び強磁性体や強誘電体等の半導体以外の材料を用いた新デバイス技術の研究開発を行う。

6-(5)-① 低消費電力システムデバイス技術の開発 (Ⅱ. 2-(3)-②を再掲)

【中期計画 (参考)】

- ・ユビキタス情報ネットワークの中核となる、低消費電力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路機能に応じたデバイス特性の動的制御が可能となるダブルゲート構造等を利用した新規半導体デバイス及び強磁性体や強誘電体等の不揮発性を固有の物性として持つ材料を取り込んだ新規不揮発性デバイスを開発する。併せて、これら低消費電力デバイスをシステム応用するのに不可欠な集積化技術に取り組み、材料技術、集積プロセス技術、計測解析技術及び設計技術並びにアーキテクチャ技術等を総合的に開発する。

《平成20年度計画》

- ・低消費電力性と高速性を両立した集積回路の実現を目指して、回路とレイアウトの改良によりチップ面積を縮小した改良版Flex Power FPGA試作チップを新た

に開発する。3次元積層技術を用いた Flex Power FPGA アーキテクチャの検討を行なう。X MOS デバイスモデルのモジュール改良による性能改善を行う。

- ・ 新型不揮発性デバイスの実現を目指して、垂直磁化型トンネル磁気抵抗素子 (TMR 素子) を開発し、低い書き込み電流と高い熱安定性を同時に実現する。また、高性能 MgO 障壁磁気トンネル接合 (MTJ) 素子に用いる書き込み層の材料と積層構造を最適化することによるスピン注入書き込みの低電流化と熱安定性の両立の可能性を探る。
- ・ 強誘電体をゲートとするメモリトランジスタ (FeFET) に基づく新規不揮発論理回路の実現を目指して、2層の金属配線と1層の絶縁体層を含めた FeFET で構成された回路の作製技術を開発する。不揮発論理の基本回路である不揮発 NOT 回路と不揮発インバータラッチ回路を作製し、動作検証する。フラッシュメモリに FeFET を適用した場合の FeFET 単体の特性を測定評価する。
- ・ 新規半導体デバイスにおける不純物分布測定法等の計測解析技術の高度化のため、超高真空環境下での自己検出型プローブ測定を試行し、最終目標空間分解能 (約2nm) への到達度評価を行うとともに、他の不純物分布測定法との優劣評価を実施する。また、平成19年度までに開発された不純物分布測定法等の評価計測技術に関しては、新規半導体デバイス、デバイスプロセス、電子材料の実評価へ適用し、産総研内外の研究開発推進に寄与する。
- ・ 1) 次世代半導体集積回路の作製技術として、新規メタルゲート技術を始め微細 X MOS CMOS 回路作製技術の開発を進める。試作するフレキシブルパスゲート SRAM (Flex-PG SRAM) TEG の広範囲な評価を行い、高性能化、高バラツキ耐性のための集積化課題を抽出する。また、それらを踏まえ、Flex-PG SRAM 回路設計の詳細化をはかる。
- ・ 2) 次世代半導体の作製プロセス技術において、低ゲートリークと高駆動力を両立する MOSFET デバイスプロセスの基盤技術として、高誘電率絶縁膜とシリコン、ゲルマニウム、III-V 族化合物等との半導体との直接接合界面の低欠陥化技術について研究開発を行う。高誘電率絶縁膜バルク中の欠陥や、高誘電率絶縁膜と半導体との界面構造をナノスケールで評価する技術の高度化を進める。
- ・ 情報通信機器用低損失電源のためのスイッチング素子として、600 V 級ノーマリオフ型 AlGaIn/GaN HFET 素子の大電流動作を実現し、ダイオードと共にレギュレータ回路実装構造の試作実証を行う。更に、それらの技術を実用的な AC アダプター回路に適用してその性能を検証する。

## V. 産業基盤を構築する横断技術としての計測評価技術

の研究開発

計測評価技術は、研究開発、産業活動といった技術を用いた諸活動を行う上での社会の基盤であり、優れた計測・評価技術なくして技術に関連する活動の円滑な実施は行い得ない。こうした認識に則り、①先端的な計測・分析機器や計測評価方法の開発と社会での導入実施に不可欠となる標準化や標準試料の提供、②産業技術の基盤となるデータベースや社会の安全・安心に関するデータベースの構築を行う。これにより、産業振興を牽引する新たな知見の獲得や産業技術の信頼性向上につながる共通の基盤技術としての計測評価技術を提供する。

### 1. 計測評価技術の開発と知的基盤構築の推進

様々な顕微鏡の開発によりナノテクノロジー等の新たな技術分野が生まれたように、先端的な計測・分析機器は広汎な技術、産業分野に展開できる基盤的特性を有している。こうした基盤の構築を行うとの観点から、産業分野を先導する先端的な計測・分析機器の開発と産業技術の信頼性を向上させる評価解析技術の開発を行う。また、新技術や新製品が国内外の市場を確保するためには、機能の優位性や製品の安全性、信頼性が技術的に確保されていることが必要であることから、製品の機能や特性等を評価する計測技術を開発し、試験評価方法の形で提供するとともにその標準化に貢献する。

#### 1-(1) 先端的な計測・分析機器の開発

ナノテクノロジー等における先端的な計測・分析機器の開発においては、ナノメートル領域の物質や欠陥等を高感度かつ高精度に検出する技術や物質の挙動を可視化する技術の開発が必要とされている。そのために、①反応性の高い状態にある原子・分子やイオンを用いた新たなツールを開発してナノメートル領域の計測や分析を可能にする技術、②新たな光・量子源の開発や高輝度化・マイクロビーム化により局所領域の物質の挙動を可視化する技術等の開発を行う。さらに、①、②の技術に関して標準化に貢献する。また、装置等の動作状況の把握や稼働条件の最適化を図るために、実環境下で計測可能な機器の開発が必要とされており、実環境下で動作する圧力や応力等のセンサの開発とそれを利用した計測技術の開発を行う。

#### 1-(1)-① 反応性の高い状態にある原子・分子の計測・制御技術の開発

##### 【中期計画 (参考)】

- ・ 90%以上の超高濃度の酸化活性なオゾン精密に制御して、10 nm 以下の薄い SiO<sub>2</sub>膜を供給用1インチ半導体基板に±0.1 nm で均一に作製する技術及び200℃以下の低温における酸化膜作製技術を開発するとともに、長さの国家標準にトレーサブルな厚さ計測用の物差しを半導体産業等に提供する。

《平成20年度計画》

- ・200℃以下の低温における酸化膜作製技術の開発においては、光励起オゾン酸化法により供給用8インチウエハ上に2 nm±0.3 nmの均一酸化膜を作製する。

【中期計画（参考）】

- ・材料の表面をナノメートルレベルで均一に削りとるための新型イオン源を開発し、半導体デバイスの深さ10 nm以内に存在する不純物を $10^{11}$ 個/cm<sup>2</sup>レベルで分析できる技術を開発する。また、その計測手法の標準化を行う。

《平成20年度計画》

- ・溶液型金属クラスター錯体のイオンビーム化に向けて減圧下でイオン液体ビームを発生する。また、渡吸収分光顕微鏡の開発において深さ100 nm以内に存在する不純物を $10^{11}$ 個/cm<sup>2</sup>レベルで検出する。

【中期計画（参考）】

- ・ナノ物質に結合するマーカーとして極安定ラジカルを合成し、そのマーカーを磁気計測方法によって検出することによりナノ物質の挙動を精密に計測し、生体影響評価に資する。

《平成20年度計画》

- ・標識化合物（Perfluoroalkylradical:PFR）を結合させた標識 PFR-CNT（ピーポッド）のシグナル強度をファントム試験を行うことが可能な程度まで上げる。磁気計測手法に変わるナノ物質の生体内挙動に関する計測手法を開発するため、フッ素マーカーを用いてナノ物質のラベル化を行い、ガスクロマト質量分析法（GC-MS）で分析感度、回収率を決定する。シリコン基板に分散した CNT の直径を評価し、マウス肺中に取り込まれたナノ粒子の TEM による観察手法を確立する。

【中期計画（参考）】

- ・数10 Da の原子から1 MDa を越えるタンパク質のような巨大分子までの広い質量範囲において、タンパク質を構成するアミノ酸の違いを識別できるレベルの質量分解能で分子量分布計測が行える飛行時間型質量分析装置を開発する。

《平成20年度計画》

- ・100素子超伝導アレイ検出器、極低温冷却システム、アナログ・デジタル多チャンネル信号処理装置、生体分子用イオン源をシステム化して、数10 Da から1 MDa を越える広い質量範囲の分子の質量分析を可能にする。

【中期計画（参考）】

- ・半導体検出器のエネルギー分解能と検出効率を1桁以上改善した超伝導検出器を開発し、生体用軽元素のエネルギー分散分光分析を可能にする特性 X 線検出システムを開発する。

《平成20年度計画》

- ・半導体検出器ではカバーできない2 keV 以下の軟 X 線領域まで X 線吸収分光測定を可能とするために、

- (1)超伝導 X 線アレイ検出器、(2)超伝導検出器用アナログ信号処理装置、(3)デジタル信号処理装置を開発する。

- 1-(1)-② 光・量子ビームを利用した動的現象の可視化技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・産業現場に導入可能な大きさが3-30 keV の X 線エネルギーと $10^9$  photon/s 以上の X 線収量を有する、生体高分子の立体構造解析や可視化への適用が可能な単色硬 X 線発生システムを開発する。

《平成20年度計画》

- ・生体試料の X 線透過像および造影剤を用いた微小血管等の撮像を最高で毎秒30フレームにて測定するシステムの開発を行う。レーザーコンプトン用マルチパルス共振器を開発し、既存の S バンド小型リニアックを用いた X 線発生装置にとりつけることでパルスあたりの X 線輝度を2桁増強する。

【中期計画（参考）】

- ・ビーム径を100 μm 以下に絞り込める陽電子マイクロビーム源を開発し、材料中のナノメートルレベル以下の空孔・欠陥の3次元分布や動的変化を計測するシステムを開発する。

《平成20年度計画》

- ・電子加速器を用いて発生した陽電子マイクロビームにより、材料中のナノレベル以下の空孔型欠陥の分布や局所領域の空孔の時間変化を計測できることを実証する。ポータブル電子加速器の出力を上げ、1分以下の X 線非破壊検査を可能にする。

【中期計画（参考）】

- ・既存の偏光変調素子が使用できない40 nm-180 nm の真空紫外領域において、生体分子の立体構造の決定が可能な S/N 比 $10^{-5}$ の測定精度を持つ高感度円偏光二色性測定装置を開発する。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度までに完成させた CD 計測技術を利用し、CD による生体分子の立体構造解析実現に向けて、各種生体分子の真空紫外領域における CD 測定を進める。アミノ酸、タンパク質、核酸、糖類などの生体分子は、薄膜や水溶液などの様々な形態での真空紫外 CD 測定を行う必要があり、各種試料形態に応じた高真空への試料導入方法と試料ハンドリング技術の開発を行う。
- ・光電子顕微鏡用駆動ステージの自動パルス制御システムを構築する。これにより、試料の分析点に X 線ビームと光電子顕微鏡焦点を位置合わせするとき両者の再現位置精度が数ミクロン以内となるとともに、位置あわせに要する時間の短縮が行える。また透過型光電子顕微鏡に用いる光電変換面にレジストを塗布した素子を用いて、静電レンズ系の収差の評価を行う。
- ・紫外自由電子レーザー（FEL）を光電子顕微鏡（PEEM）の励起光源に用いることにより、高輝度

電子加速器用電子銃の光陰極表面化学状態の実時間イメージングを行い、従来問題となっている陰極劣化機構解明の研究を進める。また赤外 FEL の波長を材料分子の振動レベルに同調させ、光音響分光法等を用いて主に有機分子の高感度結合状態分析システムを構築する。

#### 1-(1)-③ 実環境下での圧力、振動の計測技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・発電用ガスタービンの状態診断等への応用を目指して、ピーク時800℃、常用500℃以上の高温、25 MPa 以上の高圧下で0 Hz～数 MHz の広帯域圧力変動を実環境下で計測する高耐熱性の圧力、振動薄膜センサデバイスを開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・高耐熱圧力センサについては、実用化サイズである直径5 mm を目標に、小型の燃焼圧センサを試作し、エンジンに取り付けて燃焼圧力応答を計測し、その特性評価を進める。
- ・高温振動センサを試作し、腐食割れなどによって発生させた高周波数の弾性波をそのセンサで検知する方法を用いて、高温下での振動検知特性評価試験を実施する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・在宅医療用の生体情報センサやヒューマノイドロボットの触覚センサ等への応用を目指して、150℃以上の温度に耐え5 mm ピッチ以下の応力分布分解能を持つ、柔らかい高分子やゴム質表面に形成可能な箔状圧力センサシステムを開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・箔状フレキシブル圧電センサのアプリケーションとして、配管検査システムにおける非接触型内部状態推定技術への適用を目指す。

##### 【中期計画（参考）】

- ・材料の高精度劣化モニタリングなどへの応用を目指して、応力分解能が既存の歪ゲージと同等以上の数 nN/粒子かつ空間分解能の目安となる数百 nm 以下の応力発光体ナノ粒子を合成する技術、粒子を配列、分散及び固定化する技術並びに応力発光体を用いた遠隔応力計測システムを開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・構造物の安全管理ネットワークシステムを目指したリアルタイム応力異常検知システムの開発を行う。塗膜センサの高性能化を目指し、感度、安定性、耐久性、耐候性を検討し、センサの特性向上指針を確立する。応力発光体の光を利用するシステムについては、応力発光体の発光効率の向上と機構解明を行うとともに、光触媒とのハイブリッド化技術、光利用システムの選定を行う。

#### 1-(1)-④ 横断的な計測評価手法の構築に向けた先端的計測評価技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・次世代の衛星として期待されている準天頂衛星システムによる高精度な位置情報システムのコスト低減、長寿命化及び信頼性向上を目指し、地上局の原子時計と準天頂衛星に搭載された水晶発振器を無線により同期させる技術（擬似時計技術）を開発し、同期精度10 ns 以内、100,000秒以上における長期安定性 $10^{-13}$  以内の擬似時計システムの実現を目指す。

##### 《平成20年度計画》

- ・他機関の開発した装置との噛みあわせおよび産総研で開発したシミュレータを用いて、準天頂衛星と地上系を含んだ擬似時計の性能評価を行う。また、他機関の地上系とのインタフェースを明確にし、その部分を含んだシミュレーションを行う。

#### 1-(1)-⑤ 患者の負担を軽減する高精度診断技術の開発（I. 2-(1)-①を再掲）

##### 【中期計画（参考）】

- ・診断及び治療に伴う患者の肉体的負担を軽減できる低侵襲検査診断システムを構築するため、心拍動等の動画像を連続計測可能な超高速 MRI 技術及び微小電極を用いた低侵襲計測技術等の要素技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・開発中の超高速 MRI 技術を動物実験に適用し、画像コントラストや空間分解能を向上させるための撮像パラメータの最適化を図る。また、心拍動等の生体の動作特性の計測を試みる。
- ・末梢神経線維からの活動電位の計測や電気刺激が可能な低侵襲多点微小電極を開発するため、電極間隔0.25 mm 以下のアレイ電極を作成して活動電位の計測や局所的な電気刺激に適する電極間隔について電気生理学実験により検討する。また、神経線維活動電位を分離・抽出する技術を開発する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・個々人のゲノム情報に基づいた高精度診断を実現するため、1分子 DNA 操作技術や1分子 DNA 配列識別技術等の個々人のゲノム解析に必要な要素技術を開発する。

##### 《平成20年度計画》

- ・4種類の塩基を識別するために検出光学系の透過率を向上させ、1分子 DNA のシーケンスをリアルタイムで検出・同定する。また、本手法を用いて DNA シーケンスを行うだけでなく、1分子から高速に一塩基多型 (SNPs) 解析する新技術を開発する。
- ・表面増強ラマン散乱 (SERS) の増強度機構に基づいて、実験で取得可能なプラズモン弾性散乱共鳴増強光電場の強度、共鳴ラマン散乱断面積、そして蛍光断面積を用いて SERS スペクトルを定量的に評価する手法を実験的、理論的に検証する。その結果から、対象分子に最適な SERS 測定条件を提示する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・疾患に関係する生体分子等の細胞内における存在を検知して診断に役立てるため、単一細胞内のタンパク質を一分子レベルでリアルタイムイメージングする技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・マルチ細胞ソータの自動化されたプロトタイプ機を製作し、実用化の観点から、動物細胞を用いて性能を評価する。実用化に必要な装置・マイクロチップ・ソフトウェア制御の機能を統合する。ある物質の誘起により、細胞が生理活性物質を発現する機序の理解、およびその物質を定量的に評価する技術を細胞診断等に應用することを最終目標とする。昨年度までに得られた、複合多糖のリピド A 部位が白色脂肪細胞のサイトカイン TNF $\alpha$  の生産活性を誘起するという成果をもとに、この生産活性に対する抗菌剤の抑制作用などを調べる。
- ・量子ドットによる生体分子の蛍光標識技術による細胞およびその構成成分の可視化の研究では、量子ドットの表面を細胞膜および核透過機能を有するペプチド類で標識して、遺伝子の細胞内導入過程に着目した研究を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・同定された生活習慣病のタンパク質マーカーを簡便に解析して疾患の早期診断に役立てるため、極微量の血液からマーカーを数分以内で解析できるデバイスを開発する。また、遺伝情報の個人差を解析して罹患の可能性や薬効を診断するため、注目する遺伝子について個々人の配列の違いを数分以内に解析できるデバイスを開発する。

《平成20年度計画》

- ・現状では良好な分離特性が得られるタンパク質の種類が限られているので、この種類を拡張するために、新しく合成した疎水性のヒドロキシエチルセルロース (HEC) 誘導体を基本としてそれと既存のセルロース誘導体を組み合わせた新しいハイブリッド・コーティング法を開発する。
- ・心筋梗塞マーカー、骨粗鬆症マーカーや歯周病マーカーなどを含む生活習慣病のバイオマーカーについて、マイクロ流路系での検出系を構築する。全血サンプルの使用にあたりマイクロ流路上で血球分離系を構築する。また、多項目バイオマーカー解析チップを作成する。さらにインジェクション法を用いてマイクロチップ基板上へのタンパク質固定の検討を行い、測定用チップを試作する。
- ・数10個以上の遺伝子または生体マーカーを非標識で計測するため、プロトタイプのマイクロアレイを作製するとともに、表面プラズモン共鳴 (SPR) およびエリプソメトリに基づくマイクロアレイ計測システムを構築する。
- ・前年度までに開発したバイオチップ試作プロセス、な

らびにレーザー駆動型インジェクタの改良を以下のとおり行う。

- 1) 流体駆動機構として機能集積型チップ内に組み込むことを想定し、本インジェクタを組み込んだ高密度電気泳動チップを試作・評価する。
- 2) 独立した微量サンプル操作用インジェクタとしての改良を行い、吐出動作に必要なサンプルバッファ量を5マイクロリットル以下に抑える。

- 1-(1)-⑥ 超伝導現象を利用した電圧標準技術の開発 (Ⅱ. 4-(2)-①を再掲)

【中期計画（参考）】

- ・独自に開発した Nb 系ジョセフソン素子大規模集積技術を用いて、1~10 V 出力の直流電圧標準システムを開発し、ベンチャー企業等に技術移転することにより世界的規模での普及を行うとともに、高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発する。

《平成20年度計画》

- ・高精度な交流電圧標準等に用いる次世代の計測・標準デバイスを開発するため、2出力 NbN/TiN/NbN ジョセフソン・アレーと2入力熱電変換素子を組み合わせた交流電圧実効値の高精度計測システムを開発する。また、冷凍機動作 PJ 電圧標準システムを小型化するための要素技術の開発を行う。
- ・10ビット D/A 変換器チップを10 MHz クロックで駆動し、振幅10 mV、周波数1 kHz の正弦波電圧を合成する。

- 1-(1)-⑦ 高度ナノ操作・計測技術の開発 (Ⅲ. 4-(1)-①を一部再掲)

【中期計画（参考）】

- ・加工と計測との連携を強化するための、プローブ顕微鏡等を応用した複合的計測技術を開発する。また、計測データの解析を支援するナノ構造体のシミュレーション・モデリング法、高精度計測下での生体分子のその場観察と操作技術等の新手法を開発する。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度までに開発された走査型近接場光学顕微鏡を用いて、高効率半導体発光素子や量子輸送計測用ホール素子など、ミリメートルオーダーのサイズを有する試料に対して、100 nm 程度の空間分解能を有しながら試料全面の発光空間分布が測定できることを確認する。
- ・エネルギー損失電子顕微鏡によるソフトマテリアルの解析のために重要な問題である装置のコンタミネーションを解決するプロセスを開発し、高分子材料等における分子レベルの化学状態分析の精度、信頼性を向上させる。企業との共同研究を通じて本手法の産業界への貢献、装置開発の支援を進める。

- 1-(1)-⑧ 環境診断技術の開発 (Ⅳ. 1-(3)-①を一部再掲)

## 【中期計画（参考）】

- ・高感度な水晶振動子センサを有害物質検出技術へ適用させるため、センサ間で相互干渉しない基板及び回路を開発し、応答速度を既存の1/2以下にした複数同時測定により、数十試料の分析を数時間で完了できる全自動センシングシステムを開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・抗体固定化反応のプロセスを短縮するため、酵素処理による抗体分子サイズの縮小や抗体のチオール化による化学的な抗体分子修飾法とプラズマ重合法により合成したプラズマ重合膜被覆水晶振動子上への物理吸着または化学的結合による抗体固定化法を検討する。

## 1-(2) 計測評価のための基盤技術の開発

構造物の損傷の診断・予測を目指して、構造物内部の損傷や劣化を非破壊で構造物全体に渡って遠隔監視できる技術を研究開発する。また、材料・部材に影響を及ぼす局所領域の物性、材料内部の原子・分子の移動拡散現象及び微量の不純物等の計測評価技術の研究開発を行うとともに、標準測定法、解析手法、技術資料（TR、TS等）及び物性データ集等として整備し、評価手法の標準化への貢献や標準物質の開発を合わせて行う。さらに、生体分子やナノ物質等の信頼性の高い計測・分析技術及びそれらとITを組み合わせた計測評価システム技術などの開発を行うことにより、産業と社会の信頼性確立に向けた計測評価技術基盤の構築に資する。

## 1-(2)-① 構造物の損傷診断技術の開発と標準化の推進

## 【中期計画（参考）】

- ・プラントでのパイプ等の損傷の診断を可能にするために、FBG（Fiber Bragg Grating）光ファイバセンサを用いて、100 MHz までの高周波歪ととき裂を同時に1 mm 以下の分解能で50 m<sup>2</sup>に及ぶ広域を監視する計測技術を開発するとともにその標準化に貢献する。

## 《平成20年度計画》

- ・光ファイバを超音波伝搬ガイドとする超音波検出システムを金属材料構造物の非破壊検査へ適用し、同システムを用いた欠陥検出能を評価する。
- ・レーザー超音波可視化システムで測定した超音波伝搬映像から鮮明な欠陥エコーを抽出するための画像処理方法、および欠陥をサイジングするためのデータ解析方法の開発に取り組む。

## 1-(2)-② 原子・分子の移動拡散現象の計測評価技術の開発と標準化の推進

## 【中期計画（参考）】

- ・燃料電池に適用できる固体電解質材料のプロトン移動機構を解明するために、固体 NMR 法等を用いて10<sup>-9</sup> m<sup>2</sup>/s までの範囲のプロトン拡散係数を測定する技術を開発するとともに、拡散係数等の物性と構造との相関を明らかにする。

## 《平成20年度計画》

- ・無機固体酸型燃料電池固体電解質の材料化に向けた探索研究を効率化するため、ナノ細孔を持つ材料に無機固体酸を充填した場合にプロトン運動性（プロトン拡散）が高くなる原因を構造と関連付けて解明する。異なる無機陽イオンを混合した場合の効果についても調べる。また、実用環境でプロトン伝導が向上する条件と原因を明らかにするため、温度・湿度・圧力変化における無機固体酸の構造変化とプロトン拡散の関係を体系的に調査する。

## 【中期計画（参考）】

- ・燃料電池自動車の70 MPa 級高圧水素貯蔵を可能にするために、ステンレス鋼等の金属材料の水素脆化評価方法の開発を行うとともにその技術基準の策定を行う。

## 《平成20年度計画》

- ・70 MPa 級高圧水素貯蔵に係る金属材料の高圧水素脆化の評価試験を液体窒素温度付近の極低温域へ向けて実現を図ると共に、室温において210 MPa までの水素脆化評価を行い、産総研水素脆化表の拡充を図る。また、走査型トンネル顕微鏡を用いて金属表面での水素吸着を調べると共に、ミクロな観点からの水素脆化挙動を明らかにする。
- ・金属・非金属の強度特性に及ぼす高圧水素の影響を調査するとともに、疲労き裂先端のミクロ領域における変形と水素の関係を明らかにする。また、水素環境下における軸受、バルブ、シール摺動材料の摩擦・摩耗特性データを蓄積し、水素の影響を解析する。温度200℃まで、圧力90 MPa までの水素の密度及び粘性係数を測定する。さらに、10 MPa までの圧力条件で水素の水への溶解度、溶存ガスの露点及び熱伝導率を測定するとともに、パラ水素とノーマル水素の物性の差異について調査する。また、水素と金属の相互作用を考慮した弾塑性解析技術を開発し水素拡散シミュレーションを高精度化する。

## 1-(2)-③ 材料プロセスの信頼性に関わる評価技術の開発と標準化の推進

## 【中期計画（参考）】

- ・排ガス浄化用マイクロリアクタの10 nm レベルの微小空孔を対象に、磁気共鳴法を用いた空孔の形状や寸法の不均質性評価方法や標準材料の開発を行い、その標準化に貢献する。

## 《平成20年度計画》

- ・排ガス浄化用材料の候補の一つである酸素ラジカル吸蔵物質中の酸素ラジカルの挙動について、顕微ラマン分光により追跡し、材料の構造と酸化触媒性能との関係を明らかにする。微小空孔計測の標準化に向けて新たな評価プローブ物質の候補化合物として、種々の官能基を持つ芳香族系及び二官能基系パーフルオロ化合物の開発を行うとともに、磁気共鳴法による計測評価を行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・局所領域の力学物性とマクロな部材の力学物性との関係の解明を目指して、通常の硬度計では評価が困難なコーティング膜等の機械的特性を、100  $\mu\text{m}^3$ 程度の微小領域における変形特性を用いて定量的に評価する手法を開発し、その標準化に貢献する。

《平成20年度計画》

- ・顕微インデンテーション法による局所領域の力学物性評価法の標準化に向けてその適用対象を、高分子材料に特徴的な時間依存型変形特性（クリープ・応力緩和特性）の評価に拡張するため、荷重および変位測定的时间分解能を現状よりも一桁向上させた装置およびその解析法を開発する。

【中期計画（参考）】

- ・ファインセラミックス焼結体製品の機能や性能に大きく影響する原料微粉末中に含まれる微量成分に対して、信頼性の高い定量方法、分析値の不確かさ評価方法及び均質性評価手法等の開発を行うとともに、分析方法の標準化と2種類の窒化ケイ素の国家標準物質の作製を行う。

《平成20年度計画》

- ・安定化および部分安定化ジルコニア（YSZ および PSZ）原料微粉末に関して最適化した試料分解法によって試料を分解して溶液化し、試料溶液中のイットリア定量に適した測定法を明らかにする。平成19年度に選定した2種類の化学分析用アルミナ微粉末候補標準物質について、複数の試料分解法と測定法を適用して値付けを行い、あわせて不確かさの算出を行う。

- 1-(2)-④ 生体分子の計測技術に関する国際標準化への貢献（I. 5-(3)-①を再掲）

【中期計画（参考）】

- ・バイオチップや二次元電気泳動の標準として利用するための標準タンパク質を作製する。また、臨床検査などで検査対象となっているタンパク質について高純度の標準品を作製する。

《平成20年度計画》

- ・臨床検査対象または疾患マーカーとなっているタンパク質（VEGF など）を標準タンパク質として作製するため、その大量生成系を構築する。またこれらのタンパク質の純度測定のため、高精度、高選択的な測定ツールの開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・バイオテクノロジー関連の SI トレーサブルな測定技術を整理して標準化のための課題を明らかにする。また、新規 DNA 計測手法について国際標準制定に貢献する。

《平成20年度計画》

- ・前年度に合成した、室温大気下で長期に保存できる抗酸化型安定タンパク質の、抗酸化性および構造安定性を評価する。
- ・作成した標準 DNA を認証標準物質として頒布すると

共に、他の DNA 認証標準物質の整備に着手する。また、定量のための標準 RNA を認証標準物質として頒布できるよう技術的基盤を整備する。また、引き続き DNA 計測手法の国際標準制定について貢献する。

- 1-(2)-⑤ バイオ・情報・ナノテクノロジーを融合した先端計測・解析システムの開発（I. 5-(2)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ・レーザによる生体高分子イオン化ならびに光解離を利用した高分解能質量分析と微量試料採取を融合した生体分子の網羅的計測・解析システムを開発し、細胞モデルを構築する。

《平成20年度計画》

- ・（平成18年度までに終了）

- 1-(2)-⑥ ナノカーボン構造体の構造制御技術と機能制御技術の開発（III. 2-(2)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- ・ナノカーボン構造体及びそれに含有される金属元素等を単原子レベルで高精度に分析できる高性能透過型電子顕微鏡及びナノカーボン構造体等の高精度な分光学的評価法を開発する。また、ナノカーボン技術の応用として、基板に依存しない大面積低温ナノ結晶ダイアの成膜技術を開発するとともに、機械的、電気化学的及び光学的機能等を発現させる技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・単分子・単原子の動的観察をより高精度をもって実現する低加速電子顕微鏡法の開発にむけて、収差補正に関する新技術の仕様・方式などを検討する。また生体分子など電子線損傷を受けやすい有機分子について、孤立分子における電子線損傷のメカニズムを検証することにより、各種機能性分子のその場観察手法の確立を目指す。カーボンナノチューブ中の欠陥の同定・動的観察などを通して、マクロな性質に及ぼす欠陥の影響を検証すると同時に、産業化に向けてのカーボンナノチューブ製品の品質管理についての知見を得る。
- ・ナノカーボン分光評価装置の開発においては、これまでに開発してきた分光装置を用い、分子内包によるカーボンナノチューブバンドギャップ変化の一般原理を導く。そこで得られた知見を利用し、高機能化したカーボンナノチューブ構造体を創製する。また、フラーレンおよび金属内包フラーレンの水溶化方法を開発し、光線力学的治療法や抗酸化剤としてのバイオ応用を目指す。さらに、発光法によるカーボンナノチューブ評価法を確立し、ISO における TS および IS の成立を目指す。
- ・ナノダイアコーティングのシリコン・オン・ダイヤモンド（SOD）応用を目標に、成膜装置の準備、基礎特性の評価を実施する。CNT/ナノダイア機能性材料開発及び SOD 応用開発で重要なナノダイア膜の熱伝導特性の測定法を確立し、熱伝導特性の向上技術を開発する。



開発する。鉄系基材へのナノダイヤモンドコーティングによる摺動応用のついて実用レベル試験（LFW 試験）に耐える密着強度、および低摩擦係数を実現する。

1-(2)-⑦ 安全・信頼性基盤技術の開発（Ⅲ. 4-(1)-④を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- MEMS 技術を利用して、通信機能を有する携帯型のセンシングデバイスを開発し、センサネットワークのプロトタイプとして実証する。

《平成20年度計画》

- シリコン微細加工を利用した振動型センサの複数の集積化により分析機能を付加し、濃縮機構と組み合わせ小型において検出システムを試作する。また、超低消費電力型の圧電加速度センサおよびバイメタル温度センサの試作・評価を行うとともに、平均消費電力 0.1 mW 以下レベルのイベントドリブン型無線センサ端末を実現する。

2. 産業と社会の発展を支援するデータベースの構築と公開

研究開発に関係する様々な現場から膨大なデータが取得・蓄積されているが、多くのデータは異なる観点からの解析により新たな研究開発成果を生み出す可能性を常に持っており、一般性のあるデータは共通の財産としてデータベース化して公開することが重要である。そこで、先端産業技術の開発と安全な社会の実現のために、産業技術の基盤となる物質の物性等のデータベースや環境、エネルギー、安全性等に関するデータベースを構築し、Web 等を利用して産業界と社会の利用に広く提供する。

2-(1) 産業技術の基盤となるデータベースの構築

産業技術の基盤となる物質・材料のスペクトル特性や熱物性等を測定、評価、蓄積し、データベース化するとともに、Web 等を利用して公開し産業界と社会の利用に広く提供する。スペクトル特性に関しては、危険物や添加剤など社会ニーズの高い化合物群のデータ蓄積を重点的に行う。熱物性データベースに関しては、各種データベースと共同運用することから、それぞれのデータの信頼性を評価するガイドラインを整備する。

2-(1)-① 物質のスペクトル特性及び物性等のデータベースの構築

【中期計画（参考）】

- 有機化合物のスペクトルデータベースに関して、新たに6,000件のスペクトルを測定して解析及び評価を行いWeb に公開する。

《平成20年度計画》

- 危険物などの化合物群を中心に1,000件以上の新規スペクトルデータの収集と公開を行う。科学技術振興機構の日本化学物質辞書等のリンクセンタープロトタイプとのリンク機能を向上し、データベース間での双方

向の情報共有化を実現するための公開システムの改修を行う。

【中期計画（参考）】

- 同データベースにおいて、ユーザの利便性を高めるため、構造式検索機能や IR（赤外）スペクトルピークの検索機能の追加及びスペクトル表示機能の強化などを行う。

《平成20年度計画》

- 有機物スペクトルデータベースのデータ入力ツールにおける構造式検索機能の最適化を完了する。最適化した機能を、公開データベースへ移行するために必要な仕様を決定する。構造式検索に必要な構造情報の化合物辞書への登録を完了する。IR スペクトルピークの検索機能を完成し、検索に必要なデータを辞書に登録して公開する。

【中期計画（参考）】

- 固体や流体の熱物性データベースに関して、新たに1,000種類以上の物質・材料について3,000件以上のデータを収録するとともに、データの不確かさと信頼性を評価するためのガイドラインを整備する。

《平成20年度計画》

- 物性計測に係る詳細情報(特に装置や計測手法の情報)の収録機能を高度化するとともに、物質・材料データの共通フォーマットに準拠するよう、テンソル形式の熱物性データの収録・表示機能を開発する。基本材料の熱物性値を計測し、不確かさを評価して上記の情報とともに分散型熱物性データベースに収録する。

【中期計画（参考）】

- 製造業において求められる熱設計のためのシミュレーション技術の定量性と信頼性の向上に寄与するために、標準データを含む広範な熱物性データを Web 等を介して提供する。

《平成20年度計画》

- 薄膜(特に高熱伝導率の材料)の熱物性データに関して文献調査を行い、それらのデータの不確かさを評価し、信頼性の高いデータを分散型熱物性データベースに収録する。

2-(2) 社会の安全・安心に関するデータベースの構築

燃焼・爆発事故災害、火薬類の物性、環境中の微生物、エネルギー消費量、環境影響排出物質等に関して計測評価データを蓄積し、データベース化するとともに、Web 等を利用して産業界と社会に広く提供する。

2-(2)-① 爆発の安全管理技術の開発（Ⅳ. 1-(1)-②、Ⅳ. 1-(2)-①を一部再掲）

【中期計画（参考）】

- 火薬類や高圧ガス等の燃焼・爆発の影響の予測及び評価のために、構造物や地形等を考慮した周囲への影響を予測する手法を開発し、燃焼・爆発被害を最小化するための条件を明らかにする。また、海外事例を盛り込んだ燃焼・爆発事故災害データベース及び信頼性の

高い煙火原料用火薬類等の物性データベースを整備・公開する。

《平成20年度計画》

- ・産総研で開発した爆発現象シミュレーションシステムにおいて、2-3次元爆風挙動数値解析技術を高度化し、谷間や山の背後等の複雑な地形や構造物に適用する。また、爆発源近傍の構造物の変形や破壊をより正確に評価するため、流体力学計算と構造計算の連成コードを開発する。
- ・火薬類をはじめ化学災害事例を収集・公開し、事故進展フロー図による解析を行うとともに、教訓データおよび火薬類の物性データを拡充する。産業保安への貢献に向けて、保安力の評価ツールとしてのデータベースの環境整備を進める。海外の会議等に参加し、国内外の専門家とデータベースの連携について意見交換を行う。
- ・煙火原料および煙火組成物について、火薬学的諸特性情報を整備し、RIO-DBの拡充を図る。また、不足している情報や信頼性の低いデータについては、文献情報の再検索や必要に応じて再実験により評価して、データ整備を行う。
- ・平成19年度までに開発してきた LCA 用ソフトウェア（日本語版・英語版）の更なる普及を目指し、また、「化学物質リスク評価書」の出版を始めとした研究成果、並びに火薬類の安全性に係わる成果をとりまとめ、研究成果の解釈の提示や普及から一歩踏み込み、研究者と社会・産業との相互関係を密接にモニタリングし、相互のコミュニケーションを確立するための活動として、外部に開かれた窓口を設置する。

2-(2)-② バイオマス利用最適化のための環境・エネルギー評価技術の開発（IV、5-(2)-①を再掲）

【中期計画（参考）】

- ・バイオマス利用技術の経済性と環境負荷を評価するために、システムシミュレーションに基づく総合的なプロセス評価技術及び最適化支援を行う技術を開発する。また、バイオマスの利用促進を図るため、バイオマス利用形態とその環境適合性及び経済性に関するデータベースを構築する。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度に引き続きバイオマス LCA の開発を行い、温室効果ガス削減等の影響を明らかにする。また、バイオマスの総合的な利活用を目指し、各種バイオマス利活用に対する評価手法の拡大を行う。

【別表2】地質の調査（地球の理解に基づいた知的基盤整備）

活動的島弧に位置する我が国において、国民生活の安全・安心を確保し、持続的発展が可能な社会を実現するため、地質の調査とそれに基づいた知的基盤整備における貢献が求められている。そのため地球を良く

知り、地球と共生するという視点に立ち、国の知的基盤整備計画などに沿って地質の調査・研究を行い、その結果得られた地質情報を体系的に整備し、その利便性の向上を図る。また、地震、火山等の自然災害による被害の軽減、高レベル放射性廃棄物の地層処分及び都市沿岸域における地球環境保全等に関連した社会的な課題を解決するため有益な地質情報を整備し、提供する。さらに、地球規模のグローバルな問題を解決するために、地質情報の整備、自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際的な研究協力を推進する。

1. 国土及び周辺地域の地質情報の統合化と共有化の実現

国土の地質情報の整備と供給が求められていることから、地質の調査に関する研究手法及び技術の高度化を進めるとともに、国の知的基盤整備計画に基づき、国土と周辺地域において地質の調査を実施し、社会の要請に応えた地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備を行う。また、地質情報を社会に提供することについては、地質情報の高度化と利便性の向上に努める。また、大陸棚調査を実施し、大陸棚限界に関する情報を作成する。さらに、衛星画像情報の高度利用に関する技術開発及び情報整備に取り組む。

1-(1) 地球科学基本図の作成及び関連地質情報の整備

安全・安心な国民生活の実現のため、日本及び周辺地域の地質情報に関する理解を深め、地質の調査に関する研究手法・技術の高度化が必要であることから、島弧の地質体及び周辺海域の海底地質に関する地質の調査を実施し、過去から現在に至る地質体の形成モデルを構築する。さらに、これらの成果も踏まえて、長期的な計画のもと、地質情報の基本図である20万分の1の地質図幅の全国完備を達成し、5万分の1の地質図幅25区画、20万分の1の海洋地質図15図、20万分の1の重力図5図及び空中磁気図3図を作成し、信頼性の高い国土の地質基本情報としての地球科学基本図を整備する。

《平成20年度計画》

- ・地質図の空白域となっている沿岸域において、マルチチャンネル音波探査、海底表層堆積物採取、海域から陸域まで連続した地震探査、沖積平野のボーリングデータ収集・解析とボーリング掘削等の総合的な地質調査を実施し、海域－沿岸域－陸域をつなぐシームレスな地質情報データの整備・統合を行う。また、これらのデータを得るための最適な調査・観測手法およびそれらの解析手法を開発するとともに、データベースを構築し、社会に発信する。平成20年度は主として逆断層地域である能登半島北部沿岸域を対象とした地質の調査を実施し、地質構造モデルを構築する。

1-(1)-① 地球科学基本図等の整備

【中期計画（参考）】

- ・地質情報の基本図である20万分の1の地質図幅の未出版18区画を作成し、全国完備を達成するとともに、地震防災の観点から更新の必要性の高い5区画を改訂し、高精度で均質な地質情報整備を推進する。

《平成20年度計画》

- ・20万分の1地質図幅新規4区画(与論、那覇など)、重要地域の改訂5区画(新潟、静岡など)の地質調査を実施し、新規5区画(徳之島、石垣島など)、改訂1区画(名古屋)を完成する。

【中期計画(参考)】

- ・防災、都市基盤整備、産業立地等の観点から重要な地域、20万分の1の地質図幅の作成及び改訂に有益な地域及び地質標準となる地域を優先的に選択して5万分の1地質図幅25区画を作成する。

《平成20年度計画》

- ・5万分の1地質図幅新規17区画(加茂、大洲など)、改訂1区画(阿仁合)の地質調査を実施し、新規6区画(冠山、日比原など)を完成する。

【中期計画(参考)】

- ・日本周辺海域の海洋地質情報を整備するため、北海道南岸沖海域及び沖縄周辺海域の海底地質調査を実施する。調査済み海域の地質試料及び調査資料に基づき15図の海洋地質図 CD-ROM 版を作成し、地質試料と調査資料等をデータベースとして整備し、公開する。

《平成20年度計画》

- ・沖縄周辺海域の海洋地質調査を実施し、海底地質図作成のための海底地質・堆積物に関する基礎情報を取得する。また、既調査域の解析などの地質図作成を進め、平成19年度未完成分も含めて、5図の地質図原稿を完成する。また、海底地質・海底堆積物などの海洋地質データベースの拡充を行う。

【中期計画(参考)】

- ・地球物理学的調査に基づく重力図については第1期に調査を実施した中国・四国地域の20万分の1の重力図5図を作成し、第2期には近畿・中部地域の重力調査に着手する。空中磁気図については、地殻活動域のうちデータ取得が進んでいる福井平野などを対象として縮尺5万分の1程度の高分解能空中磁気図3図を作成する。また、重力、空中磁気及び岩石物性データなどの地球物理情報をデータベースとして整備、公開する。

《平成20年度計画》

- ・重力図については、中国・四国地域の重力図を1図作成するとともに、中国・四国及び近畿・中部地域での重力調査を実施する。空中磁気図については、平成21年度に原稿完成の空中磁気図のデータ処理を行う。重力データベースのプロトタイプ構築を目指す。

#### 1-(1)-② 島弧の形成モデルの構築

【中期計画(参考)】

- ・島弧地質体の深さ、温度、応力場等の形成条件と地質年代を明らかにするための分析技術を高度化し、この

知見に基づいて島弧堆積盆の堆積環境及び変形履歴の復元を行い、島弧の形成モデルを構築する。また、海底で採取した地質試料の古地磁気、組成分析等の結果に基づいて、海底地質の元素濃集、物質循環及び古環境変動等の地質現象を明らかにする。

《平成20年度計画》

- ・島弧地殻主要部を構成する付加体、変成帯、深成岩体の形成条件を解明するため野外調査を行い、北上山地においては層序構造地質学的研究に基づく古生代付加体堆積層の初生層序の復元、母体-松ヶ平帯の付加及び変成年代決定と古生代構造発達史の構築を行う。足尾山地では付加体に貫入する松木深成岩体の化学組成分析と地質構造調査を行う。さらに、レーザーラマン顕微鏡による炭質物温度計のキャリブレーションとこれを用いた付加体及び変成帯の温度構造及び岩石組織変化の解析を行う。
- ・関東平野・新潟平野・近江盆地・瀬戸内海沿岸地域などの堆積盆地とその周辺の丘陵地・山地域及び東北の火山活動を伴う第三紀堆積盆地などにおいて、地下地質・標準層序の確立、地質構造の解明、火山活動モデルの構築などを目的とした調査を実施する。また広域火山灰・古地磁気・化石・年代測定などを組み合わせて、地史・古環境の高精度復元を行う。さらに平野・地下の地盤区分基準について、海進海退サイクルや微地形に基づいた区分を検討する。
- ・日本海、東シナ海等の堆積物コアから、後期更新世の地磁気永年変動を求め、年代推定に役立てる。堆積物による古地磁気記録の信頼性を検討するため、初期続成作用における磁性鉱物の変質過程を、外部条件をコントロールした溶出実験により明らかにする。
- ・西南日本の火山活動の変遷から、フィリピン海プレートの1500万年前以降の沈み込み量を算定し、フィリピン海プレートの過去の回転角速度の範囲を決定する。
- ・新規に現世海底熱水鉱床・堆積性鉱床等の分布・成因等に関し、特に既知黒鉄型鉱床の潜在的資源量を把握するため、探査手法を開発すると共にその潜在的資源量の概要を明らかにする。
- ・新規に海域における堆積盆形成の熱的な環境の指標を確立するため、四重極形の ICP-MS を使用した希土類元素を含む微量元素の測定法の検討及び当該装置を局所分析に応用するため、レーザー測定法も検討する。
- ・地殻流体が海底下より沸き出して来る際の海底面における物理化学的挙動を沖縄トラフの二酸化炭素湧出サイトやマリアナ島弧日光海山の液体硫黄流出サイトで観測した結果の理論的考察ならびにファンデフーカ海嶺の熱水の海水への拡散の観測の解析を通して地殻流体の役割を解明する。

#### 1-(2) 地質情報の高度化と利便性の向上

国土の基本情報である地質情報を社会により役立つ情報として提供するために、地質情報の精度と利便性

の向上を図ることが必要であることから、20万分の1の地質図情報については共通凡例に基づくシームレス情報化を促進するとともに、地理情報システム（GIS）を活用した統合的な地質図データベースを整備する。5万分の1の地質図情報については最新の研究成果を常に更新する。地質情報の高精度化を図るために、地質情報の標準化の促進が必要であることから、新生代標準複合年代スケールの作成、地質標本の標準試料化及び地球化学標準試料の作製などの地質情報の標準化を促進する。

#### 1-(2)-① 地質情報の統合化の研究

##### 【中期計画（参考）】

- ・地質情報の精度と利便性の向上のため、出版済みの地質図幅に基づき、20万分の1の地質図情報に適用可能な共通凡例を新規作成することにより、20万分の1の地質図情報のシームレス情報化を行う。地質図データベースに登録されている5万分の1の地質図情報については、最新の研究に基づいて地質情報を更新する。

##### 《平成20年度計画》

- ・国際地質標準や国際地質図に関する研究成果を第33回世界地質学会議（IGC33）などで広く発信する。また、20万分の1シームレス地質図詳細版をDVDとして出版する。また、5万分の1シームレス地質図「京都周辺」の編纂を継続して実施する。情報相互運用性の高い統合地球科学図データベース構築のための基盤研究において、地球化学図・地球物理図の西日本版を完成させ、地質図とともに国際標準形式（WMS）発信を目指し、GEO Gridを利用したアジアの地質情報ネットワーク構築と地質情報の標準化を開始する。
- ・ニューラルネットワークの手法を用いた地すべりの素因抽出プログラムのインターネット版の開発を行う。そのプログラムを利用して他地域の地すべり素因抽出を行う。

#### 1-(2)-② 地質情報の標準化の研究

##### 【中期計画（参考）】

- ・地質年代の標準となる新生代標準複合年代スケールを作成する。

##### 《平成20年度計画》

- ・平成19年度に開始した火山灰層序と生物年代層序の統合を進め、適用可能範囲を新潟地域から関東の太平洋側までに拡張する。これにより複合年代スケールの精度・確度及び汎用性のさらなる向上を図る。

##### 【中期計画（参考）】

- ・海外での地質調査及び文献調査を実施することにより、アジア地域における地質情報を整備する。

##### 《平成20年度計画》

- ・アジア国際数値地質図（IGMA500）の日本が担当する東・東南アジア地域について、第33回世界地質学会議（IGC33）で成果発信する。また、100万分の1縮尺の数値地質図を世界規模で作成するプロジェクトをア

ジアにおいて推進するために、アジア各国と協力関係を構築する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・地質図の凡例及び地質年代等の地質情報を表現するための標準を作成しJIS化及び国際標準化を図る。

##### 《平成20年度計画》

- ・地質調査総合センターとして地質図関連のあらたな規格「地質用語」をまとめTS（標準仕様書）として公表を求めべく申請する。第33回世界地質学会議（IGC33）において世界地質図委員会デジタル地質標準作業部会のセッションに参加し、標準凡例の最終案を公表するとともに、国内外の標準凡例について成果発信する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・岩石、鉱物、化石等の地質標本の記載及び分類のための基盤情報となる標本カタログ等の作成を進め、地質標本及び岩石コア情報データベースとして整備し、公開する。また、化学分析及び文献調査により岩石、土壤等の化学組成に関する情報を取得し、それらの情報を地球化学データベースとして整備する。

##### 《平成20年度計画》

- ・標準層序・環境指標の確立のため、国内外の試料の解析から年代や古環境などの標本属性情報を明らかにすることを通じて、岩石・鉱物・化石等の地質標本の記載・分類学的研究を進め、地質標本館収蔵の標本を基に、化石標本データベースの構築・整備を進めていく。平成19年度構築・整備した岡本和夫氏寄贈の新生代貝類DBについて整備拡充するとともに、日本産白亜紀アンモナイト類に関するDBの整備・構築をする。
- ・日本の岩石・堆積物・土壤の化学組成等のデータに関して、関東南部地域のデータを登録・整備する。元素は鉄、カルシウムなどの主成分元素から主要な微量成分元素が中心として、地球化学のデータベースに約200件登録する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・地質試料の分析精度を高めるための標準として5個の地球化学標準試料を作製する。

##### 《平成20年度計画》

- ・特徴的な組成を持つ鉱石（豊羽鉱山）の標準試料を作製する。標準物質として国際水準にあることを認定するISOは、取得後も国家機関により毎年その水準を確認する審査があるので、平成19年度に取得したISO認定を維持するための取り組みを行う。

#### 1-(2)-③ 地質情報の高度利用技術開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・地質に関する電子情報を標準化し利便性を向上させるため、既存の地質図、地球物理等の複数のデータベースについてメタデータの標準化を図り、地質情報を整備する。これらのメタデータを活用して、複数のデータベース情報を総合的に解析することにより、付加価

値の高い三次元地下構造モデルの構築手法を開発する。  
《平成20年度計画》

- ・新規発行の地質図類について標準フォーマット JMP2.0仕様のメタデータを作成し、政府クリアリングハウス及び地質情報総合メタデータ日本版に登録・公開する。また、地質情報総合メタデータ日本版について、引き続きデータベースの移行に伴うシステム改修を行う。
- ・地質情報総合メタデータアジア版において、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）加盟国の地質図類メタデータに関し、サムネール画像を含むメタデータの登録・公開を行うと共に、引き続きデータベースの移行に伴うシステム改修を行う。
- ・地質文献データベース（GEOLIS、G-MAPI）の検索システム改良のためのデータの調整・調査を行う。公開する画像（既 Zooma 公開画像も含む）を Flash 画像へ移行し、利用者の利便性向上を図る。アーカイブ資料登録を促進し、データの充実を努める。
- ・引き続き、アンケート調査により物理探査調査関係メタデータの蓄積に継続して努める。データベースの利用状況アンケートの Web フォーム作成・処理プログラム改修を行う。
- ・メタデータを始めとする地質情報を統合・発信するデータベースシステムについての検討を行う。また、地質情報のシステムティックな収集とアーカイブ化のための方策を検討する。検討結果を関連部署に対して適宜報告する。
- ・ボーリング柱状図解析システムも実装して WEB 上でボーリングデータの表示・モデル構築の機能を有する WEB-GIS の3次元統合システムの試作版を構築し、関東平野のボーリングデータ、地質図、3次元モデルなどを登録して WEB 公開を行う。ボーリングデータの公開システムについて、登録データを追加すると共に、鹿屋市と共同で公開のための評価を行う。地下壕の安定性評価については、より高精度な土壌水分の計測方法を研究し、降雨の影響などを解析する。地形・重力データによる3次元モデルは、統合化地下構造データベースのシステム開発研究成果を活用して、公開システムを構築する。

#### 1-(3) 大陸棚調査の実施

海底地質調査を基にした大陸棚調査を実施し、地質情報の集積及び解釈を行い、大陸棚の地質構造モデルを構築する。これらの結果を取りまとめるとともに、国連「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する大陸棚の限界に関する情報作成に貢献する。

#### 1-(3)-① 大陸棚調査の実施

##### 【中期計画（参考）】

- ・大陸棚調査にも資する海底地質調査を行い、対象とした海域から得られた地質試料の化学分析・年代測定等海域地質の総合解析に基づき、海底地質情報を整備し、

大陸棚の地質構造モデルを構築する。これらの結果を取りまとめるとともに、国連「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する大陸棚の限界に関する情報作成に貢献する。

##### 《平成20年度計画》

- ・平成19年度の基盤岩採取調査による東北日本沖の太平洋の海山の基盤岩の同位体組成等に基づく海山の成因、および採取試料を基に潜在的資源の可能性の研究を実施する。大陸棚の限界に関する情報作成は、最終段階としてとりまとめを行う。

#### 1-(4) 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

自然災害、資源探査、地球温暖化、水循環等に関する全地球的な観測が重要になってきているなか、地球観測戦略の一環として、衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備を実施し、衛星情報の高度化・高精度化に関する研究開発を行うとともに、石油資源等の探査やアジア地域の地質災害対策・地球環境保全等のために、地質の調査に関わる衛星画像情報を整備する。

#### 1-(4)-① 衛星画像情報の高度利用に関する技術開発と情報の整備

##### 【中期計画（参考）】

- ・石油資源等の探査やアジア地域の地質災害対策・地球環境保全等のため、ASTER や次期衛星（ALOS 等）からの衛星情報と地表での地質調査情報との融合による遠隔探知技術の高度化を図るとともに、衛星画像情報を整備する。

##### 《平成20年度計画》

- ・中国西北部タリム盆地周辺を研究地域として、衛星画像情報による蒸発残留鉱物マッピング手法を開発する。関東地域の PALSAR データによる地盤沈下の解析を継続して行う。地質災害対策・地球環境保全等のための衛星画像整備として、火山衛星画像データベースに南北アメリカの火山画像を追加登録する。
- ・石油資源等の探査に係る遠隔探知技術の高度化と衛星画像情報の整備を目標に、

#### 1) 堆積岩区分図プロトタイプシステムの機能拡張、中国タリム盆地周辺地域でのデータ収集・処理とシステムへの格納、プロダクトの WebGIS による公開に向けプロトタイプを構築する。

#### 2) 資源フュージョン解析のために、ロジスティクス情報図の作成支援プロトタイプシステムを開発研究する。

#### 3) PALSAR データを用いた資源賦存地域における環境評価の研究として、InSAR 技術と GPS を融合した地殻変動の研究、多偏波 SAR データから土壌水分等を推定し地質情報を抽出するための研究、および、ASTER DEM を用いた PALSAR オルソ画像モザイク作成の研究を実施する。

- 4) アジア数値地質図の数値地質図に属性データの付与を実施する。国際地質会議やインドシナ地質会議においてアジアの構造発達史について講演を行う。インドシナ地域の地質調査研究を継続する。
- 5) 東アジアにおいて、衛星デジタル高度モデル (DEM) のバージョン1を試作する。

#### 1-(5) 地質情報の提供

地質の調査に関する研究成果を社会に普及するため、地質の調査に関する地質図類等の成果の出版及び頒布を継続するとともに、電子媒体及び Web による頒布普及体制を整備する。地質標本館の展示の充実及び標本利用の促進に努め、地質情報普及活動、産学官連携及び地質相談等により情報発信を行う。

#### 1-(5)-① 地質情報の提供

##### 【中期計画 (参考)】

- 地質の調査に関する地質図類、報告書、研究報告誌等の出版及び頒布を継続するとともに、CD-ROM 等電子媒体及び Web による頒布普及体制を整備する。また、地球科学文献の収集、整備、保存及び提供を行い、地球化学標準試料の頒布、標準試料及び標本の提供を行う。

##### 《平成20年度計画》

- 平成20年度出版計画に基づき提出される地質図類、報告書、研究報告誌等の原稿検査と JIS 基準の適用、印刷に向けた仕様書作成と発注を行う。
- 既刊出版物の管理・頒布・普及を継続して行う。在庫切れ地質図類の入手要望に対してオンデマンド印刷により適切に対応する。
- 国内外の既刊地質図類についてラスターデータ整備を着実に行う。海洋地質図、新刊の20万分の1及び5万分の1地質図幅等のベクトル数値化を進める。
- 地域に密着した国土データである各種地質図類への一般の理解を広げるために、地質図及び地域の地質に関して内容を拡充して解説した一般向け「九州地質ガイド」を出版する。
- 国内外の地球科学文献の収集、整備、保存及び提供を継続して行い、所蔵地質情報の充実に努める。

##### 【中期計画 (参考)】

- 地質標本館の展示の充実に努め、来館者へのサービス向上を図る。また、地質標本館収蔵の標本及び新規受け入れ標本については、最新の学術水準と照らし正確な同定を行い、新たに解説書を作成するとともに、Web で公開し産総研内外の研究者等に対して標本利用の促進を図る。

##### 《平成20年度計画》

- 3回以上の特別展を開催し、その展示ポスターの縮小印刷版として、展示パンフレットを印刷頒布する。展示物解説の補強、レイアウトの工夫、写真パネルの更新・充実によって、見学の質的向上を図る。特別講演会を2回以上開催する。

- 地質調査総合センターの各ユニットとの連携のもと、地質標本館収蔵標本の登録・管理、利用、データベース化を着実に推進する。地質試料の薄片研磨片の調製を行う。通常的手法では薄片制作が困難な、軟弱試料、不安定試料への対応力を強化するため、乾式研磨および非加熱硬化を基本とした技術開発を行う。

##### 【中期計画 (参考)】

- 地質情報普及活動として、地方での展示会、野外見学会、講演会等を主催するとともに、地方公共団体や学会等が主催する地質情報普及を目的としたイベントにおいて、共催、講演及び展示などの協力を行う。また、緊急調査等に関する地質情報についても、迅速に情報を発信する。

##### 《平成20年度計画》

- 地質情報展 (秋田)、地域センターの一般公開などに、移動地質標本館を出展する。一般市民を対象として茨城県南部の地質見学会を実施する。学校教育関係者と連携し、若年層の自然観育成、科学理解度増進に引き続き注力する。ジオパーク活動や地質の日 (5月10日) の記念事業などに積極的に貢献する。地質調査総合センターから自然災害等の緊急調査が派遣された場合は、その緊急研究の成果を速報する。
- 地質調査総合センターの研究成果を発信するため、秋田市において地質情報展を実施し、成果普及活動を展開する。また、日本地球惑星科学連合2008年大会や第33回世界地質学会 (IGC33) などにブース出展し、併せて研究成果品の紹介・普及を進める。

##### 【中期計画 (参考)】

- 地震、火山等の自然災害、地質環境及び資源探査に関する地質情報の活用を促進するとともに、共同研究を推進するため、産業界、学界、地方公共団体等との連携を強化し、地質に関する相談に積極的に応える。

##### 《平成20年度計画》

- 地質情報の利用促進のため、地質相談所を窓口として、外部機関や市民からの問い合わせに積極的に応えるとともに、団体見学者の要望に応じて地域地質の解説を行う。
- 「地質ニュース」を引き続き編集する。
- 産業技術連携推進会議知的基盤部会地質地盤情報分科会を主催し、地下構造データベース研究会を開催することにより、地方公共団体の公的研究機関や民間企業との協力連携を一層推進する。
- 地質調査総合センターシンポジウムを開催する。

2. 環境に配慮した資源利用のための地質の調査・研究
- 地圏・水圏における物質循環は自然環境や水資源に影響を与えると同時に、資源生成や汚染物質の循環・集積にも大きな役割を果たすことから、環境問題や資源問題を解決するため、地球規模の物質循環の解明が重要である。そのため、地下空間における水文環境、地球規模の炭素の循環システム及び物質の集積メカニ

ズムの解明を行う。さらに物質集積メカニズムの解明に基づき、土壤汚染、地熱資源、鉱物資源、燃料資源等に関する情報を整備し、データベースを作成する。

## 2-(1) 地球環境を支配する水と炭素の循環システムの解明

環境負荷影響評価や環境対策技術に資する物質循環情報を提供するため、地下空間における水の循環を解明し、水文環境に関するデータベースを整備する。また、将来の海洋中深層での CO<sub>2</sub> 隔離における判断材料を提供するため、西太平洋域における炭素循環に関するモデリング技術を開発する。

### 2-(1)-① 水文環境データベース及び水文環境図の作成【中期計画（参考）】

- 地下水資源及び水文環境に関する理解を深めるため、流域規模や地質構造などを考慮して選定した佐賀平野等の国内堆積平野を対象として、地下水流動及び地中熱分布に関する調査を実施し、データベースを整備するとともに、水文環境図2図を作成する。

《平成20年度計画》

- 地下水資源の有効な利用と適切な保全を考慮して、社会のニーズに貢献できるような地下水データベースの構築と各応用の目的に合致したカスタマイズを開始する。

### 1) 人間活動の盛んな沿岸域を中心にデータベースの構築を開始する。既存の地質情報（地質構造や断層等）にオーバーレイして地質環境と対比しながら地下水環境が確認できる三次元的なデータの可視化を行う。

### 2) 水文環境図「山形盆地」の出版を目指し、山形盆地における現地水文調査を実施する。各地方自治体（山形市、天童市、河北市、村山市、尾花沢市、上山市、山辺市、中山市、寒河江市）が管理する地盤沈下対策用観測井や民間の揚水井からの採水等を実施し、水試料の一般水質分析・重金属分析などを行う。

## 2-(1)-② 海洋における物質循環のモデル化

【中期計画（参考）】

- 海洋の環境及び物質循環に関する理解を深めるため、炭素を中心とした海洋物質循環モデルの開発を行い、これを用いて西太平洋域の後期第四紀環境における水温、塩分、一次生産等を定量的かつ高精度の時間解像度で復元するとともに、溶存全炭酸、栄養塩、一次生産、海水の年代等の物質循環を支配する最重要指標を定量的に再現する。この技術を利用し、将来の海洋中深層 CO<sub>2</sub> 隔離を実行する際の判断材料を提供する。

《平成20年度計画》

- 炭素循環に関連した物質循環変動を解析するため、北西・赤道太平洋における炭酸塩殻を持つ微小生物について、エルニーニョ、ラニーニャ現象ならびにこれらの時期における海洋構造との関係解明を行う。

## 2-(2) 地圏における物質の循環・集積メカニズムの解明と評価

地圏において土壤汚染や資源生成の要因である物質の循環と集積に関する知見を提供するため、地下における水及び熱の循環・集積メカニズムを解明し、土壤汚染に関する情報を整備する。また、地熱、鉱物、燃料等の資源情報を整備するとともに、資源生成に関するデータベースを作成する。

### 2-(2)-① 土壤環境リスクマップと地熱・鉱物資源データベースの作成

【中期計画（参考）】

- 土壤中に含まれる自然起源及び人為起源の重金属等の汚染物質に関するデータを含む土壤汚染情報を整備することにより、土壤環境リスクマップ2図を作成する。《平成20年度計画》

- 鳥取県地域を対象として土壤・地質環境調査の設計および予備踏査を行う。この中で表層土壤の採取および化学分析を進め、含有量、溶出量などの基本データを集積する。また、地理情報システムを用いて重金属元素の移動および濃集に関して流域解析を行い、当該地域における表層土壤の特性に関するデータベースを作成する。表層土壤環境基本図（鳥取県地域）は、平成21年度中の出版をめざす。

【中期計画（参考）】

- 資源情報を GIS 上で統合することにより地熱情報データベース及び鉱物資源データベースを作成し、資源ポテンシャル評価に関する情報を社会に提供する。《平成20年度計画》

- 平成19年度までに開発した GIS 技術により、「全国地熱ポテンシャルマップ」の地熱資源量の見積もり機能について高度化を支援する。インドネシアの JICA 地熱資源評価技術能力形成事業（仮称）に貢献するとともに、地熱開発による二酸化炭素排出量の削減効果の見積り等を行う。

- 中央アジアの鉱物資源データの収集を行うとともに、中央アジアの鉱物資源図の編纂を行う。20万分の1「横須賀」の鉱物資源情報収集のための地質調査を実施する。

- JICA によるラオスおよびザンビアでの鉱業分野投資促進のための地質・鉱物資源情報整備計画調査について、要請に対応し現地指導等を行う。

### 2-(2)-② 燃料資源地質情報解析と資源・環境評価手法の開発

【中期計画（参考）】

- 堆積物の起源及び天然ガスの生成、集積、消費等の実態の解明のため、房総半島～南海トラフ前弧海盆等の燃料鉱床胚胎堆積盆を対象として微生物活動及び堆積作用等に関する地質情報を解析し、堆積盆評価技術の開発を行い、企業等の探鉱指針策定に資する。

《平成20年度計画》

- 南海トラフのハイドレート分布域の燃料資源ポテンシャル評価に関わる地質地球物理情報をまとめた燃料資

源地質図の原稿を完成させる。南関東ガス田域の燃料資源地質図編集の基礎情報として、地質構造・層序情報をまとめる。房総、東北、北海道等で地質調査を行い、海域の地震探査データの堆積学的解析と併せて、海陸にわたる堆積盆の解析を進める。

- ・水溶性ガス田の堆積物試料について、長期恒温培養試験前後の有機物組成の分析を進め、分析結果の解析を通じて微生物がメタン生成に利用する原料有機物に関する情報を探索する。長期恒温培養試験とラジオトレーサー法によるメタン生成ポテンシャル、生成経路の評価結果の解析を進めるとともに、微生物の同定、分離を行い、メタン生成プロセスの実態をより明確にする。
- ・南関東ガス田に関わる既存の地質情報を取りまとめるとともに、地殻流体（ガス、地層水等）の化学分析を進め、水溶性天然ガスの賦存状況の概要を把握する。また、粘土鉱物資源（例えばベントナイト）及びこれに関連する地殻流体の調査、化学分析を行い、その成因の解明及び賦存状況の把握を進める。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地圏における燃料資源開発及び地質汚染等に関する地質環境評価のため、国土および周辺域を対象として、フィールドに適用が容易な物理探査、地質地化学探査、データ解析等の手法を開発し、それらの手法に基づいて水、熱及び化学種循環系の数値モデルの構築と検証の方法を確立し、新たな地質調査技術を産業界へ普及させる。

#### 《平成20年度計画》

- ・南海トラフ前弧海盆域、南関東ガス田域等で、広域流体モデリングに必要な新たな地質情報を収集するとともに、地震探査・掘削情報に基づいて3D地質モデルを構築する。
- ・液状化等の地盤評価技術として、地盤空気注入およびマイクロバブル注入工法等の施工管理技術の確立をめざし、比抵抗変化から地盤間隙率・飽和度をリアルタイムおよび3次元でモニタリングする高速比抵抗探査技術の開発を行う。
- ・流体を含む岩石の電気物性測定に関する室内試験、野外観測を継続し、自然電位・比抵抗観測等のデータを用いた流体循環系の数値シミュレーション技術の改良を行う。また、坑井を用いた長期自然電位モニタリングによる物理探査技術開発として、非分極電極と金属電極の比較観測を行う。

### 3. 地質現象の解明と将来予測に資する地質の調査・研究

地震、火山等の自然災害による被害の軽減及び高レベル放射性廃棄物の地層処分の安全性の確保のため、地質情報に基づいた科学的知見を提供することが期待されている。その実現のために、地震発生、火山噴火のメカニズム及び地下水位の変動メカニズムの解明を

目指した調査・研究を実施する。また、都市及び沿岸域における自然災害被害の軽減を目的として、地質環境の調査・研究を実施する。更に、高レベル放射性廃棄物地層処分事業の安全規制に係る国の施策に資するため、地下深部における地質学的及び水文学的知見をとりまとめる。

#### 3-(1) 地震及び活断層の調査・研究の実施

地震防災の観点から重要と判断される活断層に加え、活動度の低い活断層も対象として、活動履歴の調査を行い、活断層の活動性評価を実施する。海溝型地震については、活動履歴を調査し、断層モデルを構築する。活断層深部の状態をより正確に把握するため、断層近辺の構造、物性及び応力に関する調査・研究を進める。また、大地震発生に関連する地下水及び電磁気的な現象の発生メカニズムを解明するとともに、変化検出システムを構築する。更に、活断層や地質情報を活用した地震による被害予測の精度を改善するため、地震動予測手法の開発を行う。

#### 3-(1)-① 活断層の活動性評価

##### 【中期計画（参考）】

- ・地震防災の観点から重要と判断される15以上の活断層について、活動履歴、変位量、三次元形状等の調査を実施する。これらの結果を利用してシミュレーションを行い、セグメントの連鎖的破壊の可能性を評価する手法を開発し、主要な活断層における確率論的な地震発生予測を行う。

##### 《平成20年度計画》

- ・将来の活動確率が未だ十分に明らかにされていない断層など、社会的に重要な3つ程度の活断層帯を対象として、活動性、活動履歴などの調査を実施する。
- ・糸線緑中部・北部の数ヶ所でトレンチ調査を実施し、過去1万年間程度の活動履歴を引き続き明らかにする。また、北部の断層上盤側（東側）に分布する小谷中山断層や活褶曲構造などに着目し、地質構造と微小地震活動との関係及び地下のセグメント構造について検討する。
- ・地震と断層のスケール則について、Wells & Coppersmith (1994) の改訂版を作成する。そのために、特に1994年以降の全世界の地震および地震断層を中心に文献調査・レビューを行い、新たな経験式の提案を行う。また、平成19年度までに実施した中国、トルコ、インド、パキスタン等での調査結果の最終とりまとめを行う。
- ・折れ曲がりのある断層について、折れ曲がりの角度や傾斜角がより現実的な計算コードの開発を進める。また、評価対象断層の地震サイクルごとの残留応力分布や周辺の大地震等による静的応力場の擾乱を考慮した計算を引き続き行う。
- ・東北日本弧全体の長波長隆起速度分布を把握するため、日本海溝に沿った方向で、三陸海岸に分布する海成段



丘面を編年・対比し、隆起速度分布を求める。とくに八戸以南の三陸海岸において、海成段丘面の対比・編年をクリプトテフラ分析によって行う。また、テフラ供給源である奥羽山脈周辺またはその以西でのテフラ分析を同時並行で行う。さらに、測地学的短縮速度との相違を明らかにするため、沈み込みに伴う上部プレート内変形に関して有限要素法を用いた予備的検討を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・低活動性の活断層及び伏在活断層の調査を行い、その活動特性と地震発生ポテンシャルを評価するための手法として、従来の層序学的手法に加えて物質科学及び地球物理学的な手法を開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・新生界の複雑な変形で特徴付けられる南部フォッサマグナ地域に発達する活断層の活動様式をさらに明らかにするため、平成19年度に引き続き、富士川河口断層帯などの主要活断層を対象として地質構造調査、鮮新～完新統の編年調査、古地震調査を行う。それらの結果と既存の地球物理学的データなどに基づいて、既存地質構造との関係や活動史を検討する。
- ・活断層の検知限界の解明のため、定量的な数値解析手法に関する検討を中心に行なう。また、地形解析に用いる基礎データとして、丹那断層を対象とした航空レーザ測量を実施し、断層周辺の詳細地形データを入手する。さらに、地形情報だけでは認識が困難な低活動性断層の評価手法に関する検討を行なう。

#### 【中期計画（参考）】

- ・全国の主要な150の活断層を構成するセグメントの形態と活動サイクルに関する特徴をまとめ、主要活断層の位置情報を縮尺2万5千分の1の精度で編纂しGIS化する。

#### 《平成20年度計画》

- ・既存文献に示されている断層位置情報をデータベースに収録すると共に、英語版の機能充実を図る。

### 3-(1)-② 海溝型地震の履歴の研究

#### 【中期計画（参考）】

- ・海溝型地震の予測精度向上に貢献するため、日本周辺海域で発生する海溝型地震の過去1万年間程度までの発生履歴を明らかにする。また、これらの地震発生履歴と津波浸水履歴や海底地質構造等の情報に基づいた津波シミュレーションによる解析とを統合することにより海溝型地震の断層モデルを構築する。

#### 《平成20年度計画》

- ・静岡県の富士川から浜名湖にかけての沿岸域では、引き続き、地震に関連した地殻変動の分布と年代を解明するための調査を続け、南海トラフ東部の地震発生パターンの解明を進める。また、紀伊半島から四国の沿岸域でも津波堆積物と地殻変動の調査を継続し、形成年代の解明と南海地震の発生パターンの解明を進める。

- ・貞観地震及びそれと同じタイプの過去の地震に伴う地殻変動サイクルを解明するため、沿岸域の完新統の調査を実施する。

- ・津波堆積物の分布から連動型地震の津波波源域を、どの程度精度良く決めることができるかを考察し、連動型地震の波源域の決定精度を検証するとともに、今後の古地震学的手法に基づいた連動型地震研究の課題を検討する。

- ・ミャンマーでは Mun Aung 島の隆起海成段丘から採取した試料の年代測定を行い、隆起イベントの履歴を解明する。さらに、今までに明らかになっている Sittway 周辺の段丘の年代や古地震の年代と比較し、ミャンマー西海岸の古地震履歴を解明する。スマトラ島本島でも海岸平野での津波堆積物調査に着手する。

- ・今までに取得した反射断面及び他機関の反射断面を収集して、前弧海盆の地殻変動を解明するとともに、プレート境界の地震との関係を検証する。日本海溝及び南海トラフ沿いについては、得られた堆積物試料の年代測定を進め、より正確な崩壊堆積物の堆積間隔を得る。また、地球深部探査船「ちきゅう」による掘削試料などの分析を行い、崩壊堆積物の堆積間隔や堆積様式を解明する。

### 3-(1)-③ 地震災害予測に関する研究

#### 【中期計画（参考）】

- ・関東平野をモデル地域として、第1期に開発した活断層情報を活用した断層モデルの構築手法の高度化を図るとともに、関東地域の地下構造モデルを作成し、震源過程から、不均質媒質中の波動の伝播及び埋没谷などの地表付近の不整形地盤特性を考慮した地震動予測手法を開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・大正型・元禄型のいくつかの想定地震シナリオを作成し、地震動の予測計算を行う。内陸地震に関しては、深谷断層系を対象とした予備計算を開始する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・石油備蓄基地及び石油コンビナート施設に立地する石油タンクの安全性評価のため、全国の7地域について、数値シミュレーションによって長周期地震動を予測する。

#### 《平成20年度計画》

- ・秋田・酒田地盤構造モデルの作成のほかに、新潟地域の地下構造モデルの修正および調整作業を引き続き行い、海溝型地震を想定して長周期地震動の評価を行う。濃尾地域の長周期地震動の特性に関するとりまとめを行う。

#### 【中期計画（参考）】

- ・ライフラインの被害予測に貢献するために、断層変位による表層地盤の変位・変形量を数値シミュレーションによって予測する手法を開発する。

#### 《平成20年度計画》

- ・数値シミュレーションを実施し、その結果をアナログ実験結果と比較することにより、被覆層上に現れる変形帯の幅や被覆層内の断層の形状について考察する。

### 3-(1)-④ 地震発生予測精度向上のための地震研究

#### 【中期計画（参考）】

- ・近接断層間、横ずれ断層等の地表兆候の少ない断層周辺地域において地下構造調査を実施し、得られた構造特性に基づき、断層の連続性、変位量及び構造の不均質性を評価する。

#### 《平成20年度計画》

- ・不均質性検出のための2回目の基礎的実験を、1回目の実験の隣接域（2003年宮城県北部地震震源域）において人工震源で発震し断層面からの反射波を捉える仕様で行う。関東平野の既往地下構造データをとりまとめ、大宮台地を横断する一連の地下断面を作成するとともに、周辺の基盤構造・断層構造を解明する。断層関連褶曲の考え方を伏在断層の評価に役立てるため、モデルフィールドで構造調査を実施する。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地球物理観測による活断層深部の物質分布の推定及び応力状態評価の手法開発を行う。

#### 《平成20年度計画》

- ・中越地域の地震発生予測シミュレータで、非弾性の効果等を考慮したモデルの高度化を行う。糸魚川-静岡構造線断層帯断層帯での地震発生予測シミュレータ構築のため、既存の地質情報・地殻深部情報、新たな地震観測による断層構造情報、地殻応力測定情報を加え、深さ15 km 程度までの3次元地下構造モデルの構築を開始する。また糸魚川静岡構造線中部での微小地震観測を継続するとともに、新たに北部に地震観測点を8箇所程度設置し、データの蓄積を行う。さらに臨時観測データもあわせ、糸魚川静岡構造線中南部に渡る応力場の把握を行う。断層浅部の応力については、中国の安寧河一則木河断層系周辺域や東南海・南海で取得した浅部応力方位データのとりまとめを行い、応力源について考察を行う。また応力方位測定のノイズと考えられる周辺の地形効果などの影響を考察するため、有限要素法の基本ソフトを導入し、これを地形効果評価システムとして汎用化させるためのシステム設計を行う。
- ・中央構造線を貫通したボーリングコアに基づき、断層帯内部構造を明らかにする。さらに中央構造線に沿った断層深部の変形条件、応力状態の不均質の全体像を明らかにする。また細粒長石について、塑性流動の構成則を決定するとともに、変形機構を決定する。さらに実験室において脆性-塑性遷移の条件を明らかにする。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地震活動の場である地下深部における高温高压状態を岩石実験により再現することにより、高温高压下にお

ける岩石物性、地震発生過程に及ぼす水の役割及び岩石破壊に伴う電磁気現象を解明する。

#### 《平成20年度計画》

- ・花崗岩の高温高压下かつ間隙水圧の存在する中での弾性波速度とクラックの構造に関するパラメータとの関連を調べる。電気伝導度測定については、低温・水無しの条件で測定システムの開発を行う。また、蛇紋岩の摩擦特性および脱水による強度変化についての予察的なデータの取得を始める。断層状態把握のための基礎実験として、載荷応力と間隙圧に微小な変動を与えた岩石破壊実験・摩擦滑り実験を行い、発生するAEの活動と応力擾乱の関係を、これまでに構築された岩石破壊過程のモデルに基づき解析する。固着すべりに伴う電磁気信号の発生機構を考察するために、電界信号のすべり方向に対する異方性の確認と摩擦面に垂直な方向の運動の有無を調べる。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地震に伴う電磁気異常の観測システムをノイズ除去手法の改良等により高度化すると同時に、地電流センサの特性を人工信号観測により評価する。

#### 《平成20年度計画》

- ・平成18年度までに取得した地震に伴う電磁気異常の観測データを統一的なデータ集としてとりまとめる。

#### 【中期計画（参考）】

- ・地下水等の変動観測に基づく前兆的地下水位変化検出システムを運用、改良するとともに、観測データ及び解析結果を関係機関に提供し、またこれらデータベースを公開する。さらに、東南海・南海地震対象域に臨時地下水観測点を設置して観測を開始する。

#### 《平成20年度計画》

- ・東南海・南海地震対象域の新規地下水等総合観測施設（12点）および高度化した東海地震対象域の地下水観測施設（10点）の観測データを用いて短期的スロースリップに伴う変化を解析する。国の東海地震予知事業の一環として引き続き前兆的地下水位変化検出システムを運用する。
- ・平成16年新潟県中越地震、平成19年新潟県中越沖地震に伴った地下水変化について、新潟大学と協力して、そのメカニズムを引き続き検討する。
- ・これまで実施された野島断層における注水実験の結果のとりまとめを行う。
- ・地震に関する地下水観測データベースを引き続き公開するとともに、数値データの関係機関への提供を行う。東南海・南海地震対象域の10箇所の新規観測点のデータを加える。
- ・台湾成功大学との共同研究「台湾における水文学的・地球化学的手法による地震予知研究」を引き続き推進し、産総研において第7回ワークショップを開催する。これにより、日本-台湾双方の震災軽減のため、特に前兆的地下水位変化検出システムを台湾側研究者と協力

してより高精度なものにすることを旨とする。

### 3-(2) 火山の調査・研究の実施

火山噴火予知及び火山防災に役立つ火山情報を提供するため、活動的火山を対象として噴煙、放熱量等の観測及び地質調査を実施し、火山の噴火活動履歴及び噴火メカニズムを解明する。

#### 3-(2)-① 火山の調査・研究

##### 【中期計画（参考）】

- ・活動的火山の地質調査を行い、噴火活動履歴を明らかにする。これらの成果として火山地質図3図を作成するとともに、第四紀火山の噴火履歴及び噴火活動の時空分布に関するデータベースを整備する。

##### 《平成20年度計画》

- ・十勝火山、樽前火山及び九重火山の火山地質図作成調査を行う。このうち、十勝及び樽前については地質図原図を完成する。火山活動時空分布把握のため、野外調査及び年代測定を実施する。活火山データベース及び第四紀火山データベースのデータ追加更新を行う。伊豆大島火山における噴火シナリオを高度化させるため、伊豆大島カルデラ形成過程に関する重点的な研究を開始する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・火山に関する地質学、地球物理学及び地球化学的知見の総合的モデルの構築を図るため、活火山の噴煙、放熱量及び地殻変動などの観測研究、地質調査及び室内実験を実施し、それらによって得られた情報に基づき噴火脱ガス機構、マグマ供給系及び流体流動のプロセスを明らかにする。また、第1期に開発した微小領域分析技術等を火山地域で得られた地質試料分析に適用し、マグマ-熱水系における元素挙動を解明する。これらの成果として火山科学図2図を作成する。

##### 《平成20年度計画》

- ・熱水系シミュレーションの結果と温泉・噴気分布の観測結果を比較し、薩摩硫黄島火山等の火山ガス供給条件を推定する。薩摩硫黄島火山のカルデラ噴火噴出物の岩石学的解析とメルト包有物の揮発性成分濃度測定を実施する。側噴火の時間発展結果の解析に基づき、応力場とマグマ物性の相互作用をモデル化する。全国の主要な火山において火山ガス組成・放出量の観測を、富士山・薩摩硫黄島・口永良部島において地殻変動観測を実施し、火山活動の評価を行う。伊豆大島火山における噴火推移予測を高度化するため、地下水位、自然電位連続観測を実施し、熱水シミュレーションによる年周変動モデル化を行う。
- ・平成19年度に開発した SIMS（二次イオン質量分析計）を用いた鉍石中の金の微小領域定量法を改良し、更に高感度で高い深さ方向分解能を実現して金の存在状態を探る。熱水性鉍床におけるレアメタル（インジウム等）含有鉍物について、赤外線顕微鏡による成長組織観察、流体包有物解析（均質化温度・塩濃度測

定）、並びに硫黄同位体比測定を行う。また、火山周辺の熱水系の発達過程およびそれに伴う元素移動の特徴を明らかにするため、雲仙コア解析を継続し、火山地域の調査・同位体分析等を行う。桜島火山のマグマ中揮発性成分濃度の時間変化を明らかにするため、桜島火山2000年噴火火山弾および最近の噴火火山灰について、メルト包有物の均質化を行い、その SIMS 測定を行う。また、パキスタン西部チャガイ地域の白亜紀以降に活動したマグマ熱水系の変質帯と関連火成岩・鉍床の研究を行う。

##### 【中期計画（参考）】

- ・火山体の斜面崩壊危険箇所を物理探査により明らかにするための山体安定性評価技術をデータと評価パラメータの選択により改良し、モデル火山において山体安定性に関する評価図を作成する。

##### 《平成20年度計画》

- ・山体安定性評価技術の改良のため、富士火山での比抵抗探査を計画する。山体安定性評価図の作成に関し、岩手火山を対象に安定性評価手法を適用し、評価結果に検討を加える。

### 3-(3) 深部地質環境の調査・研究の実施

高レベル放射性廃棄物の地層処分事業に対し、国が行う安全規制への技術的支援として、地質現象の長期変動及び地質環境の隔離性能に関する地質学的及び水文地質学的知見を整備し、技術情報としてとりまとめる。また、放射性核種移行評価に向けての研究基盤を確保する。

#### 3-(3)-① 地質現象の長期変動に関する研究

##### 【中期計画（参考）】

- ・将来にわたる地震・断層活動、火山・火成活動、隆起・浸食の長期変動が地層処分システムに与える影響を評価するために必要な地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

##### 《平成20年度計画》

- ・低活動性断層の評価手法標準化では、断層岩の性状と断層の活動性との関連について、断層岩の岩石・鉍物学的特徴をより明確にするために関連する研究を引き続き行う。評価手法標準化の為の分析項目や手法など、“2009年 AIST レポート”に反映させる。
- ・巨大カルデラ噴火の発生頻度と影響範囲の研究では、阿寒・屈斜路・摩周カルデラの噴出物の噴火層序に応じたマグマ組成の変化および鉍物組成の変化を明らかにすることで、巨大噴火準備段階におけるマグマ溜り進化の岩石学的モデルについて検討を行う。また、カルデラおよび沿岸域を含む周辺の地表水、地下水調査等を行い、噴火の影響に起因した水系の特徴を明らかにすると共に、地質構造との関係を検討する。北西九州沿岸域の単成火山群の地殻・マントル構造の解明と新規火山出現予測手法の適用では、東松浦地域の温泉水に含まれる希ガス分析を行い、地震波観測から推定

される地下深部温度構造とマグマ起源物質の関係性について、より一般的な関係を検討する。また、地震波観測手法による地下構造調査法について技術的なとりまとめの検討を行う。以上の火山活動の長期予測手法および火山活動の周辺（地下水）環境への影響評価手法の一般化を検討し、「2009年 AIST レポート」へ反映させる。

- ・北海道東部及び青森東部沿岸域において、従来の変動地形学的手法による隆起・浸食量の定量化を行う。これと共に、隆起量推定の高精度化のための新たな年代測定手法開発に向けて、これまでより少量の試料においても従来法と同程度の誤差範囲に収まる年代測定法の確立を目指した室内実験を行う。平成20年度は、年代分析試料の前処理技術の一般化を目指す。又同時に、北海道東部或いは青森県東部でテストフィールドを設けて、新手法の適応試験を試みる。従来の研究手法の問題点や開発中の分析技術を整理し、「2009年 AIST レポート」へ反映させる。

### 3-(3)-② 地質現象が地下水に与える影響に関する研究【中期計画（参考）】

- ・将来にわたる地震・火山・熱水活動の長期変動が、地層処分システムの地下水に与える影響を評価するために必要な水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。

《平成20年度計画》

- ・熱水活動および沿岸域を中心とした深層地下水の変動予測手法およびその影響評価手法を整備するために、以下の開発研究を行う。

- 1) 深層地下水系の長期安定性とその変動要因に係る調査・評価技術の開発のため、断層・構造線が地下水に与える影響を評価するため、関東平野内陸部、北陸地域の一部および大阪平野において、断層・構造線周辺の既存地下水試料の化学・同位体組成の分析を行う。また、沿岸域の地下水流動系を把握するために、その年代値（流動速度）と断層と関連性について検討する。また、神戸地域で構築した GIS システムを用いて、六甲山地から海岸部に至る水循環や帯状の水・水質異常と地下に伏在することが推定される構造（断層系）との関連性について検討し、地下水系の異常データから地下に伏在する構造を類推する手法の開発を試みる。
- 2) 深部流体の広域分布、成因解明による地下水系への影響評価技術の開発のため、産総研の保有する全国にわたる既存の深部流体・深層地下水試料について、化学・同位体組成分析および起源解析を行う。これらの分析値を用いて、水質形成機構の解明、長期年代測定法の適用、混合解析手法の適用などにより、深層地下水系へ影響を及ぼしている深部流体の特徴やフラックスを明らかにする。さらに、沿岸域で深部流体の存在が確認できた地域についての地質などの特徴を把握し、

プレートや地質の違いを有する地域毎に地球化学的な特徴に基づいて深部流体を整理する。これらの情報を元に、一般化された深部流体評価手法を提示し、「2009年 AIST レポート」に反映させる。

### 3-(3)-③ 地質環境のベースライン特性に関する研究【中期計画（参考）】

- ・自然状態における地質環境、特に地下施設を建設する前の地質環境を把握するために必要な地質学的、水文地質学的知見を整備し、技術情報として取りまとめる。《平成20年度計画》

- ・幌延地区において、現状の立坑掘削、将来的な URL（地下実験施設）建設に伴う地下水状態、化学、微生物状態の変動モニタリング研究の基礎データとして、物理探査、ボーリング孔を利用したベースライン取得手法の確立を行う。また、物理探査、リモートセンシングを用いた地下水変動モニタリング、間隙水圧モニタリングによる地下水流動モデルの検証手法を検討する。

- ・幌延地区を対象として、堆積岩地域において原位置で把握することが困難な鉛直方向の水理特性を把握する手法として、気圧変動による間隙水圧変化データを利用した水理-力学連成解析手法の適用を行う。

- ・幌延地区を対象として、堆積岩の物質移行特性、間隙水圧分布形成メカニズム、微生物活性等を原位置で把握する手法の検討を行う。そのために、原位置において採取された岩芯サンプルに関して、原位置試験を最適化するための室内実験を行い、幌延における試験の適用可能性を示す。また、間隙水圧分布形成への塩分濃度、間隙分布、透水性の影響を判断できる解析手法を確立する。

### 3-(3)-④ 地質環境の隔離性能に関する研究

#### 【中期計画（参考）】

- ・放射性核種移行評価に向けて、地質環境の隔離性能にかかる諸プロセス解明のための実験手法等を整備し、規制当局が行う安全評価を支援できる研究基盤を確保する。

《平成20年度計画》

- ・1) 岩石中の地下水の流れやすさについての試験法を岩石にかかる圧力の時間的な変化履歴の点から詳細に検討するとともに、岩石中の拡散についても岩石にかかる圧力の影響について調べる。また試験サイトで地下水の流れやすさを試験する方法について最適設計をとりまとめる。またスイス放射性廃棄物管理協同組合（NAGRA）における国際共同研究では、各種室内物性試験を継続するとともに、参加機関と連携して、室内試験、原位置試験、理論及び数値解析の結果を総合的に検討する。

- 2) 岩石中の地下水の流れやすさと岩石中の亀裂の生成・伸展といった岩石変形との関係について岩石にかかる圧力および岩石と地下水の化学反応を要因と

する岩石の内部構造の変化を踏まえて検討するとともに、その安全評価に資する。

- 3) 処分場周辺で想定される地下水と工学バリアから漏出する水との混合条件下でのコロイドの安定性について検討するとともに、コロイドの核種移行への影響について安全評価上の問題点等をまとめる。
- 4) 地下の酸化還元状態に対する微生物の影響を評価し、核種の溶解反応への影響を踏まえて安全評価上の問題点等をまとめる。
- 5) 地質情報の安全評価への利用に際して求められる“ユーザビリティ”について、起因事象データベース (AIST Online FEPs) の改良、ナチュラルアナログデータベースのプロトタイプ構築を通じて検討する。

### 3-(4) 都市及び沿岸域の地質環境の調査・研究の実施

自然災害に強い産業立地に必要な情報を国・地方公共団体等に提供するため、都市平野部及び沿岸域の総合的な地質環境の調査・研究を実施するとともに、生態系も含む環境変遷及び物質循環の研究を進め、都市及び沿岸域の自然や人為による地質環境変化を解明する。

#### 3-(4)-① 都市平野部から沿岸域の総合的な地質環境の調査研究

##### 【中期計画 (参考)】

- ・大都市の立地する平野部及び沿岸域を構成する地質層序及び地質構造の実態を把握するため、ボーリング調査及び物理探査等を実施する。沖積層に関する物理探査については、地中レーダー及び浅海用の音波探査を用いて数10 cmの地層分解能探査を行う。これを基にして、関東平野を中心とした標準地質層序の確立、地質構造モデルの確立及び岩石物性値を含む三次元的平野地下地質情報の整備を行い、都市近郊を対象にした重力異常図及び重力基盤図を各1図作成する。

##### 《平成20年度計画》

- ・沿岸域、関東平野を中心とするボーリングコアの収集と堆積相・テフラ・微化石分析を継続し地下の標準層序・対比指標の確立、時代・堆積環境の指標となる地質情報のデータベースの構築を行う。そして、この標準層序と反射法探査データの解析および周囲の既存の深井戸調査データを用いて、3次元的地質構造と水理地質構造モデルを構築する。元荒川構造帯の南から東側域の広域的な水文調査を実施し、120本程度の井戸から採取した水試料の化学分析値等から高塩化物イオン濃度・低酸素・水素同位体比を特徴とする地下水の3次元分布の把握と水質形成過程や起源の検討を行う。
- ・沿岸域に分布する首都圏を中心とする大都市圏の浅層平野地下地質についてつぎの調査・研究を実施する。
  - 1) 荒川低地の沖積層の模式層序・物性を得るために、1-2カ所でオールコアボーリング調査・PS 検層を実

施し、コア試料の高精度解析を行う。

- 2) 浅層地盤のボーリングデータベースとして新たに2,000本のボーリング柱状図収集・数値化を行い、既存のボーリングデータの高精度化を進め、東京・埼玉県・神奈川県域をカバーする合計4万点のボーリングデータベースを整備する。これらの模式コア情報とデータベースを利用して、荒川低地下流部、武蔵野台地北東部も含めた東京都東部域から埼玉県東部域について模式柱状図 DB と3次元地質モデルを構築し、WEB 公開を行う。
- 3) 1/2.5万シームレス地質図の作成範囲を周囲に拡大し、既存地域についてはボーリングデータ・3次元地質モデルと統合した地質図データベースを作成する。
- 4) 奥内湾環境で広範囲に形成される超鋭敏粘土について、既存土質試験データによる空間分布、その堆積環境、間隙水の化学特性、実験による動的特性の詳細と形成機構の検討を行い、堆積環境を考慮した新しい地盤特性の評価法を検討する。
- 5) 中川低地の浅層地盤の物性値モデルについて、地質モデルおよび土質-物性値の関係式の改良を進め、最終的な評価をまとめる。中川低地の観測網の記録を使ってこれまでに行った予察的解析をベースに、沖積層の性質と深さの変化と地震動応答の関係についての研究をまとめる。
- 6) 関東平野以外の札幌市・新潟市などの大都市が位置する沖積低地について、地元研究機関と連携して層序・物性の模式となるオールコアボーリング調査とボーリングデータベース整備を進める。
  - ・沿岸域の調査において、次の研究を実施する。
    - 1) 新規に高分解能のチャープソナー型の音波探査機器を導入し、既存の高分解能音波探査装置との比較や適用対象の検討を行い、海底直下のより高分解能の探査技術と最適調査法の開発を図る。
    - 2) 高分解能でコンパクトな表層探査装置を導入し、その実用化を図る。また、コンパクトサイドスキャンソナーの探査手法のルーチン化を図る。
    - 3) レーダー記録の2つの明確化を目標として研究を実施する。一方は土地・地質条件とレーダー記録との相関の明確化、他方は掘削データから得られる地質学的情報とレーダー記録との相関の明確化である。調査対象地域は、前年度に引き続き、三保半島、九十九里浜、仙台平野および北海道東部の沿岸低地を予定している。

##### 【中期計画 (参考)】

- ・アジアの沿岸平野において、地下地質構造と標準地質層序の確立のために、現地研究機関と共同で沖積層に関する沿岸地質情報を整備する。

##### 《平成20年度計画》

- ・黄河、メコン河、チャオプラヤ河のデルタにおける沿岸侵食に関して、基礎的なデータを収集し、黄河については現地調査を実施する。長江沖と黄海から採取し

たボーリングと音波探査結果に関して後期更新世の層序をとりまとめる。

### 3-(4)-② 沿岸域の環境変遷及び物質循環の研究

#### 【中期計画（参考）】

- 沿岸域の生態系を含む環境変遷を明らかにするため、湖沼及び沿岸域堆積物の同位体組成及び食物連鎖等の物質循環の情報を集積することにより、10～100年スケールの過去の生態系構造推定手法の開発を行う。またサンゴ礁海域の水質、流況及び生物の解析によりサンゴ礁環境変遷を解明するとともに、サンゴ骨格の同位体分析等の物質循環研究により過去200年間の環境変動を明らかにする。

#### 《平成20年度計画》

- 沖縄県西表島北部をモデル海域として、水温塩分等の連続水質観測を行い、環境モニタリングの基礎データを集積するとともに水質環境の季節性について検討する。サンゴ骨格の重金属元素分析手法を西太平洋に展開し、広域での重金属汚染の状態を明らかにする。

#### 【中期計画（参考）】

- 沿岸域の環境保全と生物生息場の環境改善のための基礎情報とするため、海岸生物相調査データ、水温等の物理環境観測データを集積し、データベースとして整備し、提供する。

#### 《平成20年度計画》

- 海岸生物調査を継続し、生物相変遷データや海象・気象に関する物理環境データの Web での公開を継続する。漁協やフェリー会社などへのアンケートを実施し、市民による生態系モニタリング手法開発の検討を行う。

#### 【中期計画（参考）】

- 海域の物質循環及び人為汚染評価の基礎情報とするため、堆積物及び土壌の化学成分調査に基づき、日本沿岸地球化学図及び東京湾岸精密地球化学図を作成する。

#### 《平成20年度計画》

- 全国の土壌地球化学図を作成するため東日本から各地域を代表する表層土壌試料を採取し分析する。東京湾岸精密地球化学図作成のための試料を千葉県北部から採取する。

### 4. 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火等の自然災害時には緊急の対応が求められることから、災害発生時やその予兆発生時には、緊急の地質調査を速やかに実施する。

#### 4-(1) 緊急地質調査・研究の実施

地震、火山噴火等の自然災害発生時やその予兆発生時には、社会的要請に応じて緊急の組織的な地質調査が求められることから、緊急の地質調査を実施するとともに、必要な地質情報を速やかに発信する。

##### 4-(1)-① 緊急地質調査・研究の実施

#### 【中期計画（参考）】

- 地震、火山噴火等の自然災害発生時やその予兆発生時には、地質の調査に関連する研究ユニット等が連携し

て緊急調査本部を組織し、社会的要請に応じて緊急の調査及び研究を実施する。同時に、国及び地方公共団体等に対し、災害の軽減に必要な地質情報を速やかに発信する。

#### 《平成20年度計画》

- 地震・火山噴火、地すべり、地盤沈下等による大規模な自然災害に際して、緊急調査の実施体制をとって、必要な調査・研究を実施し、正確な地質情報を収集・発信して、社会及び行政のニーズに継続して応える。
- 緊急体制の構築に必要なマニュアル類について、必要に応じて改訂を行い、機動的対応が行える体制を維持する。

### 5. 国際協力の実施

産総研のこれまでに蓄積した知見及び経験を活かし、アジア太平洋地域を中心とした地質に関する各種の国際組織及び国際研究計画における研究協力を積極的に推進する。

#### 5-(1) 国際協力の実施

アジア太平洋地域において、産総研が有する知見を活かした国際協力が期待されることから、東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）、国際地質調査所会議（ICOGS）等の国際組織及び国際研究計画に参画するとともに、アジア太平洋地域において地質情報の整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境及び資源探査などに関する国際研究協力を推進する。また、統合国際深海掘削計画（IODP）及び国際陸上科学掘削計画（ICDP）に積極的に参画する。

##### 5-(1)-① 国際協力の実施

#### 【中期計画（参考）】

- 東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）、国際地質調査所会議（ICOGS）、世界地質図委員会（CGMW）、国際地質科学研究計画（IGCP）等の国際機関の活動及び国際研究計画を主導するとともに、これらを通じたプロジェクト、シンポジウム等の実施により国際研究協力を図る。特にアジア太平洋地域の地質情報整備、地震・津波・火山等の自然災害による被害の軽減、地下水等の地質環境の保全及び資源探査に関する国際研究協力を推進する。

#### 《平成20年度計画》

- 東・東南アジア地球科学計画調整委員会（CCOP）には、産総研から専門家を長期派遣し、産総研が主導する各プロジェクトの指導・展開を行う。同委員会では、小規模鉱山（CASM）、環境分析支援プログラム、地下水、地質災害軽減、デルタ、ジオグリッド（GEO Grid）について、専門家会議やセミナーの中心的な役割を産総研が果たすなど、先導的にプロジェクトを展開する。また、アジア太平洋経済協力（APEC）の研修プロジェクトを実施する。
- 世界地質図委員会（CGMW）、国際地質科学研究計画

(IGCP)等については、引き続き各研究テーマの委員会やシンポジウム等に代表を派遣してそれらの活動を推進する。

- ・2008年を中心年度である国際惑星地球年 (IYPE) の推進事務局を運営し、外部団体と協力して活動支援を行う。IYPE 事業の一環としてジオパーク活動、地質の日 (5月10日) 記念事業などを推進する。
- ・IGCP-475「DeltaMAP」の第5回会合を中国で10-11月に開催する。CCOP DelSEA プロジェクトを継続して推進し、関係国でワークショップを開催する。中国、ベトナム、タイにおいて沿岸侵食に関するセミナー等を開催する。

#### 【中期計画 (参考)】

- ・地球内部を知りその変動の歴史を探る国際研究プロジェクトである統合国際深海掘削計画 (IODP) 及び国際陸上科学掘削計画 (ICDP) に貢献する。

#### 《平成20年度計画》

- ・統合国際深海掘削計画 (IODP) 及び国際陸上科学掘削計画 (ICDP) の推進を目的として、日本地球掘削科学コンソーシアムとの緊密な連携のもと、国内外の委員会に研究職員を委員として出席させて運営の一翼を担う。また産総研が分担すべき役割について、引き続き学術面及び運営面の両面から検討・支援を行う。
- ・IODP において、「ちきゅう」の運航が本格化、「ノンライザー掘削船」の運航が開始される予定であり、「特定任務掘削」、ICDP も含めて、参加の呼びかけ及び所内調整を行い、積極的に乗船研究者を派遣する。

#### 【別表3】計量の標準 (知的基盤の整備への対応)

我が国経済活動の国際市場での円滑な発展、国内産業の競争力の維持、強化と新規産業の創出の支援及び国民の安全・安心の確保に貢献するために、計量の標準の設定、計量器の検定、検査、研究、開発、維持及び供給及びこれらに関連する業務、並びに計量に関する教習を行う。その際、メートル条約及び国際法定計量機関を設立する条約のもと、計量標準と法定計量に関する国際活動において我が国を代表する職務を果たす。

具体的には、経済構造の変革と創造のための行動計画 (平成12年12月1日閣議決定)、科学技術基本計画 (平成13年3月30日閣議決定) 及び産業技術審議会・日本工業標準調査会合同会議知的基盤整備特別委員会中間報告 (平成11年12月) の目標、方針、その後の見直しに基づいて、計量標準 (標準物質を含む。以下同じ。) の開発、維持、供給を行う。計量標準、法定計量に関して国際基準に適合した供給体制を構築して運営し、国家計量標準と発行する校正証明書及び法定計量の試験結果の国際相互承認を進めるとともに、我が国の供給体系の合理化を進める。戦略的な計量標準に関しては、先端技術の研究開発や試験評価方法の規格化と連携して一体的に進めつつ、加速的に整備し供給を開始する。また我が国の合理的、一

的な計量標準供給体系、法定計量体系の構築とその運用及び戦略的な計量標準の活用に関して、経済産業省に対して政策の企画、立案の技術的支援を行う。

#### 1. 国家計量標準システムの開発・整備

2010年度までに計量標準の供給サービスの水準を米国並みに高めるために、国際通商に必要な国家計量標準と産業のニーズに即応した計量標準を早急に整備し、供給を開始する。そのうち国際通商に必要な計量標準については、基本的な計量標準を開発するとともに高度化して利用を促進し、同時に標準供給の確実な実施とトレーサビリティ体系の合理化を行う。産業の競争力強化や国民の安全・安心確保のために緊急に必要な計量標準に対しては、ニーズに即応して機動的に開発し、柔軟な体制のもとでユーザに供給する。適確な標準供給を確保するために、計量標準の供給・管理体制を強化するとともに、高精度の校正サービスを行う校正事業者に対して技術的な面から支援を行う。また、技術進捗や認定事業者の技術力向上の観点から経済産業省に対して国家計量標準システムの企画・立案に関する技術的支援を行う。

#### 1-(1) 国家計量標準の開発・維持・供給

#### 【中期計画 (参考)】

- ・我が国経済及び産業の発展等の観点から、計量標準の分野ごとに計量標準の開発、維持、供給を行い、新たに必要とされる140種類の計量標準を整備して供給を開始する。より高度な社会ニーズに対応するため、供給を開始した計量標準のうち150種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。供給体系の合理化を進めて計量標準の適切な維持、供給を実施する。計量標準の供給体制の国際統合を進めるため、136種類の計量標準について、ISO/IEC 17025及びISOガイド34に適合する品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。グローバル MRA の枠組みの中で、我が国の国際比較への参加を企画、管理し、基幹比較、補完比較、多国間比較及び二国間比較等107件の国際比較に参加する。品質システムの審査に関しては海外の計量技術専門家による国際査察を企画、管理する。我が国の国家計量標準の国際相互承認を企画、管理し、110種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC(校正測定能力)の登録の申請を行う。

#### 《平成20年度計画》

- ・第2期の目標を達成するため、28種類以上の新たな標準の供給を目指す。
- ・校正サービス、標準物質頒布を通じて、計量標準の供給を確実に進行。
- ・計量標準の普及と供給体制整備を支援するために、計量に関わる研修を行う。
- ・継続的・安定的な標準供給体制の構築と国際基準への適合性を確保するために、ISO/IEC 17025及び/また

は ISO ガイド34に適合した品質システムの運用を継続する。

- ・物理系において実施中の校正サービスに関し、品質システムを完備する。
- ・7種類の技術分野での ASNITEI 認定の審査を受ける。

#### 1-(1)-① 長さ分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・長さ分野では新たに5種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している24種類の計量標準のうち10種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・既存の計量標準のうち、ブロックゲージの寸法偏差校正の追加、昨年度開発された固体屈折率校正装置の信頼性向上を行う。三次元測定機の校正範囲を画像式座標測定機にまで拡大するためのシステム開発を行う。一次元格子の校正範囲を更に微小なスケールにまで拡大する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・7種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・固体屈折率の品質システムを整備し、範囲拡大等を行った校正サービスの品質システムを改訂する。それらのうち2種類以上に関してピアレビューを受ける。

##### 【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して10件に参加し、5種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成20年度計画》

- ・予定されている歯車、表面粗さの国際比較に参加する。

#### 1-(1)-② 時間・周波数分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・時間・周波数分野では新たに1種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している6種類の計量標準のうち5種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・標準供給の基準である UTC（NMIJ）の安定度の向上、不確かさの低減に向け、標準器間の位相差測定の高分解能化を実現するため、高分解能位相差測定システムの開発を開始する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・2種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・（平成20年度計画なし）

##### 【中期計画（参考）】

- ・4種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成20年度計画》

- ・（平成20年度計画なし）

#### 1-(1)-③ 力学量分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・力学量分野では新たに5種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している18種類の計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・質量／力分野では、中小質量分銅の特性評価の効率化を継続して行うほか、大質量分銅用の質量比較器の一部を改修する。力標準機群の一部に老朽化対策としての改修を行う。現行のトルクメータ・トルクレンチの校正サービスの範囲を拡大するほか、小容量トルク標準機の残る主要な構成要素の開発を完了させる。圧力／真空分野では、本年度の立ち上げを目標に液体高圧力標準（～1 GPa、重錘形圧力天びん）と超高真空標準の整備を進める。

##### 【中期計画（参考）】

- ・6種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・（平成20年度計画なし）

##### 【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して14件に参加し、7種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成20年度計画》

- ・質量／力分野では、幹事所として力分野の APMP.M.F-K4基幹比較の結果を取りまとめる。トルク分野の CCM.T-K2基幹比較に参加し測定を行う。圧力／真空分野では、液体圧力標準の APMP 国際比較 APMP.M.P-K8および APMP.M.P-K7.1の報告書を作成する。

#### 1-(1)-④ 音響・超音波・振動・強度分野

##### 【中期計画（参考）】

- ・音響・超音波・振動・強度分野では新たに6種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している11種類の計量標準について供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・空中超音波領域におけるマイクロホン自由音場感度の絶対校正について、品質システムを構築し、依頼試験として開始する。可聴域への校正周波数範囲拡大に必要な基礎実験を開始する。

- ・低周波領域におけるマイクロホン音圧感度の絶対校正



について、品質システムを構築し、依頼試験として開始する。

- ・音響校正器の校正周波数範囲拡大に必要な基礎実験を開始する。
- ・ハイドロホン感度校正の周波数領域の拡張では、ハイドロホンをを用いて30 MHz を越える超音波の検出実験を行う。また光干渉計を用いて20 MHz を越える超音波の検出実験を行う。カロリメトリ法による強力水中超音波パワー校正装置の測定精度向上のため、水槽形状、熱電対位置、攪拌方法等の最適化を目指す。従来の天秤法の校正範囲は15 W まで拡張し、標準供給を継続する。
- ・強力水中超音波音場計測に使用する堅牢な計測用デバイス作製のため、水熱合成法による PZT 多結晶膜の成膜条件（出発原料の種類、濃度など）の最適化を行う。キャビテーション発生量定量計測用筒型キャビテーションセンサーを試作し、キャビテーション発生量と受波信号との相関の定量測定を試みる。
- ・ロックウェル、ビッカース、ブリネルの各硬さ標準供給を経常的に行うとともに、硬さ校正事業者の認定に関わる諸業務を行う。ビッカース硬さ地域国際比較の幹事所として、参加各国のデータを取り纏め、報告書を発行する。微小硬さ校正装置に必要なレーザ干渉計の開発の継続し、不確かさ評価を行う。

【中期計画（参考）】

- ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。
- 《平成20年度計画》
- ・超音波音場プロファイル校正依頼試験を継続し、品質システムを構築する。
  - ・構築した品質システムに基づいて、標準供給を継続する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して5件に参加し、2種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成20年度計画》

- ・（平成19年度までに終了）

1-(1)-⑤ 温度・湿度分野

【中期計画（参考）】

- ・温度・湿度分野では新たに7種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している28種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・熱電対用 Co-C 共晶点の標準供給のために、不確かさ評価を行う。抵抗温度計用の温度定点の不純物評価を行い、2個の定点（TPW, In）について不確かさを低

減させる。0.65 K～24 K のロジウム鉄抵抗温度計標準の供給を開始する。放射温度標準においては、中温域（160℃～420℃）の新規標準供給を開始する。湿度標準については、相対湿度の温度範囲を23℃以外に拡大する。微量水分標準と低湿度標準の一致性についての検証実験を行う。

【中期計画（参考）】

- ・8種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・カプセル型白金抵抗温度計とロジウム鉄抵抗温度計の標準供給の品質システムの技術部分を構築する。微量水分の品質システム技術部分を構築する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して17件に参加し、13種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成20年度計画》

- ・APMP の三重点の国際比較にコパイロットとして参加する。熱電対用 Co-C 共晶点の国際比較に参加する。ステム型白金抵抗温度計の84 K の APMP 基幹比較に参加し、カプセル型白金抵抗温度計の基幹比較 CCT-K2.5とロジウム鉄抵抗温度計の基幹比較 CCT-K1.1を継続する。体温域黒体炉の APMP 補完比較をパイロットラボとして推進する。CCT-WG9パイロット比較を継続する。微量水分の国際比較に参加する。

1-(1)-⑥ 流量分野

【中期計画（参考）】

- ・流量分野では新たに2種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している13種類の計量標準のうち3種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度に整備した PVTt システムを気体流量標準設備として気体小流量標準の供給流量範囲を拡張する。さらに、平成20年度内に品質システムを構築し、供給を開始する。

- ・液体流量分野では、石油小流量の標準設備の開発を行う。また、既に供給を開始している6種類の計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・2種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・新たに石油中流量に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して3件に参加し、1種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の

登録の申請を行う。

《平成20年度計画》

- ・気体小流量の国際比較（APMP.FF-K6）は平成20年度内に測定を完了し、報告書（Draft A）を作成する。

#### 1-(1)-⑦ 物性・微粒子分野

【中期計画（参考）】

- ・物性・微粒子分野では新たに10種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している10種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち4種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・比熱容量標準物質、薄膜熱拡散率標準物質などを開発し供給を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・11種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・液体の屈折率の校正方法など物性・微粒子分野における品質システムの整備を進める。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して4件に参加する。

《平成20年度計画》

- ・測温諮問委員会熱物性作業部会（CCT WG9）においてパイロットラボとしてレーザフラッシュ法による熱拡散率国際比較の結果を取りまとめ、2008年5月に開催される測温諮問委員会において報告する。

#### 1-(1)-⑧ 電磁気分野

【中期計画（参考）】

- ・電磁気分野では新たに13種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している20種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち13種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・直流電圧計10 V 以下など新たに標準を立ち上げ、供給を開始する。また、既供給標準について校正技術の高度化を行い、供給範囲の拡大を行う。

【中期計画（参考）】

- ・16種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・高周波誘導分圧器について品質マニュアルの作成を行い運用を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して4件に参加し、9種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成20年度計画》

- ・基幹比較等の要請があれば積極的に参加する。

#### 1-(1)-⑨ 電磁波分野

【中期計画（参考）】

- ・電磁波分野では新たに12種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している15種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち7種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・新規供給として低域電力標準、新方式による V バンド導波管減衰量標準、モノポールアンテナ係数標準を開発整備し、インピーダンス、同軸・導波管雑音、ホーンアンテナ利得標準について供給範囲の拡張を行なう。

【中期計画（参考）】

- ・13種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・高周波絶対電力、低域電力標準、40 GHz までの減衰量標準について品質システムを作成する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して5件に参加し、8種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成20年度計画》

- ・高周波電力の APMP 国際比較を幹事機関として継続運用し、インピーダンス標準の基幹比較について N 型コネクタのドラフトの完成に続いて3.5 mm 同軸インピーダンスの国際比較に継続参加する。ホーンアンテナの2国間比較のドラフト作成と BIPM 登録し、その後、ループアンテナの2国間比較を継続する。導波管雑音について基幹比較に継続して参加し、測定報告書を作成する。

#### 1-(1)-⑩ 測光放射レーザ分野

【中期計画（参考）】

- ・測光放射レーザ分野では新たに10種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している13種類の計量標準と新たに供給を開始する計量標準のうち11種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・レーザエネルギー（1.06  $\mu\text{m}$ 、1 mJ～100 mJ）、光ファイバ減衰量（850 nm、-60 dbm 及び1480 nm、+30 dbm）、レーザパワー（405 nm、50  $\mu\text{W}$ ～10 mW）の範囲拡張を行う。分光放射照度（紫外）の jcss 化を行う。レーザパワー（近赤外域、10 W～100 W）、分光拡散反射率（紫外）、照度応答度、分光

応答度（近赤外、InGaAs）、LED（高強度）に対応した標準開発を開始する。

【中期計画（参考）】

- ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・分光拡散反射率（可視、赤外）、LED 光度、LED 全光束の品質システムを構築する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して6件に参加し、4種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成20年度計画》

- ・レーザパワー（100 W レベル、EUROMET）、光ファイバ減衰量（1480 nm 及び1550 nm、二国間比較）に参加する。光度（APMP、CCPR-K3.a リンク）、分光応答度（APMP、CCPR-k2.b リンク）の国際比較に幹事国として参加する。

1-(1)-⑩ 放射線計測分野

【中期計画（参考）】

- ・放射線計測分野では新たに4種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している17種類の計量標準のうち6種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・Co-60  $\gamma$ 線水吸収線量、マンモグラフィ用軟 X 線線量などの標準供給を開始するとともに、 $\beta$ 線標準を jcss 化する。また、中性子エネルギー27 keV の速中性子フルエンス標準の立ち上げと連続スペクトル中性子フルエンス標準の jcss 化、及び $\gamma$ 線核種放射能遠隔校正の jcss 化を行う。

【中期計画（参考）】

- ・5種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・ $\beta$ 線標準について品質マニュアルの作成を行い運用を開始する。また、 $\gamma$ 線核種放射能の遠隔校正による標準供給の jcss 化に向け技術マニュアルの改訂を行う。連続スペクトル中性子フルエンス標準供給の jcss 化に対応するため、速中性子フルエンス標準の技術マニュアルを改訂する。2.5 MeV, 8.0 MeV 中性子フルエンス標準の技術マニュアルを追加する。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して10件に参加し、10種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成20年度計画》

- ・放射性ガス放射能標準の CCRI (II) 基幹国際比較、

及び8.0 MeV 速中性子フルエンス標準の基幹国際比較に参加する。また、軟 X 線空気カーマ標準の APMP 内における国際比較のパイロットラボとしての実施準備を行う。

1-(1)-⑪ 無機化学分野

【中期計画（参考）】

- ・無機化学分野では新たに29種類の標準を開発し、供給を開始する。すでに供給を開始している56種類の計量標準のうち38種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・新規標準液の調製法及び測定法の開発を行い、RoHS 指令対応の重金属分析用プラスチック標準物質について新規の標準物質を供給する。
- ・有機汚染物質分析用生物標準物質、農薬分析用米粉末標準物質、有機水銀分析用生物標準物質、ヒ素化合物水溶液標準物質2種およびヒ素化合物分析用米粉末標準物質の標準物質の供給を開始する。また、既存認証標準物質の安定性を評価し、適切な維持・管理と供給に務める。

【中期計画（参考）】

- ・24種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・有機汚染物質分析用生物標準物質、農薬分析用米粉末標準物質、ヒ素化合物水溶液標準物質2種およびヒ素化合物分析用米粉末標準物質の品質システムの技術部分を構築する。また、有機水銀・アルセノベタイン・微量元素分析用生物標準物の品質システムに関しては、標準物質の供給に対応して、必要な修正を行う。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して13件に参加し、33種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。

《平成20年度計画》

- ・既存の標準あるいは新規に開発する標準に関連する国際比較に3件以上参加する。

1-(1)-⑫ 有機化学、バイオ・メディカル分野

【中期計画（参考）】

- ・有機化学、バイオ・メディカル分野では新たに29種類の標準を開発し供給を開始する。すでに供給を開始している112種類の計量標準のうち40種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。

《平成20年度計画》

- ・温暖化ガス標準ガス1種、硫黄分析用ゼロ標準（高濃度用）の開発を行う。また、RoHS 指令対応臭素系難燃剤含有プラスチック標準物質、定量 NMR 標準物質、

分子量標準物質、ナノ粒子標準物質各1件の開発を行う。

- ・JCSS 有機標準液用基準物質6種の高純度有機液について、SI トレーサブルな純度測定を行う等の高度化を行う。標準ガスに関してはゼロガス2種を開発を開始する。
- ・環境・食品分野での民間標準物質のトレーサビリティを確保するために必要な測定方法を開発し、供給する。また、外部機関が開発した標準物質のトレーサビリティ評価及び公表する制度の試行を拡張する。

【中期計画（参考）】

- ・25種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。  
《平成20年度計画》
  - ・有機高純度液に関して品質システムの立ち上げや拡張を行う。
- 【中期計画（参考）】
- ・国際比較に関して13件に参加し、14種類の計量標準に関して国際相互承認に関わる CMC（校正測定能力）の登録の申請を行う。  
《平成20年度計画》
  - ・メタンの純度比較の国際比較を APMP 内ではなく CCQM レベルで行う。開発した標準に関連する国際比較が行われた場合参加する。

1-(1)-⑭ 先端材料分野

【中期計画（参考）】

- ・先端材料分野では新たに7種類の標準を開発し供給を開始する。すでに供給を開始している17種類の計量標準のうち5種類の標準について供給範囲の拡張、不確かさの低減等を行う。また供給体系の見直しを適宜行い、計量標準の適切な維持・管理と供給を実施する。  
《平成20年度計画》

- ・既開発の薄膜・超格子標準物質および空孔標準物質の経年変化について確認する。また、新たに、EPMA 用標準物質2種、空孔測定用標準物質1種を開発を行う。

【中期計画（参考）】

- ・国際比較に関して3件に参加し、7種類の計量標準に対して品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。  
《平成20年度計画》
- ・国際比較への要請があれば積極的に参加する。

1-(1)-⑮ 熱量分野

【中期計画（参考）】

- ・熱量分野ではすでに供給を開始している1種類の計量標準の維持・供給を継続する。  
《平成20年度計画》
- ・特定標準器であるコンケルス式流水型熱量計の維持管理を行い、適切な標準供給を可能とする。また基準流水型熱量計の検査依頼があれば、適宜対応する。

【中期計画（参考）】

- ・品質システムの技術部分を構築し、品質システムに則した標準供給を行う。

《平成20年度計画》

- ・標準供給の的確な実施、供給手順の透明化、技術継承の目的で、品質システムの技術部分に関する作業マニュアルの作成を継続する。特に入出熱バランスと流量以外項目について再検討する。

1-(1)-⑯ 統計工学分野

【中期計画（参考）】

- ・統計工学分野では計量標準の開発、維持、供給、比較における不確かさについて共通的な評価手法を開発するとともに整備し、文書発行、講習会開催などにより校正事業者、認定機関への成果普及を図る。

《平成20年度計画》

- ・モンテカルロ法による不確かさの合成において、A タイプの不確かさ要因に t 分布を適用することに対する妥当性を検討する。
- ・不確かさ評価において、入力量の誤差の高次項を考慮する際の伝播則の一般的表式を検討し、実際例において高次項の寄与を評価する。
- ・産総研内外に対する、不確かさ評価の技術支援と普及啓蒙活動を継続するとともに、主宰する不確かさ評価事例研究会において事例を蓄積し、事例集の作成を開始する。

1-(2) 計量標準政策の提言

【中期計画（参考）】

- ・技術進歩や認定事業者の技術力向上の観点から、開発課題を特定し、標準供給の体系と体制を見直して提言をまとめる。

《平成20年度計画》

- ・定期的に開催される計量業務委員会・物理標準分科会・化学標準分科会等の所内委員会において、「標準供給のあり方」といった課題について、関係者間の意見交換、検討を行う。

1-(3) 計量標準の供給・管理体制の強化

【中期計画（参考）】

- ・適確な計量標準の供給を行うための人員体制の強化を着実に進める。また標準供給に関わる業務について、適切に職員を評価するための評価軸を設定する。

《平成20年度計画》

- ・品質マニュアルの運用において、文書化システムの見直しおよび訓練プログラム等を通して、計量標準の供給業務における継続的改善の取り組みを強化し、要員の技能向上、供給体制の強化を図る。

【中期計画（参考）】

- ・構築した品質システムの運営を継続し、定期的な監査により品質システムに則した標準供給の実施体制を確保するとともに、品質システムの高度化、合理化に努める。

《平成20年度計画》

- ・内部監査等、品質システムの運用を着実に進める。対象品目の増加に伴い発生する品質システム文書の増大に対処するため、品質システム文書を要員が効率的に作成できるように支援を進める。また、外部審査の対象の選定方法を効率化し、品質システムの再審査を確実かつ効果的に実施する。

#### 1-(4) 計量法に基づく認定技術審査への協力

##### 【中期計画（参考）】

- ・計量法校正事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援するために、計量法に基づいて高精度の校正サービスを行う校正事業者の認定に係る認定申請書類の技術審査、現地審査、技能試験を行うとともに技術基準の作成を行う。

##### 《平成20年度計画》

- ・計量法校正事業者登録制度（旧称：認定制度）の円滑な運用を技術的な面から支援するため JCSS 認定（登録）に係る認定申請書類の技術審査、現地審査のための技術専門家の派遣、及び、技能試験における移送標準器の校正（参照値の導出）を実施する。特に、参照値導出業務関連の規程の整備に着手する。

##### 【中期計画（参考）】

- ・計量法特定計量証明事業者認定制度の円滑な運用を技術的な面から支援するために、計量法に基づいて極微量物質の分析を行う事業者に対して、事業者の認定に係る技術面のサポート（技術的問題点を検討する技術委員会等への参画、協力）及び事業者の技術能力を審査するために必要な試験試料の設計と調製及びその値付け（参照値の導出）と技能試験結果の合理的な判断基準を確立する。

##### 《平成20年度計画》

- ・知的基盤課・NITE と打ち合わせ、第三期以降、NITE・日本環境測定分析協会（日環協）で行う MLAP スキームのフォローアップを行う。日環協作成の技能試験用試料について長期安定性確認試験等、技能試験結果評価と次期技能試験準備に必要な参考データを提供する。必要な技術能力の維持向上（ダイオキシン国際キャリブレーション他）、技術的能力の人的・設備的更新・維持作業を行う。
- ・2件の ISO 国際標準化活動を継続し、平成20年度中の FDIS（最終国際規格案）まで行う。新規 POPs（残留性有機汚染物質）候補物質検討会（経産省・環境省・厚生省）委員として活動、POPRC3に対する政府所管の方針をまとめるとともに化学物質管理課、基準認証課と連携し、新規 POPs 規制対象物質として採択予定の PFOS（パーフルオロオクタン塩）分析法の JIS 化を行うとともに、国内産業界指導を行う。

#### 2. 特定計量器の基準適合性の評価

特定計量器の検定に関して、品質システムを構築して業務を確実にやり、計量器内蔵のソフトウェアの基準作成とそれへの適合性評価技術を開発する。法定計

量体系の高度化・合理化・国際化等の政策課題に関して、法定計量の政策と体系の設計に関して政府への提言をまとめる。

#### 2-(1) 法定計量業務の実施

##### 【中期計画（参考）】

- ・基準器検査、型式承認試験、型式承認審査等の技術業務を、品質システムを構築して適正に実施するとともに、新たな計量技術を開発、導入して効率化、高度化を図る。

##### 《平成20年度計画》

- ・型式承認・基準器検査及び依頼試験（以下、「試験検査等」という。）については、計量法及び品質システムをコアとして実施するとともに信頼性の確保及び国際規格等との調和を図るための整備を行う。なお、これらの試験検査等の信頼性を確保するための付属文書（又は、ガイドライン）の検討及び作成を行う。必要に応じて、関連する行政機関等との協議及び啓蒙活動を行う。

#### 2-(2) 適合性評価技術の開発

##### 【中期計画（参考）】

- ・計量器内蔵ソフトウェア、計量器要素モジュール及び新たな計量器の適合性評価技術確立などの研究開発を行い、技術基準を作成する。

##### 《平成20年度計画》

- ・非自動はかり、タクシーメーターのソフトウェア認証については、国際勧告（OIML）又はこれらの勧告と同等のガイド（WELMEC ガイド）と調和を図る。また、その他の計量器についても、ソフトウェア認証に関する実態又は動向を調査し、信頼性の向上を図る。なお、非自動はかり及びタクシーメーターについては、ソフトウェア認証に係る試験及び審査基準を盛り込んだ品質システム文書を作成及び発行する。

#### 2-(3) 法定計量政策の提言

##### 【中期計画（参考）】

- ・政府機関、地方機関、計量団体、計量器工業界及び外国機関等に対して最新の計量技術情報を提供するとともに、所轄政府機関と連携して、これらの機関の実施する適合性評価の整合性を図る。

##### 《平成20年度計画》

- ・平成20年度は計量行政審議会（計量制度）の開催は予定されていないが、現行計量制度のあり方を分析するとともに、効率的又は効果的な法定計量分業務の実施に向けたシステムを検討する。なお、計量行政審議会に限らずこれらの議論を検討する委員会等があれば法定計量分野における専門家又は見識者を参加させる。

#### 2-(4) 法定計量体系の設計

##### 【中期計画（参考）】

- ・我が国の法定計量システムの国際整合化を図るとともに、法定の技術基準の JIS 化、新たな計量器の規制のための指針を作成する。

《平成20年度計画》

- ・特定計量器としての JIS 原案作成の予定はないが、特定計量器の技術基準で引用する JIS をさらに補完するための JIS 原案の検討を開始する。
- ・当該 JIS を特定計量器検定検査規則で引用するための付属文書（又はガイドライン）の検討及作成を優先度又は重要度の高いものから行う。
- ・OIML MAA (Mutual Acceptance Arrangement) に基づく適合証明書の発行を適切に実施する。なお、当該適合証明書の対象機種である非自動はかりについては、最新版の国際規格に整合された基準、質量計ロードセルについては適用範囲を拡大した基準に基づく品質システム文書の整備及び第三者認証を取得する。

### 3. 次世代計量標準の開発

国際計量システムの構築において我が国の優位性を発揮するため、秒の定義やキログラムの定義等を改定する革新的な計量標準の開発を世界に先駆けて行う。また産業界や大学のニーズに機動的に対応するために、IT 技術等を活用した先導的標準供給技術の開発を行う。

#### 3-(1) 革新的計量標準の開発

光周波数領域で実現される新しい超高精度の時間周波数標準、特定の器物に依存しない物理的に定義された新質量標準、新たに国際的に合意された高温度の標準等、革新的計量標準を世界に先駆けて開発するとともに、これらの成果をいち早く国内の標準供給に反映させ、また標準の開発において得られた要素技術を先端技術開発に反映させる。

#### 3-(1)-① 光周波数領域における時間周波数標準の開発

【中期計画（参考）】

- ・秒の定義の改定にむけて、光周波数領域での周波数標準技術を確立することを目的として、可視領域での光周波数標準器を開発し、10-14台の不確かさの実現を目指す。併せて、その性能評価を行うために必要な光周波数測定技術及び時刻比較技術を確立する。

《平成20年度計画》

- ・光格子中に極低温原子を捕獲し、また時計遷移用レーザーの線幅狭窄化を行い、時計遷移の分光を始める。
- ・東京大学と産総研の周波数標準の高精度なリンクを実現するために、光ファイバによる周波数伝送実験を行い、その評価をする。
- ・産総研で行っている光格子時計の長期周波数測定のためのファイバコムを設計・製作し、時計遷移レーザーの周波数測定を行う。

#### 3-(1)-② アボガドロ定数に基づく新質量標準の開発

【中期計画（参考）】

- ・国際単位系の基本単位の一つであるキログラムの定義を物質によるものに改定することを目標とし、国際共同プロジェクトを介して、同位体濃縮した数 kg のシリコン単結晶を作製し、2009年度までにアボガドロ

定数を $2\sim 3\times 10^{-8}$ の不確かさで決定する。

《平成20年度計画》

- ・5 kg の同位体濃縮結晶から得られたシリコン球の体積、質量の測定から密度の絶対測定を行うとともに、複数の微小試料を準備し結晶内の密度分布を圧力浮遊法によって評価し、結晶密度の絶対値と均一性を評価する。

#### 3-(1)-③ 放射温度計および抵抗温度計領域における新しい高温標準の開発

【中期計画（参考）】

- ・2010年頃に予定されている国際温度目盛改訂への反映を目指し、金属炭素共晶の融点を温度定点として利用する技術を開発して、現行の高温標準の精度を1桁以上向上させ、3000℃までの放射温度標準を確立する。

《平成20年度計画》

- ・2500℃以上の高温定点に関し、WC-C 包晶点の定点セル製作技術を確立し、セル間の再現性能評価および長期安定性評価を実施し、およそ0.2K の再現性・安定性ある定点セル技術を確立する。
- ・国際的な「高温定点プロジェクト」の進捗にあわせ、国際比較に使用する定点セルの仕様を確定するとともに、定点セル性能評価試験を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・現在の国際温度目盛による上限温度962℃を1085℃にまで拡張するために、白金抵抗温度計による高温目盛を開発する。

《平成20年度計画》

- ・962℃～1085℃の間で、放射温度計と962℃以下で校正された白金抵抗温度計との比較を行うことにより、962℃以下で温度目盛を与えられた白金抵抗温度計に関して温度-抵抗値特性を評価する。

#### 3-(1)-④ 新しい計量標準要素技術の開発

【中期計画（参考）】

- ・化学、バイオ・メディカル計量標準の分野で、DNA、タンパク質等に関して国際単位系へのトレーサビリティの確保を目指し、物質質量諮問委員会（CCQM）、臨床検査医学におけるトレーサビリティ合同委員会（JCTLM）等が進める国際的な研究開発を主導する計測要素技術を開発する。

《平成20年度計画》

- ・タンパク質定量法に関しては、アミノ酸分析法での基準となる各アミノ酸のトレーサビリティ確保のための純度決定法を確立するとともに、アルブミン定量法の確立を行う。DNA 定量について、SI トレーサブルな方法になりうる手法についての評価を実施する。

#### 3-(2) 産業界ニーズに対応した先導的開発

ユーザの利便性を増進するため、インターネット技術を駆使した先進的標準供給システムを構築し、周波数を始めとするいくつかの量で実用を開始するなど、産業界ニーズに対応する。

## 3-(2)-① 標準供給技術の高度化

## 【中期計画（参考）】

- ・GPS 衛星信号を活用した周波数標準の供給や安定な移送標準器を開発することにより、産総研に設置されている一次標準器から精度劣化を最小限にして産業界や社会に高い精度で標準供給する技術を開発する。

## 《平成20年度計画》

- ・産業計測、工業計測機器の遠隔校正を実現するため、周波数及び距離の遠隔校正技術、リングゲージ、リニアスケールの遠隔校正技術、また、インダクタンス、放射線、三次元測定、振動・加速度、及び圧力の遠隔校正のための計測装置を完成させ、実証実験を行うと共に、校正技術プロトコルを作成する。
- ・遠隔校正利用者からのデータを受領、蓄積し処理を行うサーバ計算機用ソフトウェアの開発を行いシステムとしての完成を目指す。また、利用者装置の小型化や高機能化に向けた検討を行い、利便性の向上に資する。

## 3-(2)-② 水の大流量標準の開発と供給

## 【中期計画（参考）】

- ・原子力発電の安全性確保に必要な計測標準技術として、不確かさ1%以下で12,000 m<sup>3</sup>/h 以上の大流量標準の開発を行う。

## 《平成20年度計画》

- ・（平成20年度計画なし）

## 4. 国際計量システムの構築

先進各国の計量標準機関とグローバルな競争、協調関係を作り、またアジアを中心とした計量標準機関との協力関係を強化する。

## 4-(1) 計量標準におけるグローバルな競争と協調

国家計量標準の同等性に関する国際相互承認体制（MRA）及び計量器の技術基準の同等性に関する国際相互受入取り決め（MAA）を発展させる活動に率先して取り組む。また、先端産業技術を支援する戦略的な計量標準に関しては先進国の計量標準研究所との競争と協調のもとに効率的に開発を進める。特に、環境、医療、バイオ関連等、進展の早い標準技術に関しては国内対応体制を強化する。

## 4-(1)-① メートル条約活動におけるプレゼンスの強化

## 【中期計画（参考）】

- ・メートル条約の国際度量衡委員会（CIPM）、同諮問委員会委員、作業部会において議長・委員を引き受け、活動に主導的に寄与する。

## 《平成20年度計画》

- ・メートル条約の国際度量衡（CIPM）委員、諮問委員会（CC）委員および傘下の作業部会委員の活動を支援する。

## 【中期計画（参考）】

- ・地域計量機関（RMO）と国際度量衡局（BIPM）の合同委員会（JCRB）において国際相互承認の調整に積極的に参画する。

## 《平成20年度計画》

- ・RMO 及び JCRB において、我が国代表の委員の活動を支援する。また、他地域の専門家地域機関（RMO/SRB）の動向を引き続き調査し、NMIJ 関連部署や国との意見集約調整を行い、我が国としての意見をとりまとめ諮問委員に提供する。

## 4-(1)-② 法定計量条約活動におけるプレゼンスの強化

## 【中期計画（参考）】

- ・国際法定計量機構（OIML）の枠組みの中で、OIML の国際相互受入取り決め（MAA）の締結を受けてその実施に向けた枠組みや体制の整備に寄与する。

## 《平成20年度計画》

- ・4年毎に開催される国際法定会議（IML）の開催年度にあたり、CIML 委員の支援と我が国の意見の集約を図る。引き続き MAA・DoMC が円滑に実施されるよう支援を行う。

## 【中期計画（参考）】

- ・国際法定計量委員会（CIML）委員の役割を果たすとともに作業部会の活動に主導的に寄与する。

## 《平成20年度計画》

- ・CIML 委員、CIML 運営委員会（PRC）委員、開発途上国常任委員会（PWGDC）委員の業務を継続して支援する。NMIJ 関連部署や経済産業省との意見集約調整を行い、日本としての意見をとりまとめ CIML 委員等の委員に提供する。

- ・OIML 技術作業委員会（TC/SC）では我が国代表委員の活動の支援を行うと共に、役職の獲得を継続して検討する。国際法定計量調査研究委員会及び各作業委員会・分科会における活動を集約し、代表委員に情報を提供する。

## 4-(1)-③ 二国間協力の展開

## 【中期計画（参考）】

- ・国際計量システムの発展に資するため、諸外国の研究機関との間で先端標準技術分野における共同研究、国際比較、人的交流等を強化する。

## 《平成20年度計画》

- ・国際計量計測展（INTERMEASURE2008）に合わせ、経済産業省、関係団体の協賛のもと、「安心・安全」をテーマに国際計量標準シンポジウムを東京で開催する。日中計量標準会議及び日韓計量計測標準協力委員会の運営に協力する。

## 4-(1)-④ 国内外の対応体制の強化

## 【中期計画（参考）】

- ・ナノテク、環境、バイオ、安全及び食品等の分野で拡大している計量標準のニーズを把握し、その対応策を協議する。

## 《平成20年度計画》

- ・平成19年度に引き続き、臨床検査関連標準や食品の安全性に必要な標準物質のトレーサビリティ確立に関連する、国内意見の集約と、主要な国際会議への参加を

支援する。

【中期計画（参考）】

- ・我が国の意見のとりまとめと国際的な場における発信を通じて国際計量システムの構築に資するために、産学官の関係機関の連携の強化を図る。

《平成20年度計画》

- ・平成19年度に引き続き、関係する他省庁を含めた実効的な国内協力体制の確立に向けて、国際計量研究連絡委員会を運営・活用するとともに、国際的な動きに対応するため、我が国からの適切な専門家の派遣を支援する。

4-(2) アジアを中心とした国際協力の展開

アジア太平洋地域の国際計量機関に対して積極的な貢献を行い、開発途上国の計量標準機関の研究者、技術者の研修受け入れや産総研研究者の派遣により途上国の技術ポテンシャルを高めることに協力する。また、開発途上国の国家計量標準の校正依頼を受ける。

4-(2)-① アジア太平洋計量計画への貢献

【中期計画（参考）】

- ・アジア太平洋計量計画（APMP）で引き続き事務局の役割を務めるとともに、執行委員や技術委員会の議長、委員を引き受け、APMP 活動に主導的に寄与する。また、地域内の国際比較では幹事国の引き受け、仲介標準器の提供等によって主体的な寄与を果たす。

《平成20年度計画》

- ・アジア太平洋計量計画（APMP）の執行委員や技術委員会の議長、委員を支援し、国際相互承認に基づく校正測定能力（CMC）の登録に貢献する。地域内の国際比較への我が国からの参加を支援する。国際競争予算プロジェクトを用いて、ピアレビューへの支援等を行う。

4-(2)-② アジア太平洋法定計量フォーラムへの貢献

【中期計画（参考）】

- ・アジア太平洋計量フォーラム（APLMF）の議長国と事務局の任を引き続いて果たすとともに、運営およびワーキンググループ活動に積極的に貢献する。

《平成20年度計画》

- ・新たに APLMF の議長・事務局を担当した中国に対して、円滑な業務の引き継ぎのための指導を継続する。
- ・中国と協力しながら、APLMF 法定計量研修に対する講師派遣などの支援、および研修運営に関する指導を継続する。さらに APLMF 農産物品質計測ワーキング・グループの主査を引き続き担当することにより、平成20年度に予定されている農産物関連ワークショップの企画・運営を支援する。
- ・中国の新議長・事務局に対して、10月にシドニーにおいて開催される第15回 APLMF 総会の運営に関する適切な指導を行う。さらに農産物品質計測ワーキング・グループを通して総会運営を支援する。
- ・新たに中国が担当する APLMF の各種出版物やホー

ムページに対して、原稿の提供や編集方法に関する助言などを通して、適切な支援活動を継続する。

4-(2)-③ 開発途上国への技術協力

【中期計画（参考）】

- ・アジアの開発途上国への技術協力を推進する。専門家の派遣、受け入れ及び技術審査員（ピアレビューア）の派遣等を行うことにより、技術協力相手国の計量システムの構築と向上を支援する。アジア太平洋地域におけるネットワーク強化を図るために、韓国、中国、オーストラリア及び台湾等との連携を深める。

《平成20年度計画》

- ・2008年8月に認定審査を受ける予定である10量目に関して校正手順書指導を行うための専門家の派遣、認定審査のためのピアレビューアの派遣、作業委員会の開催、国内委員会の開催、AOTS（財団法人海外技術者研修協会）第三国研修への協力を行う。
- ・日中計量標準会議、日韓計量標準協力委員会、日中韓標準物質ネットワーク会議開催に協力し、アジア太平洋地域におけるネットワーク強化の推進に貢献する。

5. 計量の教習と人材の育成

計量法に基づき、計量研修センターと計測標準研究部門を中核として法定計量の教習を企画・実施して、国内の法定計量技術者の技術力向上を図る。さらに民間を対象として計量標準技術と品質システムの教習を行うとともに、開発途上国の計量技術者の育成も併せて行う。

【中期計画（参考）】

- ・一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習（濃度及び騒音・振動）を企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。

《平成20年度計画》

- ・一般計量教習、一般計量特別教習、環境計量特別教習（濃度及び騒音・振動）を企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。昨年に引きつづき研修プログラムの見直しを行い、平成21年研修計画に反映させる。

【中期計画（参考）】

- ・短期計量教習、指定製造事業者制度教習及び環境計量証明事業制度教習を、計量行政公務員を対象として企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。

《平成20年度計画》

- ・短期計量教習、指定製造事業者制度教習及び環境計量証明事業制度教習を、計量行政公務員を対象として企画し、講師と実習指導者を選任して実施する。昨年に引きつづき研修プログラムの見直しを行い、平成21年研修計画に反映させる。

【中期計画（参考）】

- ・都道府県、特定市からの要望の多い単科や3-5日程度の特定制教習を、適宜、企画して実施する。

《平成20年度計画》

- ・昨年に引きつづき非自動はかりの都道府県、特定市か



らの要望の多い単科や3-5日程度の特定教習を、適宜、企画して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業管理者講習及び分析技術者研修を実施する。

《平成20年度計画》

- ・ダイオキシン類の特定計量証明事業管理者講習及び分析技術者研修を実施する。

【中期計画（参考）】

- ・環境計量講習（濃度及び騒音・振動）を企画して実施する。

《平成20年度計画》

- ・環境計量講習（濃度及び騒音・振動）を企画して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の適合性評価を行う審査員のための研修を、独立行政法人製品評価技術基盤機構と協力して実施する。

《平成20年度計画》

- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の適合性評価を行う審査員のための研修を、独立行政法人製品評価技術基盤機構と協力して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・JCSS 校正事業者、環境計量証明事業者の技術者研修を実施する。

《平成20年度計画》

- ・製品評価技術基盤機構の要請に応じて、JCSS 校正事業者制度並びに環境計量証明事業者の技術者研修を実施する。また、「計測の不確かさ研修指導者育成コース」を、実施する。

【中期計画（参考）】

- ・アジア諸国等の計量技術者を対象に計量標準、法定計量及び計測技術に関する研修を、外部機関と協力して実施する。

《平成20年度計画》

- ・アジア諸国等の計量技術者を対象に計量標準、法定計量及び計測技術に関する研修を、外部機関と協力して実施する。

【中期計画（参考）】

- ・計量の技術分野毎に民間の計量技術者が校正業務の遂行等に際して容易に参照できるような専門技術書（モノグラフ）を企画、編集、発行する。

《平成20年度計画》

- ・計量標準報告を年4号発行し、国内の計量関係者に配布する。

【中期計画（参考）】

- ・民間の計量技術者を対象としたシンポジウム、講習会を企画、開催する。

《平成20年度計画》

- ・計量関係者向けのセミナー、成果発表会等を4件以上

企画・開催し、展示会出展を2件以上行うとともに、NMIJ 計測クラブの研究会活動・情報交換活動を実施し、最新の計量標準の研究成果や活動に関する情報発信を行う。

資料

【別表4】

平成20年度予算

(単位：百万円)

区 別	金 額
収入	
運営費交付金	65,925
施設整備費補助金	4,239
受託収入	13,435
うち国からの受託収入	1,208
その他からの受託収入	12,227
その他収入	4,382
計	87,981
支出	
業務経費	58,981
うち鉱工業科学技術研究開発関係経費	42,928
地質関係経費	4,520
計量関係経費	6,097
技術指導及び成果の普及関係経費	5,436
施設整備費	4,239
受託経費	11,570
うち特許生物寄託業務関係経費受託	182
原子力関係経費受託	276
地球環境保全等試験研究関係経費受託	203
その他受託	10,909
間接経費	13,191
計	87,981

【別表5】

平成20年度収支計画

(単位：百万円)

区 別	金 額
費用の部	86,132
經常費用	86,132
鉱工業科学技術研究開発業務費	40,539
地質業務費	4,225
計量業務費	5,747
技術指導及び成果の普及業務費	5,108
受託業務費	8,483
間接経費	12,300
減価償却費	9,719
退職手当引当金繰入	11
財務費用	0
支払利息	0
臨時損失	0
固定資産除却損	0
収益の部	85,176
運営費交付金収益	62,679
国からの受託収入	1,208
その他の受託収入	12,227
その他の収入	4,382
寄付金収益	0
資産見返負債戻入	4,680
財務収益	0
受取利息	0
臨時収益	0
固定資産売却益	0
純利益（△純損失）	△956
前中期目標期間繰越積立金取崩額	956
総利益（△総損失）	0

## 【別表6】

## 平成20年度資金計画

(単位：百万円)

区 別	金 額
資金支出	87,981
業務活動による支出	76,413
鉱工業科学技術研究開発業務費	40,539
地質業務費	4,225
計量業務費	5,747
技術指導及び成果の普及業務費	5,108
受託業務費	8,494
その他の支出	12,300
投資活動による支出	11,568
有形固定資産の取得による支出	11,568
施設費の精算による返還金の支出	0
財務活動による支出	0
短期借入金の返済による支出	0
翌年度への繰越金	0
資金収入	87,981
業務活動による収入	83,742
運営費交付金による収入	65,925
国からの受託収入	1,208
その他の受託収入	12,227
その他の収入	4,382
寄付金収入	0
投資活動による収入	4,239
有形固定資産の売却による収入	3,639
施設費による収入	600
その他の収入	0
財務活動による収入	0
短期借り入れによる収入	0
前年度よりの繰越金	0

資料

5. 職員

平成20年度形態別・機能別職員数

所属名称	役員	職員	研究職					事務職等	総計
			研究職	(内) パーマネント	(内) 招へい型任期付研究員	(内) 若手育成型任期付研究員	(内) 研究テーマ型任期付研究員		
理事	11								11
監事	2								2
研究コーディネータ		7	7	6	1				7
産業技術アーキテクト		1	1		1				1
参事		1	0					1	1
コンプライアンス推進本部		23	3	3				20	23
企画本部		60	39	39				21	60
評価部		21	18	18				3	21
環境安全管理部		22	12	12				10	22
男女共同参画室		6	5	5				1	6
イノベーション推進室		35	28	27	1			7	35
次期情報システム研究開発推進室		1	0					1	1
広報部		36	8	8				28	36
特許生物寄託センター		8	5	5				3	8
活断層研究センター		14	13	8		4	1	1	14
年齢軸生命工学研究センター		6	6	4	1	1			6
デジタルヒューマン研究センター		19	18	9	1	5	1	2	19
近接場光応用工学研究センター		10	9	7		2			10
ダイヤモンド研究センター		10	9	5	2		1	1	10
バイオニクス研究センター		12	11	7		4			12
太陽光発電研究センター		29	28	15		7	5	1	29
システム検証研究センター		9	8	5		1	2		9
健康工学研究センター		31	30	19	2	4	3	2	31
情報セキュリティ研究センター		26	25	8		8	5	4	26
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター		13	12		3		9		13
コンパクト化学プロセス研究センター		34	32	23	1	4	2	2	34
バイオマス研究センター		27	26	24			2		27
デジタルものづくり研究センター		18	17	15				2	18
水素材料先端科学研究センター		10	7	5	1		1		10
糖鎖医学研究センター		15	14	9	2		2	1	15
新燃料自動車技術研究センター		17	16	15			1		17
生命情報工学研究センター		19	18	11	4	1	1	1	19
生産計測技術研究センター		25	24	20	1	2	1		25
バイオメディシナル情報研究センター		16	15	10	5				16
ナノ電子デバイス研究センター		16	13	12		1			16
ナノチューブ応用研究センター		24	23	16	2	1	2	2	24
ネットワークフォトリニクス研究センター		13	12	7	3	1		1	13
計測標準研究部門		249	247	243		3	1		249
地圏資源環境研究部門		75	73	61		4	6	2	75
知能システム研究部門		53	51	41		5	3	2	53
エレクトロニクス研究部門		73	71	61		6	2	2	73
光技術研究部門		72	70	63		4	1	2	72
人間福祉医学研究部門		66	63	54		7		2	66
脳神経情報研究部門		58	56	54		1	1		58
ナノテクノロジー研究部門		84	82	70	2	5	3	2	84
計算科学研究部門		30	29	24		2	2	1	30
生物機能工学研究部門		65	63	51	1	8	1	2	65
計測フロンティア研究部門		59	57	51		4	1	1	59
ユビキタスエネルギー研究部門		44	42	38		3		1	44
セルエンジニアリング研究部門		44	42	33		5	3	1	44
ゲノムファクトリー研究部門		40	38	30		7	1		40
先進製造プロセス研究部門		115	112	95	1	10	1	5	115

産業技術総合研究所

所属名称	役員	職員	研究職					事務職等	総計	
			研究職	(内) パーマネント	(内) 招へい型任期付研究員	(内) 若手育成型任期付研究員	(内) 研究テーマ型任期付研究員			(内) 産業技術人材育成型任期付研究員
サステナブルマテリアル研究部門		69	68	59		3	3	3	1	69
地質情報研究部門		125	123	108		9	2	4	2	125
環境管理技術研究部門		70	68	62		5	1		2	70
環境化学技術研究部門		71	69	61		3	4	1	2	71
エネルギー技術研究部門		128	125	111		6	4	4	3	128
情報技術研究部門		85	83	58	2	13	3	7	2	85
安全科学研究部門		48	46	37	2		5	2	2	48
メタンハイドレート研究ラボ		13	13	7			6			13
器官発生工学研究ラボ		5	5	5						5
創薬シーズ探索研究ラボ		1	1	1						1
バイオセラピューティック研究ラボ		3	3	1		2				3
エネルギー半導体エレクトロニクス研究ラボ		17	17	14			3			17
フェロー		2	2		2					2
先端情報計算センター		18	3	3					15	18
地質調査情報センター		33	18	18					15	33
計量標準管理センター		36	23	23					13	36
ベンチャー開発センター		11	4	4					7	11
サービス工学研究センター		15	14	11		2	1		1	15
産学官連携推進部門		138	62	61			1		76	138
国際部門		19	8	8					11	19
知的財産部門		30	12	12					18	30
研究業務推進部門		186	0						186	186
能力開発部門		44	5	5					39	44
財務会計部門		78	0						78	78
研究環境整備部門		55	0						55	55
北海道センター		1	1	1						1
東北センター		2	2	2						2
つくばセンター		1	1	1						1
臨海副都心センター		2	2	2						2
中部センター		2	2	2						2
関西センター		3	3	2	1					3
中国センター		2	1	1					1	2
四国センター		2	2	1	1					2
九州センター		2	2	1	1					2
<b>職員合計</b>	<b>13</b>	<b>3078</b>	<b>2396</b>	<b>2028</b>	<b>44</b>	<b>163</b>	<b>97</b>	<b>64</b>	<b>682</b>	<b>3091</b>

## 平成20年度 産業技術総合研究所年報

---

発行日：平成21年11月30日

編集・発行：独立行政法人 産業技術総合研究所

広報部出版室

〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 つくば中央第2

TEL：029-862-6211/FAX：029-862-6212

---

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

